

Konstruksi Hijau Pada Proyek Perpustakaan Modern Universitas Tanjungpura Kota Pontianak Kalimantan Barat

Sugiharto Prayogo¹ dan Jono Wardoyo²

¹ Mahasiswa Program Sarjana Arsitektur, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

² Dosen Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Alamat Email penulis: sugihartoprayogo@gmail.com

ABSTRAK

Konstruksi Hijau bertujuan mengurangi dampak negatif pada lingkungan yang ditimbulkan dari pelaksanaan konstruksi. PT Pembangunan Perumahan adalah pelopor pelaksanaan konstruksi hijau di Indonesia. Acuan pelaksanaan konstruksi hijau yang digunakan adalah *Green Construction Target*. Proyek Perpustakaan Modern Universitas Tanjungpura Kota Pontianak Kalimantan Barat adalah proyek yang mengimplementasikan konstruksi hijau dalam pelaksanaannya. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui hasil penilaian dan capaian keseluruhan konstruksi hijau dan indikator pekerjaan arsitektur pada Proyek Perpustakaan Modern Universitas Tanjungpura Kota Pontianak. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif evaluatif dengan acuan *Model Assessment Green Construction* (MAGC). Hasil implementasi konstruksi hijau yang didapatkan adalah $NGC_{Eksisting}$ 15,81 (72,1%) dari $NGC_{Maksimum}$ 21,92 (100%). $NGC_{Eksisting}$ sudah memenuhi $NGC_{Terbaik}$ 15,47 (70,57%). Indikator pekerjaan arsitektur pada MAGC memberikan kontribusi sebanyak 70 indikator (49,2%) dari total 142 indikator. $NGC_{Eksisting}$ mendapat peningkatan setelah dilakukan rekomendasi pada indikator pekerjaan arsitektur yang belum diimplementasikan menjadi 18,72 (85,4%). Peningkatan hasil capaian konstruksi yang terjadi sebesar 2,91 (13,2%) dari nilai eksisting.

Kata kunci: konstruksi hijau, *model assessment green construction*, pendekatan pekerjaan arsitektur, proyek perpustakaan

ABSTRACT

Green Construction is a method used in the construction process, with the aim of reducing the negative impact on the environment arising from the implementation of construction. PT Pembangunan Perumahan is a pioneer in implementing green construction in Indonesia. The reference for implementing green construction used Green Construction Target. Modern Library Project Tanjungpura University Pontianak City West Borneo is a project that implements green construction in its implementation. The purpose of this study was to determine the results of the overall assessment and achievement of green construction and architectural work indicators on Tanjungpura University Modern Library Project in Pontianak City. The research method used descriptive evaluative with reference to the Model Green Construction Assessment (MAGC). The results of the implementation of the green construction obtained were $NGC_{Eksisting}$ 15.81 (72.1%) of NGC_{Max} 21.92 (100%). $NGC_{Eksisting}$ has fulfilled the best NGC 15.47 (70.57%). Architectural work indicators on the MAGC contributed 70 indicators (49.2%) from 142 indicators. $NGC_{Eksisting}$ received an increase after recommendations were made on architectural work indicators that had not been implemented to 18.72 (85.4%). The increase in the results of construction achievements that occurred amounted to 2.91 (13.2%) of the existing value.

Keywords: green construction, model assessment green construction, architectural work approach, library project

1. Pendahuluan

Pemanasan global merupakan salah satu dampak yang diberikan dari pelaksanaan proyek konstruksi. Keilmuan arsitektur memberikan solusi untuk mengurangi dampak pemanasan global yang ditimbulkan dari proyek konstruksi dengan konsep *Green Building*. Istilah konsep *Green Building* adalah salah satu upaya yang dilakukan untuk menghasilkan bangunan dengan menggunakan proses ramah lingkungan dan memiliki efisiensi terhadap pemakaian sumber daya. Indonesia mendirikan Lembaga Konsil Bangunan Hijau (*Green Building Council Indonesia*) sebagai bentuk dukungan terhadap usaha menanggulangi pemanasan global. Didalam implementasi *Green Building* terdapat fase penting yaitu fase konstruksi sehingga muncul konsep konstruksi hijau.

Menurut U.S. Environmental Protection Agency (2010) dalam Ervianto (2013) bahwa konstruksi hijau merupakan cara membangun dengan proses yang memperhatikan prinsip-prinsip lingkungan dan efisiensi dalam penggunaan sumber daya sepanjang siklus hidup bangunan. Konstruksi hijau merupakan gerakan pembangunan berkelanjutan yang memperhatikan tahap perencanaan, pelaksanaan, pemakaian material ramah lingkungan, efisiensi energi dan sumber daya. Konstruksi hijau mengedepankan keseimbangan antara keuntungan jangka pendek dengan resiko jangka panjang. Pelopor dari pelaksanaan konstruksi hijau adalah PT Pembangunan Perumahan dengan salah satu usaha yang dilakukan adalah mengimplementasikan konstruksi hijau dalam setiap proyek yang dikerjakan dengan menggunakan standar *Green Construction Target*. Objek penelitian yang digunakan merupakan salah satu proyek yang dikerjakan oleh PT PP yaitu proyek Perpustakaan Modern Universitas Tanjungpura Kota Pontianak Kalimantan Barat. Dalam pelaksanaan konstruksi hijau, arsitektur merupakan salah satu elemen penting yang tidak bisa dipisahkan dari tahap pelaksanaan. Belum adanya perhitungan kontribusi pekerjaan arsitektur dalam pelaksanaan konstruksi hijau, sehingga diperlukan evaluasi untuk mengetahui besar kontribusi pekerjaan arsitektur pada konstruksi hijau. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil penilaian dan capaian konstruksi hijau secara keseluruhan dan lingkup pekerjaan arsitektur. Acuan penilaian implementasi konstruksi hijau yang digunakan adalah *Model Assessment Green Construction* yang diciptakan oleh Ervianto dengan acuan prinsip-prinsip konstruksi hijau dan mempresentasikan aktivitas proses konstruksi. Ervianto (2013) melakukan pengembangan dari tujuh aspek konstruksi hijau menjadi 16 faktor dan 142 indikator. Terdapat batas *green* yang digunakan yaitu NGC_{Terbaik} dengan nilai 15,47.

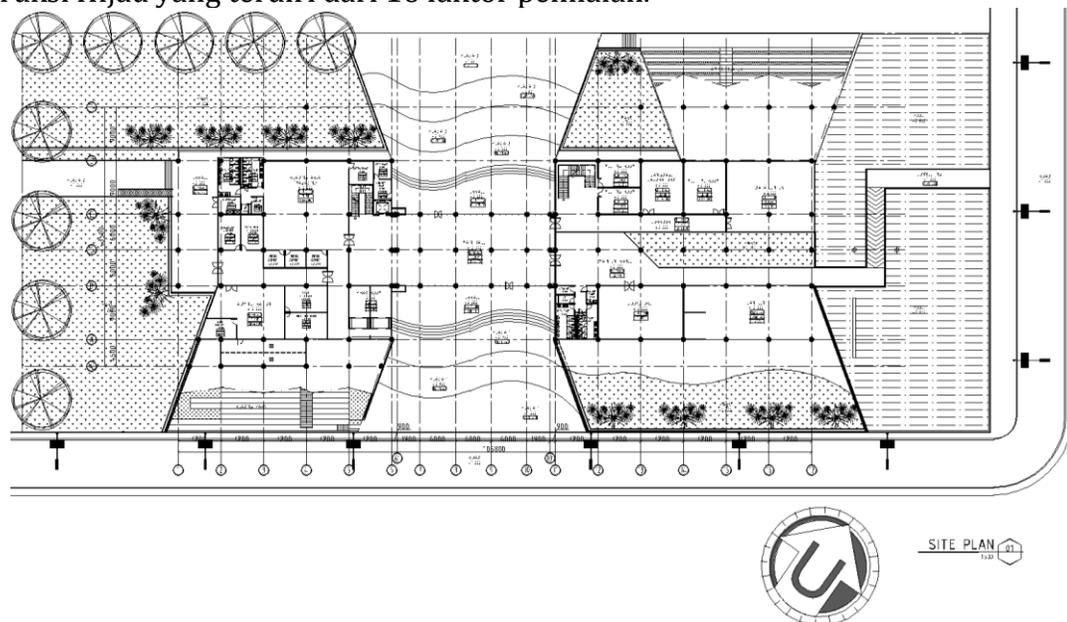
2. Metode

Metode deskriptif evaluatif adalah metode yang digunakan pada penelitian. Data yang digunakan pada penelitian dikumpulkan dengan beberapa langkah, antara lain: (1) *Site Engineer Manager* melakukan pengisian kuisioner *Model Assessment Green Construction* (MAGC) terkait implementasi konstruksi hijau pada proyek dengan nilai 1 apabila sudah diimplementasikan dan nilai 0 apabila belum diimplementasikan, (2) validasi kuisioner yang diisi oleh *Site Engineer Manager* dengan cara melakukan wawancara pada pihak-pihak yang terlibat dalam implementasi konstruksi hijau seperti *Site Engineer Manager*, K3, divisi metode dan logistik, (3) validasi kuisioner dilanjutkan dengan observasi lapangan, dan (4) melakukan studi terhadap dokumen proyek seperti *Green Construction Target*, dokumen

perencanaan, serta RKS proyek. Analisis terhadap data dilakukan sebanyak 2 tahap, antara lain (1) melakukan perhitungan Nilai Faktor Konstruksi Hijau, Nilai Aspek Konstruksi Hijau, dan Nilai Konstruksi Hijau menggunakan MAGC, (2) melakukan analisis terhadap indikator yang memiliki pendekatan pekerjaan arsitektur pada indikator yang ada pada MAGC. Hasil dari 2 tahap analisis yang dilakukan kemudian diberikan rekomendasi pada indikator yang termasuk dalam pekerjaan arsitektur yang belum diimplementasikan pada proyek dengan tujuan agar meningkatkan hasil capaian implementasi konstruksi hijau. Sintesis akhir adalah Nilai Konstruksi Hijau setelah diberikan rekomendasi.

3. Hasil dan Pembahasan

Proyek Perpustakaan Modern Universitas Tanjungpura Kota Pontianak memiliki luas 10.043m² dengan menggunakan struktur beton (lihat gambar 1). Proyek ini dikerjakan oleh PT Pembangunan Perumahan dan penilaian dilakukan pada saat *progress* proyek mencapai 65%. Penilaian konstruksi hijau pada proyek menggunakan *Model Assessment Green Construction* memiliki hasil berupa Nilai Faktor Konstruksi Hijau/Nilai Faktor Green Construction (NFGC), Nilai Aspek Konstruksi Hijau/Nilai Aspek Green Construction (NAGC), dan Nilai Konstruksi Hijau/Nilai Green Construction (NGC). Berikut ini adalah Nilai Faktor Konstruksi Hijau yang terdiri dari 16 faktor penilaian.



Gambar 1. Site Plan Perpustakaan Modern Universitas Tanjungpura Pontianak
(Sumber: DED Proyek Perpustakaan Modern Universitas Tanjungpura , 2017)

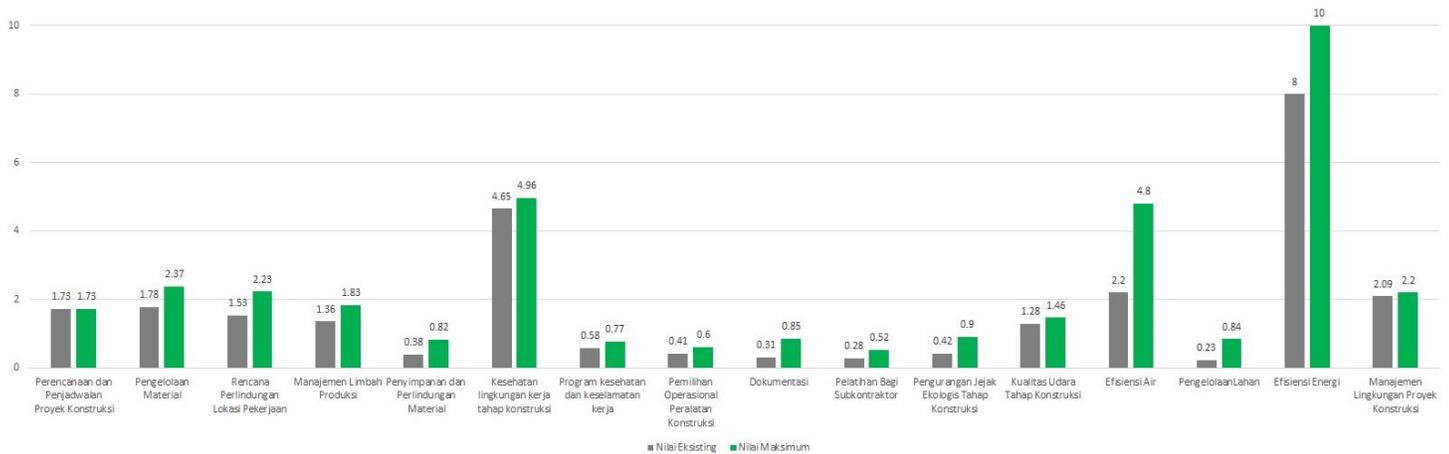


Diagram 1 Nilai Faktor Konstruksi Hijau Eksisting

Dari penilaian NFGC pada proyek Perpustakaan Modern Universitas Tanjungpura Pontianak, faktor yang sudah mendapatkan nilai maksimum hanya 1 faktor yaitu Perencanaan dan Penjadwalan Proyek Konstruksi. Faktor yang memiliki NFGC_{Eksisting} paling rendah adalah Pengelolaan Lahan. Setelah dilakukan penilaian pada 16 faktor konstruksi hijau maka penilaian dilakukan pada 7 aspek konstruksi hijau sehingga menghasilkan NAGC. Berikut ini adalah NAGC yang terdiri dari 7 aspek penilaian. (lihat diagram 1)



Diagram 2 Nilai Aspek Konstruksi Hijau Eksisting

Dari 16 faktor yang dikelompokkan menjadi 7 Aspek yang sudah dinilai menggunakan MAGC maka menghasilkan NAGC. Dari penilaian NAGC pada proyek Perpustakaan Modern Universitas Tanjungpura Pontianak, belum ada aspek yang sudah mendapatkan nilai maksimum. Aspek yang sudah mencapai penilaian $\geq 80\%$ pada kondisi eksisting terdapat 3 Aspek. 3 Aspek tersebut adalah Konservasi Energi, Sumber dan Siklus Material, dan Kesehatan dan Keselamatan Kerja. (lihat diagram 2)

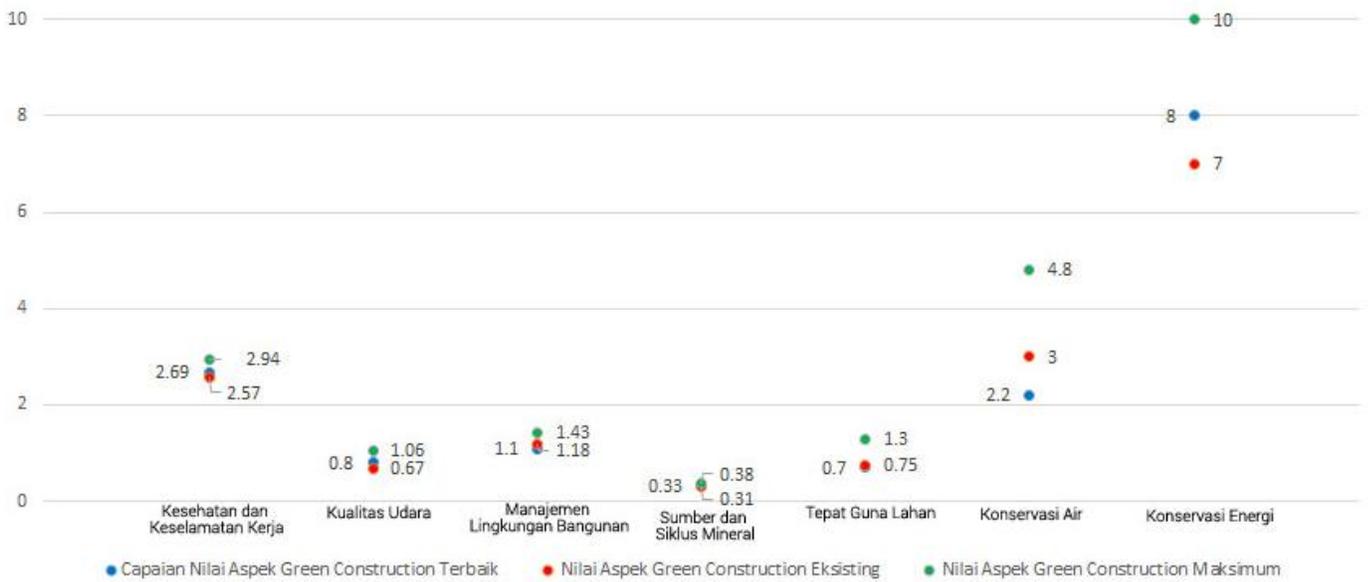


Diagram 3 Perbandingan NAGC Eksisting dengan NAGC Terbaik dan Maksimum

Aspek yang sudah memenuhi NAGC_{Terbaik} berdasarkan MAGC ada 4 Aspek. Aspek yang sudah memenuhi NAGC_{Terbaik} adalah Konservasi Energi, Sumber dan Siklus Material, Kesehatan dan Keselamatan Kerja, dan Kualitas Udara. Aspek yang memiliki Nilai Aspek Green Construction Eksisting paling rendah adalah Konservasi Air dengan prosentase nilai eksisting 45,8%. (lihat diagram 3)

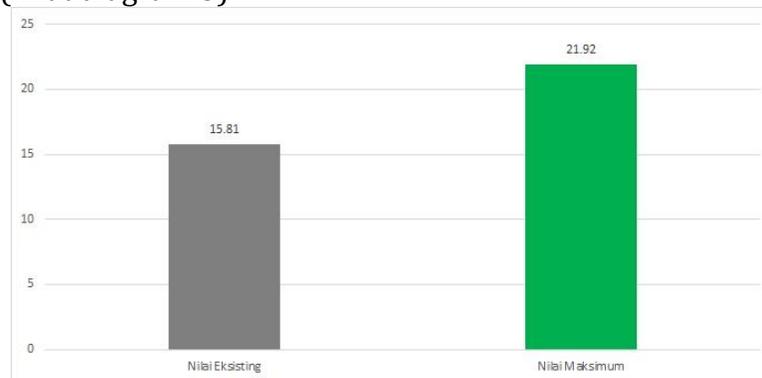


Diagram 4 Nilai Konstruksi Hijau Eksisting

Setelah hasil penilaian terhadap faktor green construction dan aspek green construction, maka penilaian selanjutnya dilakukan dengan menilai NGC pada proyek Perpustakaan Modern Universitas Tanjungpura Pontianak. Indikator Green Construction yang sudah diimplementasikan pada proyek adalah 99 indikator dari 142 indikator Green Construction. NGC yang didapat dari proyek Perpustakaan Modern Universitas Tanjungpura adalah 15,81 (72,1%) dari NGC_{Maksimum}. NGC_{Eksisting} pada proyek sudah mencapai NGC_{Terbaik} pada proyek adalah 15,47. Implementasi Konstruksi Hijau pada Proyek Perpustakaan Modern Universitas Tanjungpura Pontianak sudah memenuhi NGC_{Terbaik} pada proyek di Indonesia. Tetapi masih diperlukan peningkatan di beberapa aspek yang terlibat pekerjaan arsitektur agar dapat lebih meningkatkan NGC pada Proyek Perpustakaan Modern Universitas Tanjungpura Pontianak. (lihat diagram 4)

3.1 Indikator Pendekatan Pekerjaan Arsitektur

Berikut ini adalah Tabel Indikator Pekerjaan Arsitektur terhadap Konstruksi Hijau pada proyek Perpustakaan Modern Universitas Tanjungpura Kota Pontianak Kalimantan Barat.

Tabel 1. Prosentase Indikator Pekerjaan Arsitektur dalam MAGC

Aspek Green Contruction	Total Indikator	Indikator Pekerjaan Arsitektur	Prosentase Pekerjaan Arsitektur Terhadap Konstruksi Hijau	Indikator Pekerjaan Arsitektur Eksisting	
				Sudah Diimplementasikan (Prosentase)	Belum Diimplementasikan (Prosentase)
Tepat Guna Lahan	22 Indikator	9 Indikator	40,9 %	6 Indikator (27,2 %)	3 Indikator (13,7 %)
Konservasi Energi	20 Indikator	14 Indikator	70,0 %	10 Indikator (50,0 %)	4 Indikator (20,0 %)
Konservasi Air	10 Indikator	5 Indikator	50,0 %	2 Indikator (20,0 %)	3 Indikator (30,0 %)
Sumber Dan Siklus Material	15 Indikator	11 Indikator	73,3 %	9 Indikator (60,0 %)	2 Indikator (13,3 %)
Manajemen Limbah Konstruksi	39 Indikator	19 Indikator	48,7 %	15 Indikator (38,4 %)	4 Indikator (10,3 %)
Kesehatan Dan Keselamatan Kerja	20 Indikator	9 Indikator	45,0 %	9 Indikator (100 %)	0 Indikator (00,0 %)
Kualitas Udara	16 Indikator	3 Indikator	18,7 %	1 Indikator (06,2 %)	2 Indikator (12,5 %)
Total Keseluruhan	142 Indikator	70 Indikator	49,2 %	52 Indikator (36,6 %)	18 Indikator (12,6 %)

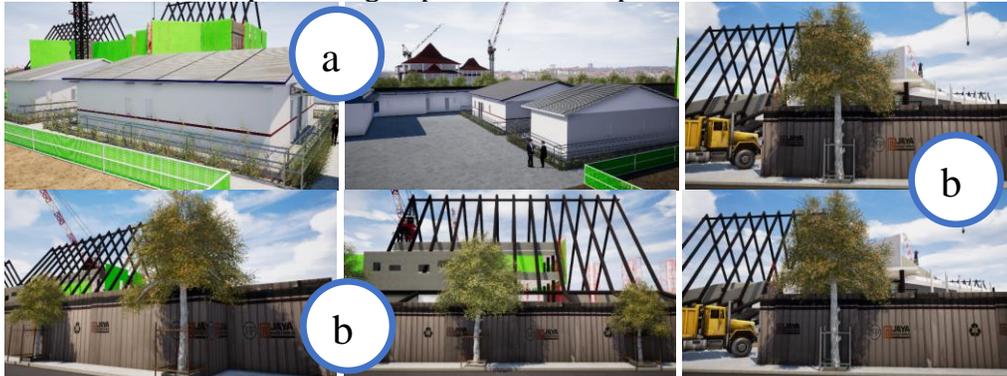
Berdasarkan hasil evaluasi Pekerjaan Arsitektur dalam MAGC pengaruh yang diberikan oleh pekerjaan arsitektur pada kontribusi pelaksanaan konstruksi hijau sebanyak 70 indikator dari total 142 indikator yang ada di dalam MAGC (lihat tabel 1). 70 indikator pekerjaan arsitektur yang ada pada penilaian MAGC memiliki prosentase sebesar 49,2 %. Pekerjaan arsitektur memberikan pengaruh yang cukup besar dalam penilaian konstruksi hijau pada suatu proyek. Pada proyek Perpustakaan Modern Universitas Tanjungpura indikator pekerjaan arsitektur yang sudah di capai sebanyak 52 indikator dengan prosentase 36,6 % dari NGC. Aspek yang sudah mencapai prosentase implementasi maksimal pada pekerjaan arsitektur adalah Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Terdapat 18 indikator pekerjaan arsitektur yang belum diimplementasikan pada proyek Perpustakaan Modern Universitas Tanjungpura. Prosentase indikator pekerjaan arsitektur yang belum di implementasikan sebesar 12,6 % dari NGC_{Maksimum}.

3.2 Rekomendasi

Rekomendasi diberikan kepada 18 indikator pekerjaan arsitektur yang belum diimplementasikan pada proyek Perpustakaan Modern Universitas Tanjungpura Kota Pontianak Kalimantan Barat.

3.2.1 Aspek Tepat Guna Lahan

1. Merencanakan cara-cara melindungi vegetasi/pohon di lokasi proyek. (Gambar 2)
2. Membuat perencanaan untuk melindungi semua tanaman di lokasi proyek.
3. Tidak melakukan penebangan pohon selama proses konstruksi.



Gambar 2. Rekomendasi Aspek Tepat Guna Lahan
(a) Perlindungan Vegetasi Di Keet (b) Perlindungan Vegetasi Di Sekitar Lokasi Proyek

3.2.2 Aspek Konservasi Energi

1. Mengatur penerangan sesuai dengan urutan pekerjaan. (Lihat gambar 3a)
2. Membuat perhitungan pengurangan CO₂ yang didapatkan dari efisiensi energi.
3. Memaksimalkan pemanfaatan sinar matahari untuk penerangan di kontraktor keet paling tidak 50% dari jumlah ruangan. (Lihat gambar 3b)
4. Penggunaan sensor cahaya untuk lampu penerangan yang ada di lokasi proyek. (Lihat gambar 3c)



Gambar 3. Rekomendasi Aspek Konservasi Energi
(a) Penerangan *Portable* (b) Perubahan Fasad Pada *Keet* (c) Simulasi Penggunaan Saklar Otomatis Pada *Keet*

3.2.3 Aspek Konservasi Air

1. Menampung air hujan untuk digunakan kembali dalam berbagai kegiatan yang tidak disyaratkan air layak minum. (Lihat gambar 4a)
2. Menggunakan kran otomatis untuk wastafel di kantor proyek. (Lihat gambar 4b)
3. Penggunaan shower untuk mandi pekerja konstruksi. (Lihat gambar 4c)



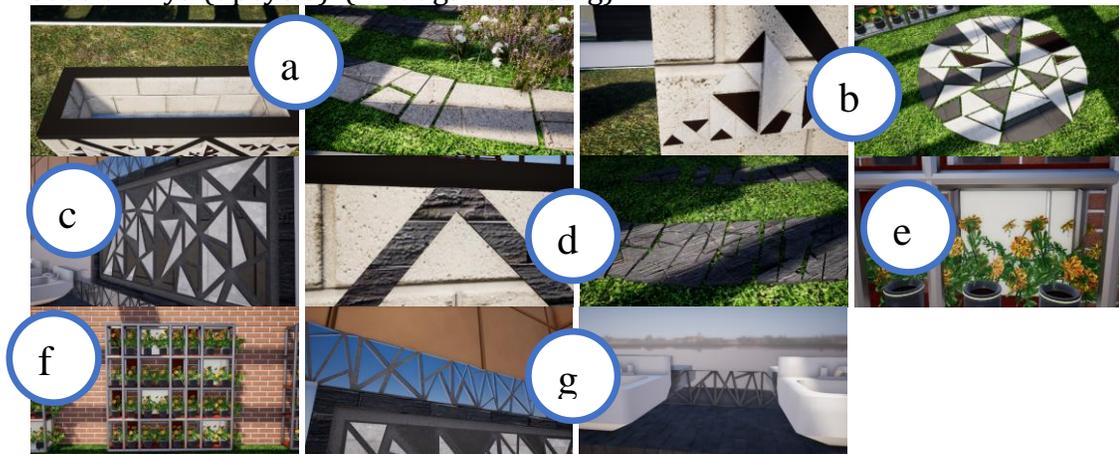
Gambar 4. Rekomendasi Aspek Konservasi Air
(a) Penampungan Air Hujan (b) Kran Otomatis (c) Shower

3.2.4 Aspek Sumber dan Siklus Material

1. Menggunakan material bekas bangunan lama di lokasi pekerjaan atau dari tempat lain untuk mengurangi penggunaan bahan mentah baru sehingga dapat memperpanjang usia pemakaian bahan/material dan mengurangi limbah di tempat pembuangan akhir (TPA).
2. Menggunakan material daur ulang dalam pelaksanaan pekerjaan.

3.2.5 Aspek Manajemen Lingkungan Bangunan

1. Menggunakan kembali (reuse) material hasil dekonstruksi.
2. Melakukan daur ulang limbah konstruksi yang bernilai lebih rendah dengan sebelumnya (downcycle).
3. Melakukan daur ulang limbah konstruksi yang bernilai sama dengan sebelumnya (recycle).
4. Melakukan daur ulang limbah konstruksi yang bernilai lebih tinggi dengan sebelumnya (upcycle). (Lihat gambar 5a-g)



Gambar 5. Rekomendasi Aspek Manajemen Lingkungan Bangunan

(a) Upcycle Bata Ringan (b) Upcycle Homogeneous Tile (c) Upcycle Keramik (d) Upcycle Batu Alam (e) Upcycle Plafond (f) Upcycle Besi Hollow (g) Upcycle Kaca dan Cermin

3.2.6 Aspek Kualitas Udara

1. Menyimpan material tertentu yang rawan terhadap debu untuk disimpan diluar lokasi proyek konstruksi.
2. Mengutamakan penggunaan transportasi umum bagi pekerja konstruksi. (Lihat gambar 6a)



Gambar 6. Rekomendasi Aspek Kualitas Udara

(a) Shelter dan Bus Pada Lokasi Proyek

Rekomendasi yang telah diberikan berdasarkan 18 indikator pekerjaan arsitektur yang ada pada MAGC memberikan peningkatan terhadap faktor konstruksi hijau yang ada pada proyek. Berikut ini adalah diagram NFGC setelah diberikan rekomendasi.

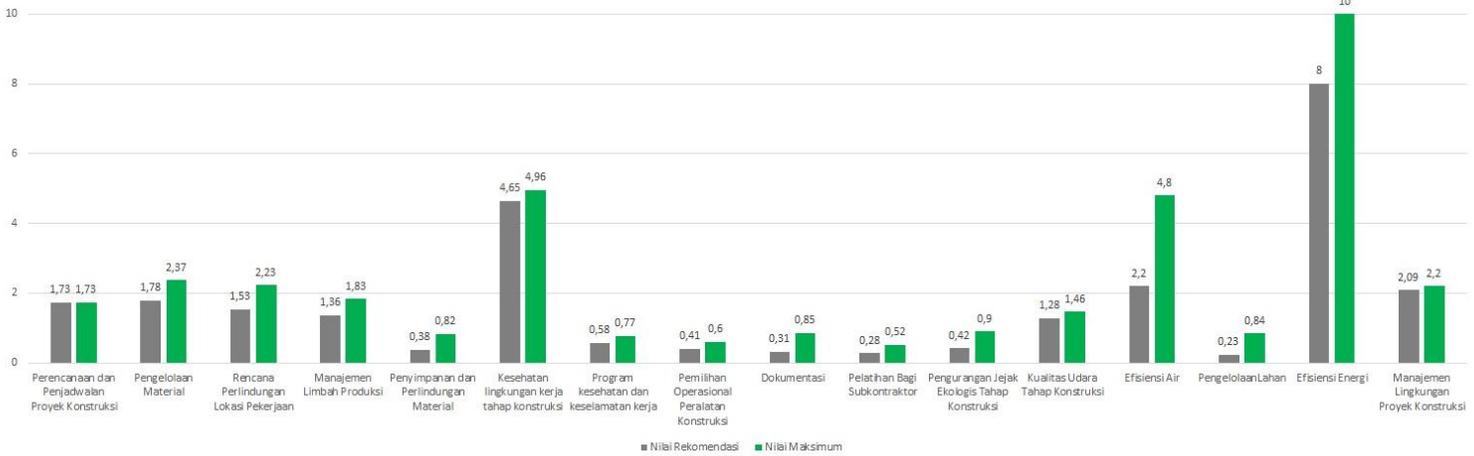


Diagram 5 Nilai Faktor Konstruksi Hijau Rekomendasi

Terdapat 9 faktor pada MAGC yang mengalami peningkatan Nilai Faktor setelah diberikan rekomendasi pada indikator pekerjaan arsitektur yang terdapat pada proyek. Terdapat 1 faktor yang mencapai Nilai maksimum yaitu Manajemen Limbah Konstruksi. Faktor Efisiensi Air dan Efisiensi Energi adalah faktor yang mengalami banyak peningkatan setelah diberikan rekomendasi. (Lihat diagram 5)

Rekomendasi yang telah diberikan berdasarkan 17 indikator pekerjaan arsitektur yang ada pada MAGC juga memberikan peningkatan terhadap aspek konstruksi hijau yang ada pada proyek. Berikut ini adalah diagram NAGC setelah diberikan rekomendasi.



Diagram 6 Nilai Aspek Konstruksi Hijau Rekomendasi

Prosesntase yang di peroleh oleh NAGC setelah diberikan rekomendasi > 70% dari NAGC_{Maksimum}. Terdapat 2 Aspek yang memiliki prosentase NAGC ≥ 90% yaitu Aspek Konservasi Energi dan Aspek Sumber Dan Siklus Material. (Lihat diagram 6)

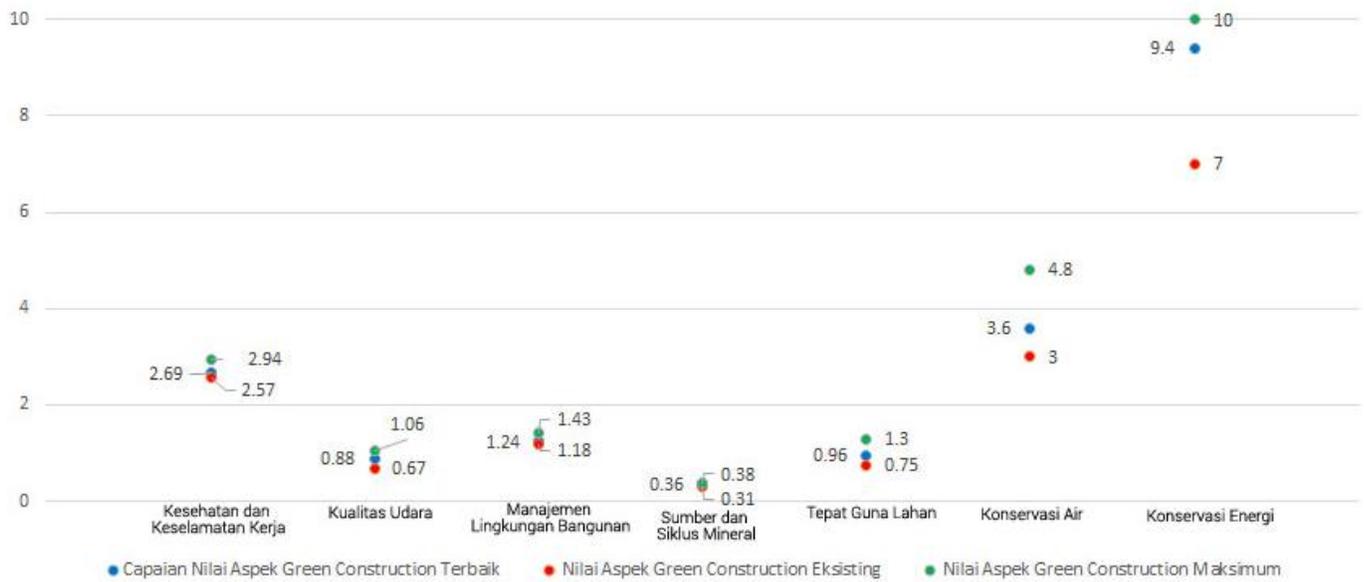


Diagram 7 Perbandingan NAGC Rekomendasi dengan NAGC Terbaik dan Maksimum

Aspek Konservasi Air dan Konservasi Energi adalah aspek yang mengalami banyak peningkatan setelah diberikan rekomendasi. Aspek Efisiensi Air memiliki nilai eksisting 2,2 kemudian setelah diberikan rekomendasi mendapatkan nilai sebesar 3,6. Aspek Konservasi Energi memiliki nilai eksisting 8,00 kemudian setelah diberikan rekomendasi mendapat nilai sebesar 9,0 dan terdapat 1 indikator pekerjaan arsitektur pada aspek Konservasi Energi yang belum bisa diberikan rekomendasi. Aspek yang mendekati Nilai Maksimum Green Construction setelah diberikan rekomendasi adalah Sumber Dan Siklus Material dengan nilai rekomendasi 0,36 dan nilai maksimum yang bisa dicapai 0,38. (Lihat diagram 7)

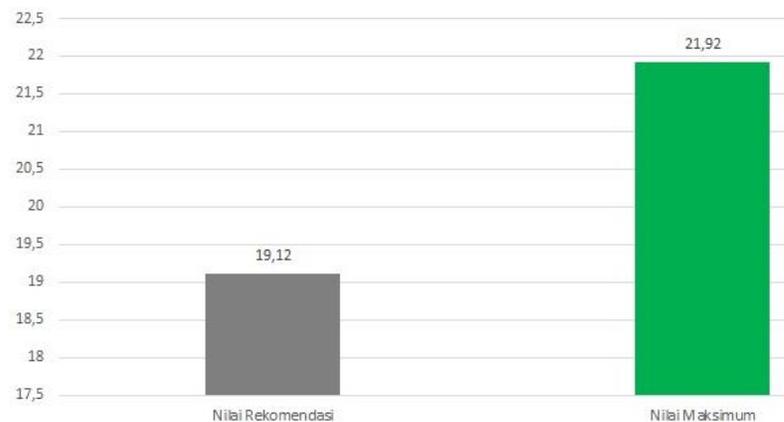


Diagram 8 Nilai Konstruksi Hijau Rekomendasi

Berdasarkan NFGC dan NAGC yang sudah diberikan rekomendasi terjadi peningkatan pada NGC keseluruhan yang dicapai pada proyek. NGC yang sudah diberikan rekomendasi adalah sebesar 18,72. Pemberian rekomendasi pada indikator pekerjaan arsitektur yang belum diimplementasikan berhasil meningkatkan NGC sebesar 2,91 (13,2%). (Lihat diagram 8)

4. Kesimpulan

Penerapan konstruksi hijau pada proyek Perpustakaan Modern Universitas Tanjungpura Kota Pontianak Kalimantan Barat menggunakan MAGC mencapai nilai konstruksi hijau yaitu 15,81 (72,1%) dari nilai maksimum. Indikator yang berhasil dicapai adalah 99 indikator dari total 142 indikator. Penerapan konstruksi hijau pada proyek Perpustakaan Modern Universitas Tanjungpura Kota Pontianak Kalimantan Barat sudah memenuhi NGC_{Terbaik} yaitu NGC yang biasa di capai pada proyek di Indonesia yaitu 15,47. Indikator yang memiliki pendekatan pada pekerjaan arsitektur yang ada pada MAGC memiliki kontribusi yang cukup besar pada penilaian. Terdapat 70 indikator (49,2%) yang merupakan indikator yang memiliki pendekatan terhadap pekerjaan arsitektur. Perpustakaan Modern Universitas Tanjungpura Kota Pontianak Kalimantan Barat sudah berhasil melakukan penerapan konstruksi hijau sebanyak 52 indikator (36,6%). Dari 18 indikator pekerjaan arsitektur terdapat 1 indikator pekerjaan arsitektur yang belum bisa diberikan rekomendasi. Aspek Konservasi Air dan Konservasi Energi adalah aspek yang mengalami banyak peningkatan setelah diberikan rekomendasi. Sintesis akhir yang diperoleh dari data hasil rekomendasi berupa nilai konstruksi hijau rekomendasi sebesar 18,72 (85,4%) dengan peningkatan sebesar 2,91 (13,2%) dari nilai eksisting.

Saran yang diberikan untuk kontraktor pelaksana berupa Penerapan konstruksi hijau pada proyek di Indonesia memerlukan sikap pro-aktif dari semua elemen pelaksana pembangunan yang ada. Pemahaman terhadap penerapan konstruksi hijau dilakukan pada seluruh elemen pelaksana pembangunan mulai dari pekerja, staff pelaksana, manajer pelaksana, *owner* bangunan, dan masyarakat sekitar. Saran yang diberikan untuk akademisi yang ingin melakukan penelitian serupa, diperlukan pemahaman terhadap konstruksi hijau dan pengaruh yang diberikan pekerjaan arsitektur. Pemahaman terhadap indikator-indikator yang ada sangat membantu kelancaran selama proses pengambilan data.

Daftar Pustaka

- Pembangunan Perumahan Tbk. Green Contraction Target. Jakarta: PT.PP
- Ervianto, W.I. 2013. Capaian Green Construction dalam Proyek Bangunan Gedung menggunakan Model Assessment Green Construction.
- Ervianto, W.I. 2015. Implementasi Green Construction sebagai Upaya Mencapai Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia. Makalah dalam *Konferensi Nasional Forum Wahana Teknik ke II*. Agustus 2015.
- Ervianto, W. I. 2012. Kajian Reuse Material Bangunan dalam Konsep Sustainable Construction di Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 12, No.1.