

Kajian Penilaian Sumber dan Siklus Material Gedung Sekolah Dasar X di Jakarta Selatan, Indonesia

Muhammad Haikal Kemal¹, Tri Wulan Sari^{1*}, Dyah Nurwidyaningrum¹, Agung Budi Broto¹, Sujito², Muhammad Fahmi³

¹Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G. Siwabessy, Universitas Indonesia, Kota Depok 16524, Indonesia

²Departemen Fisika, Universitas Negeri Malang, Kota Malang, Indonesia

³Departemen Fisika, Universitas Diponegoro, Kota Semarang, Indonesia

Email: tri.wulansari@sipil.pnj.ac.id

Dikirim: 20 September 2024

Direvisi: 25 November 2024

Diterima: 3 Desember 2024

ABSTRAK

Perencanaan bangunan hijau harus memperhatikan penggunaan sumber daya alam seperti perencanaan dan pemilihan material. Kurangnya perhatian terhadap sumber dan siklus material yang ramah lingkungan mengakibatkan kerusakan lingkungan dan krisis sumber daya alam. Tujuan penelitian ini yaitu melakukan kajian penilaian sumber dan siklus material (MRC) berdasarkan *GreenShip New Building* versi 1.2 pada bangunan baru gedung Sekolah Dasar X di Jakarta Selatan, Indonesia. Metode yang diterapkan adalah analisis deskriptif berdasarkan data yang telah terkumpul. Langkah-langkah yang dilakukan adalah melakukan wawancara dan observasi terhadap material yang digunakan. Selanjutnya melakukan penilaian mengacu pada tolok ukur masing-masing kriteria, terdapat 1 kriteria prasyarat, dan 6 kriteria penilaian. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa MRC gedung Sekolah Dasar X berdasarkan *GreenShip New Building* versi 1.2 yaitu terpenuhi poin prasyarat refrigeran fundamental, poin MRC 1 tidak terpenuhi, Poin MRC 2 (material ramah lingkungan), Poin MRC 3 (penggunaan refrigeran tanpa ODP) terpenuhi pada tolok ukur pertama, Poin MRC 4 (kayu bersertifikat) hanya pada tolok ukur pertama, dan poin MRC 6 terpenuhi karena semua bahan yang digunakan dibeli dari toko bangunan terdekat yang berjarak sekitar 120 m. Oleh karena itu penilaian sumber dan siklus material gedung baru Sekolah Dasar di Jakarta Selatan berdasarkan *GreenShip New Building* versi 1.2 mendapatkan 43% yaitu 6 dari 14 poin maksimal.

Kata kunci: bangunan hijau, *greenship new building* versi 1.2, sumber dan siklus material (MRC)

1. PENDAHULUAN

Material adalah bagian dari proses yang mengubah sumber daya alam (input) menjadi produk (output) (Damayanti, 2020). Proses ini memiliki dampak ekologis yang signifikan, baik selama pembuatan maupun penggunaan produk tersebut. Penerapan konsep bangunan ramah lingkungan bertujuan untuk mencapai pembangunan yang lebih hemat biaya, efisien, dan berguna bagi penghuni serta lingkungan sekitar tanpa merusak lingkungan (Nurwidyaningrum et al., 2024; Putri et al., 2021). *Green building* menggunakan material lokal atau sisa-sisa produksi dan bahan-bahan yang telah bersertifikat diproses dengan cara ramah lingkungan (Fahnurlisa, 2020).

Saat ini, banyak bangunan baru yang sejak awal mengadopsi konsep ramah lingkungan atau bangunan hijau (Sari et al., 2024; Sulistiawan et al., 2022). Biasanya, bangunan yang dirancang dengan mempertimbangkan konsep ini cenderung memiliki biaya operasional dan pemeliharaan yang lebih rendah dibandingkan dengan bangunan yang direncanakan secara konvensional (Nurwidyaningrum et al., 2024). Selain itu, penghuni bangunan hijau sering kali mengadopsi perilaku yang lebih ramah lingkungan secara alami (Hapsari, 2018; Nurwidyaningrum et al., 2022). Di Indonesia, semakin banyak sekolah yang menerapkan konsep ramah lingkungan atau *green building* untuk mendukung keberlanjutan lingkungan dan mengatasi efek pemanasan global (Maulidianti et al., 2021; Sangadji et al., 2024). Karena itu, penilaian terhadap bangunan hijau perlu dilakukan pada bangunan sekolah di Indonesia. Lapangan penelitian berada di gedung sekolah dasar di Jakarta Selatan. Gedung sekolah ini baru selesai didirikan dan mulai beroperasi pada tahun 2024. Hal tersebut yang mendasari adanya penilaian sumber dan siklus material berdasarkan *GreenShip New Building Versi 1.2* (Green Building Council Indonesia (GBCI), 2013). Penilaian ini bermanfaat untuk pengelola gedung dikarenakan belum adanya penilaian *green building* pada gedung.

GreenShip New Building VI.2 adalah penilaian rating terbaru, sebelum *GreenShip New Building VI.1*. *GreenShip New Building* adalah sistem sertifikasi bangunan yang ditujukan kepada bangunan baru yang berfokus pada desain dan konstruksi bangunan. *GreenShip New Building* berfungsi sebagai evaluasi dan

penilaian kinerja bangunan dalam hal keberlanjutan dan efisiensi lingkungan. Terdapat 3 poin penilaian kriteria (Green Building Council Indonesia (GBCI), 2013) yaitu:

- a) **Kriteria Prasyarat**
Kriteria yang harus dipenuhi di setiap kategori sebelum melanjutkan penilaian berdasarkan kriteria kredit dan kriteria bonus. Kriteria prasyarat menetapkan standar minimum untuk gedung ramah lingkungan. Jika salah satu prasyarat tidak dipenuhi, penilaian untuk kriteria kredit dan kriteria bonus di semua kategori tidak dapat dilakukan. Kriteria prasyarat tidak memiliki nilai seperti kriteria lainnya.
- b) **Kriteria Kredit**
Kriteria yang terdapat di setiap kategori yang tidak wajib dipenuhi. Pemenuhan kriteria ini disesuaikan dengan kemampuan gedung tersebut. Jika kriteria ini dipenuhi, gedung akan mendapatkan nilai, sedangkan jika tidak dipenuhi, gedung tidak akan mendapatkan nilai.
- c) **Kriteria Bonus**
Kriteria yang memungkinkan pemberian nilai tambahan. Kriteria ini tidak wajib dipenuhi dan pencapaiannya dianggap cukup sulit serta jarang terjadi di lapangan. Meskipun nilai bonus tidak mempengaruhi nilai maksimum *greenship*, nilai tersebut tetap diperhitungkan dalam penilaian. Oleh karena itu, gedung yang memenuhi kriteria bonus dianggap memiliki prestasi khusus.

Terdapat 6 kategori penilaian yang terdapat pada *Greenship New Building* Versi 1.2 (Green Building Council Indonesia (GBCI), 2013) yaitu:

1. Tepat Guna Lahan (Appropriate Site Development-ASD)
2. Efisiensi dan Konservasi Energi (Energy Efficiency and Conservation-EEC)
3. Konservasi Air (Water Conservation-WAC)
4. Sumber dan Siklus Material (Material Resources and Cycle-MRC)

Kategori penilaian yang berfokus pada penggunaan material bangunan yang berkelanjutan serta pengelolaan siklus hidup material tersebut. Tujuan dari kategori ini adalah untuk mengurangi dampak lingkungan dari penggunaan material, mendorong penggunaan material yang ramah lingkungan, dan mempromosikan praktik daur ulang serta pengelolaan limbah yang efektif. Contoh cakupan penilaian yaitu material ramah lingkungan, penggunaan refrigeran fundamental, penggunaan material bekas, material prafabrikasi dan lain-lain.

5. Kesehatan dan Kenyamanan dalam Ruang (Indoor Health and Comfort-IHC)
6. Manajemen Lingkungan Bangunan (Building Environment Management-BEM).

GBCI (Green Building Council Indonesia) telah mengeluarkan perangkat penilaian atau tolok ukur untuk bangunan baru yaitu *Greenship* untuk Bangunan Baru atau *Greenship New Building* versi 1.2. Salah satu kategorinya yaitu Sumber dan Siklus Material (Material Resource dan Cycle - MRC). Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah melakukan kajian penilaian Sumber dan Siklus material (MRC) berdasarkan *Greenship New Building V1.2* melihat dari tahap perencanaan, pembangunan maupun pada saat penggunaan pada Bangunan Ramah Lingkungan.

2. METODE PENELITIAN

Terdapat enam aspek penilaian dalam *Greenship*, namun penelitian ini hanya berfokus pada aspek keempat, yaitu Sumber dan Siklus Material. Kriteria dalam kategori ini meliputi: MRC P, yang mencakup Refrigeran Fundamental (Fundamental Refrigerant); MRC 1, yang berhubungan dengan Penggunaan Bangunan dan Material Bekas (Building and Material Reuses); MRC 2, mengenai Material yang Ramah Lingkungan (Environmentally Friendly Material); MRC 3, terkait Penggunaan Refrigeran tanpa ODP (Non ODS Usage); MRC 4, yang meliputi Penggunaan Kayu Bersertifikat (Certified Wood); MRC 5, yang mencakup Penggunaan Material Prefabrikasi (Prefab Material); dan MRC 6, mengenai Material *Regional* (Regional Material).

Tabel 1. Penilaian Sumber dan Siklus Material

Kriteria Per Kategori		Nilai Kriteria Maksimum	Keterangan Per Kategori
MRC P	Refrigeran Fundamental (<i>Fundamental Refrigerant</i>)	P	1 Kriteria Prasyarat; 6 Kriteria Kredit
MRC 1	Penggunaan Gedung dan 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 Sumber dan Siklus Material		14	13,9%

Sumber: *Greenship New Building V1.2* (Green Building Council Indonesia (GBCI), 2013)

Perhitungan:

Jumlah nilai kriteria dan tolok ukur semua kategori: 101

Total nilai kategori Sumber dan Siklus Material: 14

$$\frac{\text{Total nilai kategori sumber dan siklus material}}{\text{Jumlah nilai kriteria dan tolok ukur semua kategori}} \times 100$$

$$\frac{14}{101} \times 100 = 13,9\% \text{ dibulatkan menjadi } 14\%$$

Berikut penjelasan terkait aspek – aspek di atas (Green Building Council Indonesia (GBCI), 2013) adalah:

1. Refrigeran Fundamental
Refrigeran Fundamental atau Refrigeran Dasar adalah kriteria prasyarat dalam sistem penilaian *GreenShip New Building VI.2*. Adapun tolok ukur penilaiannya tidak mempergunakan CFC sebagai bahan pemadam kebakaran. CFC (Cholor Fluoro Carbon) merupakan jenis emisi yang dapat merusak lapisan ozon (lapisan pelindung bumi dari sinar ultraviolet), CFC yang juga dikenal sebagai freon, berperan dalam merusak lapisan ozon karena banyaknya freon yang dilepaskan ke udara dan berinteraksi dengan lapisan ozon.
2. Penggunaan Gedung dan Material Bekas
Penggunaan material dari bangunan yang sudah ada adalah salah satu kriteria dalam *GreenShip New Building VI.2*, yang bertujuan untuk mengurangi limbah yang berakhir di tempat pembuangan, memanfaatkan material bekas dan memperpanjang masa pakai bahan material.
3. Material Ramah Lingkungan
Material yang bersifat ramah lingkungan terhadap area sekitar bertujuan untuk mengurangi dampak ekologis mulai dari tahap pengolahan bahan baku hingga produksi bahan material.
4. Penggunaan Refrigeran Tanpa ODP
Pada kriteria ini tolok ukur bahan yang dapat merusak lapisan ozon dalam seluruh sistem pendingin bangunan. Tujuannya adalah untuk memastikan bahan material yang digunakan tidak memiliki potensi dalam merusak lapisan ozon.
5. Kayu Bersertifikat
Kriteria kayu bersertifikat bertujuan untuk menjaga kelestarian hutan. Hanya kayu dengan bahan baku yang memiliki sumber yang jelas dan dapat dipertanggungjawabkan yang digunakan. Tolok ukur yang digunakan adalah material kayu bersertifikat sah yang harus mematuhi peraturan pemerintah terkait asal kayu, seperti faktor angkutan kayu olahan (FAKO) dan sertifikat dari perusahaan. Selain itu, kayu tersebut harus dibuktikan sah dan bukan merupakan hasil perdagangan ilegal, dengan 100% biaya material kayu berasal dari sumber yang legal.
6. Material Prafabrikasi
Dalam industri metode konstruksi ada yang disebut *prefabrication* (prefabrikasi) di mana seluruh komponen *mass production* dan kemudian dirakit dengan dibantu *crane* atau alat pengangkat serta penanganan lainnya. Alternatif lain untuk bangunan pada tapak tertentu dapat dibuat juga komponen struktur pracetak (Precast Structural Components).
7. Material Regional
Material Regional (regional material) merupakan kriteria terakhir dalam upaya meminimalkan jejak karbon dalam distribusi dari modal transportasi yang dapat meningkatkan laju pertumbuhan ekonomi di dalam negeri.

3. HASIL DAN DISKUSI

Terdapat 7 Kategori pada *GreenShip New Building* Versi 1.2 (Green Building Council Indonesia (GBCI), 2013) salah satunya adalah kategori sumber dan siklus material. Penilaian sumber dan siklus material ini akan dilakukan pada Gedung Sekolah Dasar di Jakarta Selatan. Pada penilaian tersebut ada berbagai tolok ukur yang harus dipenuhi. Penilaian sumber dan siklus material berperan penting bagi perencanaan konsep *green building*. Jika gedung tersebut tidak memperhatikan tentang material ramah lingkungan pada suatu gedung yang akan dibangun, maka dapat dipastikan bahwa gedung tersebut tidak memenuhi tolok ukur dari penilaian yang ada. Material adalah bagian yang penting dari suatu bangunan. Bangunan yang berkonsep *green building* harus memperhatikan material termasuk material yang ramah lingkungan. Berikut ini merupakan hasil penilaian yang dilakukan peneliti.

3.1 Refrigeran Fundamental (MRC P)

Refrigeran Fundamental adalah kriteria prasyarat dalam sistem penilaian *GreenShip New Building* v1.2. Tolok ukur penilaiannya melarang pemanfaatan *Chloro Fluoro Carbon* (CFC) serta halon sebagai bahan pemadam kebakaran. Tujuan dari penilaian ini adalah untuk menghindari penggunaan bahan yang berpotensi merusak lapisan ozon. Gedung Sekolah Dasar X di Jakarta Selatan ini telah memenuhi poin Refrigeran Fundamental. Di mana terdapat refrigeran AC dan Alat Pemadam Kebakaran tanpa mempergunakan CFC dan Halon (Gambar 1). Oleh karena itu, poin MRC P terpenuhi sehingga mendapatkan poin 1 dan kriteria selanjutnya bisa dilakukan.



Gambar 1. Alat Pemadam Api Ringan dan Refrigeran yang bebas CFC dan Halon

3.2 Penggunaan Gedung dan Material (MRC 1)

Pada poin Penggunaan Gedung dan Material memiliki tujuan yaitu untuk mengurangi penggunaan bahan mentah yang baru, sehingga dapat mengurangi limbah pada pembuangan akhir serta memperpanjang usia pemakaian suatu material. Tolok ukur pada penilaian ini adalah menggunakan kembali material bekas, baik dari bangunan lama maupun tempat lain berupa bahan struktur utama, fasad, plafon, lantai, partisi, kusen dan dinding, setara minimal 10% dari total biaya material. Pada Pembangunan Gedung Sekolah Dasar X ini poin tentang penggunaan gedung dan material tidak terpenuhi dikarenakan bahan struktur utama, fasad, plafon, lantai, partisi, kusen dan dinding seluruhnya menggunakan bahan baru dan belum pernah dipakai (Gambar 2). Oleh karena itu, berdasarkan hasil observasi dan wawancara untuk poin penggunaan gedung dan material memiliki poin 0.



Gambar 2. Proses Pembangunan Sekolah Dasar X

3.3 Material Ramah Lingkungan (MRC 2)

Pada pembangunan Gedung Sekolah Dasar X ini terdapat material ramah lingkungan berdasarkan *Green Product Council* Indonesia (GPCI) yaitu:

1. Bata ringan Citicon
2. Kayu
3. Gypsum Aplus
4. Alumunium Alexindo
5. Semen Tiga Roda
6. Granit Roman
7. Cat Jotun

Untuk perhitungan tolok ukur:

$$\frac{\text{Total Biaya Material}}{\text{Total Biaya Bangunan}} \times 100\%$$

1. Bata ringan atau Hebel Citicon		
Total biaya material bata ringan	: Rp 136.351.830,-	
Total biaya keseluruhan	: Rp 3.892.827.777,-	
		$\frac{136.351.830}{3.892.827.777} \times 100\% = 4\%$
2. Kayu		
Total biaya material kayu	: Rp 47.840.000,-	
Total biaya keseluruhan	: Rp 3.892.827.777,-	
		$\frac{47.840.000}{3.892.827.777} \times 100\% = 1,23\%$
3. Gypsum Aplus		
Total biaya gypsum	: Rp 5.320.000,-	
Total biaya keseluruhan	: Rp 3.892.827.777,-	
		$\frac{22.680.000}{3.892.827.777} \times 100\% = 1\%$
4. Alumunium Alexindo		
Total biaya alumunium	: Rp 4.000.000,-	
Total biaya keseluruhan	: Rp 3.892.827.777,-	
		$\frac{469.677.000}{3.892.827.777} \times 100\% = 12\%$
5. Semen Tiga Roda		
Total biaya semen	: Rp 87.055.000,00,-	
Total biaya keseluruhan	: Rp 3.892.827.777,-	
		$\frac{87.055.000,00}{3.892.827.777} \times 100\% = 2\%$
6. Granit Roman		
Total biaya Granit Roman	: Rp 45.606.500,00,-	
Total biaya keseluruhan	: Rp 3.892.827.777,-	
		$\frac{45.606.500,00}{3.892.827.777} \times 100\% = 1\%$
7. Cat Jotun		
Total biaya cat Jotun	: Rp 7.754.200,00,-	
Total biaya keseluruhan	: Rp 3.892.827.777,-	
		$\frac{7.754.200,00}{3.892.827.777} \times 100\% = 1\%$

Pada poin material ramah lingkungan adalah material yang bersifat ramah terhadap lingkungan sekitar, dengan tujuan untuk mengurangi jejak ekologi dari proses pengolahan bahan baku hingga produksi material. Jadi tolok ukur dalam poin Material Ramah Lingkungan yaitu:

1. Menggunakan material yang memiliki sertifikat sistem manajemen lingkungan dalam proses produksinya, dengan kontribusi minimal 30% dari total biaya material. Sertifikat dianggap valid jika masih berlaku selama periode pembelian dalam proses konstruksi yang sedang berlangsung. Hasil perhitungan Sekolah X menunjukkan nilai sebesar 22,23%. Sehingga tolok ukur pertama mendapatkan poin 0.
2. Menggunakan material yang merupakan hasil daur ulang, dengan kontribusi minimal 5% dari total biaya material. Berdasarkan hasil penelitian semua material yang digunakan pada proses pembangunan Gedung Sekolah X menggunakan material baru.
3. Menggunakan material yang bahan bakunya berasal dari sumber daya terbarukan dengan masa panen pendek (<10 tahun), dengan kontribusi minimal 2% dari total biaya material. Material yang

mempunyai jangka pendek <10 tahun adalah kayu dan gypsum. Untuk nilai hasil totalnya adalah 2,23%, sehingga hasil tolak ukur ketiga adalah 1.

Berdasarkan hasil perhitungan tolak ukur pada poin material ramah lingkungan, poin yang didapatkan poin 1.

3.4 Penggunaan Refrigeran tanpa ODP (MRC 3)

Poin Refrigeran anpa *Ozone Depletion Potential* atau Refrigeran tanpa ODP memiliki tolak ukur yaitu tidak menggunakan bahan perusak lapisan ozon pada seluruh sistem pendingin bangunan. Tujuannya karena bahan yang digunakan tidak memiliki potensi merusak ozon. Berdasarkan hasil wawancara dengan narasumber, penggunaan *Air Conditioner* (AC) pada seluruh ruangan tidak berpotensi merusak ozon. Karena AC yang digunakan adalah AC tipe Freon R32. AC R32 merupakan AC yang ramah lingkungan karena nilai GWP (Global Warming Potential) cukup rendah. Ditambah lagi, freon R32 termasuk ke dalam kelompok yang memiliki nilai ODP 0 sehingga tidak akan merusak lapisan ozon. Oleh karena itu poin MRC 3 atau Penggunaan Refrigeran Tanpa ODP (*Ozone Depletion Potential*) terpenuhi sehingga hasilnya adalah 2 (Gambar 3).



Gambar 3. Refrigeran tanpa ODP berupa AC tipe R32 yang sudah bersertifikat bebas CFC dan HCFC

3.5 Kayu Bersertifikat (MRC 4)

Poin pada penilaian kayu bersertifikat bertujuan untuk melestarikan hutan dengan menggunakan kayu yang memiliki bahan baku dari sumber yang jelas dan dapat dipertanggungjawabkan. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang dilakukan terdapat kayu bersertifikat yang digunakan sebagai kusen pintu, kusen jendela, ventilasi dan pintu. Untuk hasil dari perhitungan tolak ukur pada poin kayu bersertifikat yaitu:

1. Tolak ukur pertama pada poin kayu bersertifikat yaitu menggunakan bahan material kayu yang bersertifikat legal sesuai dengan Peraturan Pemerintah tentang asal kayu (seperti faktur angkutan kayu olahan/FAKO, sertifikat perusahaan, dan lain-lain) dan sah terbebas dari perdagangan kayu ilegal sebesar 100% biaya total material kayu. Oleh karena itu tolak ukur pertama terpenuhi dan mendapatkan poin 1.
2. Tolak ukur kedua pada poin kayu bersertifikat yaitu jika 30% dari butir di atas menggunakan kayu bersertifikasi dari pihak Lembaga Ekolabel Indonesia (LEI) atau *Forest Stewardship Council* (FSC) mendapatkan poin 0.

Selain 2 syarat tersebut kayu tersebut harus terbukti legal dan bukan hasil perdagangan ilegal, dengan 100% dari biaya total material kayu berasal dari sumber yang sah. Oleh karena itu poin kayu bersertifikat atau MRC 4 terpenuhi sehingga mendapatkan poin 1.

3.6 Material Prafabrikasi (MRC 5)

Kemajuan dunia konstruksi terdapat metode yang disebut *prefabrication* (prafabrikasi) yang di mana seluruh komponen atau material bangunan dibuat di luar lokasi proyek dan kemudian dibawa ke lokasi. Komponen – komponen tersebut biasanya dirakit dengan dibantu crane atau alat pengangkat serta penanganan lainnya. Tolak ukur pada poin Material Prafabrikasi adalah desain yang menggunakan material modular atau prafabrikasi (tidak termasuk *equipment*) sebesar 30% dari total biaya material. Dalam hasil wawancara dengan narasumber, terdapat 1 material yang dirakit pada elemen struktur gedung ini yaitu penggunaan rangka atap berupa baja ringan. Hasil dari perhitungan penilaian tolak ukur poin MRC 5 atau material prafabrikasi adalah Rp.6.804.000,-. Oleh karena itu poin MRC 5 atau material prafabrikasi tidak terpenuhi dan mendapatkan poin 0 karena tidak terdapat desain modular fabrikasi.

3.7 Material Regional (MRC 6)

Material regional (regional material) merupakan poin terakhir yang terdapat pada kriteria Sumber dan Siklus Material. Pada poin material regional bertujuan untuk mengurangi jejak karbon dari moda transportasi untuk distribusi dan mendorong pertumbuhan ekonomi dalam negeri. Untuk perhitungan tolak ukur pada poin MRC 5 atau material regional adalah:

$$\frac{\text{Total biaya material}}{\text{Total biaya bangunan}} \times 100\%$$

Total biaya bangunan	: Rp 3.892.827.777,-
Total biaya material struktur	: Rp 2.930.508.747,-
Total biaya material arsitektur	: Rp 815.888.030,-
Total biaya material <i>mechanical engineering</i>	: Rp 146.431.000,-
Perhitungan material struktur:	

$$\frac{2.930.508.747}{3.892.827.777} \times 100\% = 75\%$$

Perhitungan material arsitektur:

$$\frac{815.888.030}{3.892.827.777} \times 100\% = 21\%$$

Perhitungan material *mechanical engineering*:

$$\frac{146.431.000}{3.892.827.777} \times 100\% = 4\%$$

Untuk hasil perhitungan tolok ukur pada poin material regional adalah:

1. Tolok ukur pertama pada poin Material Regional mengacu pada penggunaan material di mana lokasi asal bahan baku utama dan proses fabrikasinya berada dalam radius 1.000 km dari lokasi proyek, dengan nilai minimal 50% dari total biaya material. Hasil tolok ukur pertama terpenuhi karena semua material yang dibeli berjarak 120 m. Oleh karena itu tolok ukur pertama mendapatkan poin 1.
2. Tolok ukur kedua pada poin material regional yaitu menggunakan material di mana lokasi asal bahan baku utama dan proses produksinya berada di wilayah Republik Indonesia, dengan nilai minimal 80% dari total biaya material. Oleh karena itu tolok ukur pertama mendapatkan poin 1

Hasil dari perhitungan tolok ukur pada poin material regional atau MRC 6 terpenuhi karena material yang digunakan ada bahan baku utama dan proses produksinya berada di wilayah Republik. Indoneisa, sehingga mendapatkan poin 1.

4. KESIMPULAN

Hasil dari kajian penilaian Sumber dan Siklus Material (MRC) pada Gedung Sekolah Dasar X di Jakarta Selatan, Indonesia yang sudah diobservasi dan dihitung berdasarkan *GreenShip New Building V1.2* mendapatkan poin 6 dari 14 yaitu sebesar 43%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Politeknik Negeri Jakarta (P3M PNJ) atas dukungan dana sehingga Program Penelitian berbasis Penelitian Mahasiswa Tingkat Akhir (PMTA) ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Damayanti, M.L., 2020. Teori Produksi. *Jurnal Pertanian Terpadu* 2, 1–15.
- Fahnurlisa, Q., 2020. Evaluasi Penerapan Aspek Material Resources and Cycle Sesuai Standar Green Building Rating Tool for New Building Version 1.2 Pada Proyek Bangunan Gedung. *Konstruksia* 11, 97. <https://doi.org/10.24853/jk.11.1.97-106>
- Green Building Council Indonesia (GBCI), 2013. Perangkat penilaian GREENSHIP (GREENSHIP rating tools). *GreenShip New Building Versi 1.2*.
- Hapsari, O.E., 2018. Analisis Penerapan Green Building pada Bangunan Pendidikan (Studi Kasus: Green School Bali). *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan* 3, 54–61.
- Maulidianti, N.A., Mulyani, E., Nuh, S.M., 2021. Identifikasi Konsep Green Construction Pada Perencanaan Gedung Perpustakaan Pusat Universitas Tanjungpur. *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*.
- Nurwidyaningrum, D., Sari, T.W., Sujito, S., 2022. Islamic Boarding School Building Design with a Covid-19 Protection Protocol. *Journal of Islamic Architecture* 7, 104–110. <https://doi.org/10.18860/jia.v7i1.12980>
- Nurwidyaningrum, D., Sari, T.W., Wulandari, L.S., Edistria, E., Nurjanah, D., Farida, R., Khairas, E.E., Aisyah, S., 2024. Penerapan Teknologi Atap Skylight pada Bentuk Atap Pelana. *ABDIMAS UNIVERSAL* 6, 49–54. <https://doi.org/10.36277/abdimasuniversal.v6i1.375>
- Putri, A.A., Nurwidyaningrum, D., Sari, T.W., 2021. Natural Lighting of Studio Apartment with East-Oriented Opening. *Logic: Jurnal Rancang Bangun dan Teknologi* 21, 23–30. <https://doi.org/10.31940/logic.v21i1.2256>

- Sangadji, F., Buyang, C.G., Soplanit, S.N., 2024. Penilaian Kriteria Green Building Pada Fakultas Teknik Universitas Pattimura. *Jurnal Teknik Sipil ITP* 11, 33–39. <https://doi.org/10.31959/js.v13i1.1384>
- Sari, T.W., Nurwidyaningrum, D., Saputra, J., Yatmadi, D., Sujito, S., 2024. Analysis of Thermal Transfer Values in Teaching Classrooms. *Al Ulum: Jurnal Sains Dan Teknologi* 10, 54. <https://doi.org/10.31602/jst.v10i2.15679>
- Sulistiawan, A.P., Maryanto, D.A.M.A., Aprizal, M.I., Rachman, F.F., 2022. Penilaian Sumber Dan Siklus Material Arsitektural Dalam GBCI Pada Gedung Kuliah Bersama Institut Pertanian Bogor (IPB). *TERRACOTTA* 3. <https://doi.org/10.26760/terracotta.v3i2.6795>