

FAKTOR PENERAPAN NORMATIF *GREEN CONSTRUCTION* PADA PEMBANGUNAN THE ALTON APARTEMEN

Rani Pranita^{1,*}), Mochamad Agung Wibowo¹), Broto Sunaryo²)

¹) *Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro*

Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275

²) *Jurusan Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Diponegoro*

Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275

^{*}) *Email : rani.pranita94@gmail.com*

Abstract

Green Construction is a continuous movement to create quality construction. The government in responding to the management of the implementation of green construction issues regulations that are expected to become development guidelines. This study aims to identify the application of green construction in the implementation of the construction of The Alton Apartemen to achieve the performance that has been determined with a rationalistic positivistic approach. The research methodology uses qualitative methods with in-depth interviews with triangulation to determine its validity. The result is the level of normative application of green construction in the implementation of apartment construction projects, three levels of application are obtained which show the results of the identification of the normative application of green construction. The level of implementation of III was 37% where these aspects have been carried out in a sustainable manner. The level of implementation of II reached 41%, where the implementation has been carried out well. The level of implementation of I is at 22%, which means that the implementation in the field has not been implemented properly.

Kata kunci : *green construction; green supply chain; application;apartment; green practice*

PENDAHULUAN

Green construction mempunyai desain sebagai teknologi yang ramah lingkungan, keadilan sosial, pembangunan ekonomi dan keselamatan dan kesehatan kerja (Wibowo *et al.*, 2018). Penerapan *green construction* diharapkan dapat meningkatkan kinerja serta mengurangi limbah yang dihasilkan dari pelaksanaan konstruksi yang berpotensi pencemaran lingkungan karena salah satu aspek *green construction* yaitu tindakan untuk

mengurangi limbah. Seiring dengan perkembangan *green construction* di Indonesia, Pemerintah melalui Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat mengeluarkan Peraturan Menteri tentang Bangunan Hijau yang diharapkan menjadi acuan pelaksanaan *green construction* dan sebagai pedoman dalam pembangunan.

Penerapan konsep *green construction* diharapkan dapat menghasilkan desain sistem pembangunan yang mendukung konsep efisiensi energi seperti pada

pembangunan apartemen yang menerapkan konsep *green construction* sebagai keunggulan dalam bersaing dan produk baru yang inovatif sekaligus menjawab kebutuhan konsumen yang saat ini mengalami peningkatan kesadaran atas *environmental responsibility*.

Green construction merupakan konsep baru dalam industri konstruksi yang mengurangi dampak negatif bangunan terhadap lingkungan selama siklus hidup (Ervianto, 2014). Tujuan utama dari *green construction* antara lain untuk mengoptimalkan sumber daya, melindungi lingkungan, mengurangi limbah, penggunaan material yang ramah lingkungan, menekan biaya siklus hidup, meningkatkan kualitas lingkungan, dan keuangan yang substansial (Wang *et al.*, 2004). Tahapan untuk menerapkan *green construction* dimulai dari tahap desain, sumber logistik termasuk pergudangan dan transportasi, manajemen kerja, monitoring serta pengendalian (Wibowo *et al.*, 2018). Proses *green construction* tergantung pada keputusan stakeholder pada saat desain dengan biaya dan waktu sebagai parameternya dan dampak ekologis dari produk serta pengelolaan limbah dan daur ulang yang tidak memadai, emisi CO₂ dan konsumsi air dan energi dalam fase produksi (Lintukangas *et al.*, 2016).

Perkembangan *green construction* di Indonesia menyatakan bahwa industri konstruksi di Indonesia berorientasi untuk meminimalisir kerusakan lingkungan, namun justru menjadi pelopor dalam memperbaiki

dan meningkatkan kualitas lingkungan untuk mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan. Perkembangan *green construction* yang ditunjukkan dengan meningkatnya jumlah proyek yang mengadopsi prinsip-prinsip *green construction*. Dalam kajian akademis, penelitian tentang *green construction* di Indonesia mengalami perkembangan cukup pesat yang ditandai dengan meningkatnya kuantitas penelitian.

Pendekatan *green construction* menurut PERMEN PUPR nomor 2 tahun 2015 yang pertama yaitu proses *green construction* dengan cara kerja dan teknologi yang sudah direncanakan pada tahap pemrograman. Metode pelaksanaan *green construction* mempertimbangkan pada minimalisir dampak negatif bagi lingkungan sekitar lokasi konstruksi seperti melakukan penjadwalan, pemantauan dan evaluasi secara berkelanjutan. Penggunaan peralatan, termasuk alat berat dijadwalkan secara efektif dan efisien dengan operator yang profesional. Pada tahap pelaksanaan *green construction* selain proses yakni perilaku dilapangan yang diterapkan untuk menciptakan situasi dan kondisi yang bersifat *green*.

Penyedia jasa merencanakan metode dan teknologi yang dapat memaksimalkan nilai yang ingin dicapai dan berhasil meminimalkan limbah. Praktik perilaku *green* seperti penerapan Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja dalam proyek untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja konstruksi dan meningkatkan produktivitas

kinerja. Perilaku ramah lingkungan seperti penghematan sumber daya dalam proses konstruksi.

Sistem manajemen rantai pasok hijau dalam pelaksanaan *green construction* di lapangan dengan menerapkan kinerja rantai pasok, antara supliyer dan subkontraktor. Hal terpenting dalam proses konstruksi yaitu memastikan hasil dari tahap pelaksanaan konstruksi dapat dimanfaatkan dengan efisien dan efektif. *Green construction* mempunyai tiga dimensi pembangunan berkelanjutan yaitu ekonomi, lingkungan dan sosial berdasarkan kepentingan pemilik proyek dan stakeholder (Jia *et al.*, 2018).

Pengiriman material prefabrikasi memiliki atribut sistem yang sangat bergantung pada sinergi profesional yang berbeda di seluruh desain dan konstruksi bangunan. Dengan demikian, budaya kolaboratif di semua fase pembangunan prefabrikasi harus diolah dengan mempopulerkan model kontrak rekayasa, pengadaan, dan konstruksi (Chang *et al.*, 2018). Elemen fabrikasi ramah lingkungan mulai meningkat dipasaran sehingga memunculkan banyak kajian tentang penggunaan material ramah lingkungan seperti material fabrikasi dalam *green construction* masih berdasarkan evaluasi biaya dibandingkan dengan evaluasi kinerja (Bansal *et al.*, 2017). Material yang diolah di lain tempat proyek disebut dengan material fabrikasi.

Teknologi pre-fabrikasi meningkatkan produktivitas dibandingkan dengan konstruksi

bangunan konvensional. Kekuatan bangunan pre-fabrikasi sudah sesuai dengan spesifikasi, waktu konstruksi cepat dibandingkan dengan durasi konstruksi konvensional (Chang *et al.*, 2018). Penggunaan *Green* material didesain untuk mengganti pekerjaan yang berisiko dengan menggunakan material yang lebih minimum risiko. Pemilihan green materials dan sumber pasokan *green* material merupakan klasifikasi utama dalam proses *green construction* (Wibowo *et al.*, 2018).

Penelitian ini diharapkan dapat menganalisis identifikasi penerapan faktor normative *green construction* sesuai dengan peraturan pemerintah yang dapat diterapkan pada pembangunan apartemen. Penelitian ini mengkaji penerapan aspek normatif *green construction* berdasarkan pada peraturan pemerintah tentang bangunan gedung hijau dengan mengidentifikasi penerapan *green construction* pada pembangunan apartemen. Studi kasus pada penelitian ini yaitu pada tahap pelaksanaan pembangunan proyek The Alton Apartement yang berlokasi di Banyumanik Kota Semarang. Pembangunan *The Alton Apartement* merupakan salah satu proyek dibawah PT. PP (Persero), Tbk dengan mengadopsi konsep *green construction*.

METODE PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan merumuskan permasalahan dan memunculkan pertanyaan penelitian. Melakukan kajian litelature tentang perkembangan *green construction* di

Indonesia. Mengkaji regulasi yang dikembangkan dalam menerapkan *green construction*. Metode penelitian kualitatif dengan studi literatur penerapan normatif *green construction* pada studi kasus dengan pendekatan positivistik rasionalistik dengan mengambil beberapa lingkup terkait *green construction* pada tahap pelaksanaan pembangunan. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif dengan pendekatan studi kasus.

Pengambilan informan narasumber data dilakukan dengan mempertimbangkan keterlibatan langsung informan dalam pelaksanaan proyek pembangunan *The Alton Apartement*. Informan di sumber data yang dikumpulkan kemudian melakukan metode triangulasi untuk mengetahui keabsahannya. Data dan informasi yang akan menjadi fokus penelitian diperoleh melalui Kuesioner dengan membuat ceklist kepada para responden dan mengumpulkan kembali kuesioner yang telah diisi oleh responden. Responden merupakan direksi yang terlibat dalam pelaksanaan proyek berjumlah 6 orang terdiri dari Konsultan Manajemen Konstruksi, Kontraktor Pelaksana, dan Owner.

Hasil dari kuisisioner kemudian disusun menjadi pertanyaan untuk

wawancara kepada informan narasumber dipilih berdasarkan hubungan antar direksi pelaksana yang terlibat dipelaksanaan proyek apartemen *The Alton* yaitu Konsultan Manajemen Konstruksi dan Kontraktor Pelaksana. Setelah melakukan pengumpulan data di lapangan analisis data Triangulasi yang kemudian dituangkan dalam tabel yang memuat penerapan *green construction* pada tahap pelaksanaan untuk di beri penilaian berdasarkan skala penerapan.

Pengukuran untuk mengetahui tingkat penerapan *green construction* dipakai metode *assessment* yang dikembangkan oleh Ervianto (2015) dengan mengelompokkan menjadi tiga tingkatan sebagai berikut: Tingkat Penerapan I: Buruk (sistem manajemen ada, penerapan tidak ada, dokumentasi tidak ada). Tingkat Penerapan II: Sedang (sistem manajemen ada, penerapan ada, dokumentasi tidak ada). Tingkat Penerapan III : Baik Sekali (Sistem manajemen ada, penerapan ada, dokumentasi ada dan dilakukan secara berkelanjutan). Hasil justifikasi yang telah ditabulasikan, selanjutnya dihitung dengan menggunakan rumus menurut Sugiyono (2018) untuk mendapatkan prosentase sebagai berikut:

$$\text{Tingkat penerapan} = \frac{\text{Tingkat Penerapan (A)}}{\text{Tingkat Penerapan (B)}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

Tingkat Penerapan (A) = Total Nilai Skor

Total Tingkat Penerapan (B) = Total Nilai Skor Maksimum Setiap Faktor

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Data survey diambil lokasi pekerjaan pembangunan The Alton apartemen yang terletak di Kota Semarang. Lokasi penelitian dipilih pada saat tahap pelaksanaan proyek konstruksi sehingga mengetahui tingkat penerapan *green construction*. Dari hasil studi literatur penelitian terdahulu yang dikembangkan oleh Ervianto (2015) yang menggunakan metode *assessment* untuk menentukan nilai aspek-aspek penerapan *green*

construction pada pembangunan konstruksi, kemudian ditabulasikan dalam tabel yang disajikan pada tabel pengukuran penerapan *green construction* dalam pelaksanaan *green construction* dibagi menjadi tiga aspek yaitu proses *green construction*, perilaku *green* dan *green supply chain management*. Hasil dari pengolahan data dengan metode *assessment* dituangkan dalam Tabel 1 yaitu Tingkat Pengukuran Penerapan *Green construction*.

Tabel 1. Tingkat Pengukuran Penerapan *Green construction*

No	ASPEK	PENERAPAN	TINGKAT PENERAPAN		
			1	2	3
I	Proses <i>Green construction</i>				
A	Metode Pelaksanaan <i>Green construction</i>				
1		Memantau dan mengevaluasi keseluruhan pekerjaan			√
2		Melaksanakan evaluasi pekerjaan dan perbaikan melalui rapat direksi secara periodik.			√
3		Mengimplementasi praktik lean construction selama proyek	√		
4		Direksi melaksanakan pertemuan di proyek secara periodik untuk mengidentifikasi permasalahan dan mencari solusi, memperkuat persepsi tentang kerja sama dan komunikasi			√
5		Merencanakan dan menjadwalkan time schedule berupa S-Curve pelaksanaan proyek.			√
6		Melaksanakan rapat evaluasi di proyek guna mengevaluasi kinerja secara berkala.			√
		TINGKAT PENERAPAN A	1	0	5
B	Pengoptimalan Penggunaan Peralatan				
1		Melaksanakan manajemen alat berat dengan pengawasan operasional peralatan serta melakukan pemeliharaan secara berkala.		√	
2		Memiliki izin laik fungsi dalam mengoperasikan alat berat.		√	
3		Menggunakan operator alat berat yang bersertifikat			√
4		Menjadwalkan pengoperasian alat berat dengan meminimalkan waktu jeda.		√	

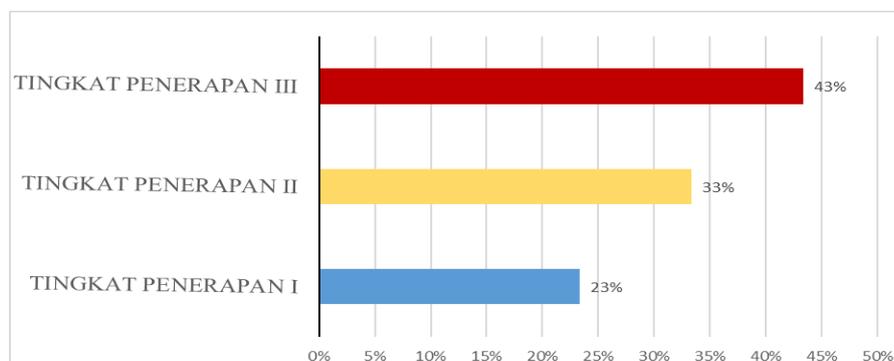
No	ASPEK	PENERAPAN	TINGKAT PENERAPAN		
			1	2	3
5		Melakukan penjadwalan, pemantauan dan evaluasi Penggunaan peralatan, termasuk alat berat dijadwalkan secara efektif dan efisien dengan operator yang professional.			√
6		Penjadwalan operasi alat-alat berat, dimana setiap alat berat dan operator mempunyai porsi masing-masing			√
		TINGKAT PENERAPAN B	0	3	3
C	Manajemen Pengelolaan Limbah Konstruksi				
1		Memaksimalkan pemakaian material termasuk alat bantu dengan menekan sampah pekerjaan konstruksi			√
2		Mempersiapkan area untuk pemilahan sisa material sebelum didaur ulang		√	
3		Membuat gudang penyimpanan matrial yang memadai dan sesuai dengan standar sehingga dapat digunakan secara efektif	√		
4		Menyediakan tempat penyimpanan material yang sesuai dengan cara meningkatkan nilai kembali.		√	
5		Pengelolaan material dengan penyimpanan di lokasi, proses daur ulang material yang terdefinisi dengan baik, lingkungan yang terkontrol	√		
6		Menyediakan lokasi pembuangan limbah tanah urug.			√
		TINGKAT PENERAPAN C	2	2	2
D	Penerapan Konservasi Air				
1		Melakukan pembuatan sumur pantau untuk melakukan pengamatan penurunan muka air tanah			√
2		Pada pelaksanaan kurasan air (<i>Dewatering</i>) sudah disetujui angka penurunan air tanah di lingkungan radius pelaksanaan konstruksi			√
3		Membuat rencana pencegahan maupun penanggulangan penurunan muka air tanah di lingkungan radius pelaksanaan konstruksi	√		
4		Menggunakan air kurasan kembali dengan memanfaatkan metode filtrasi air pada pelaksanaan konstruksi.	√		
5		Tidak membuang air limbah konstruksi ke aliran sungai dan badan air, injeksi bawah tanah		√	
6		Tipe metode <i>dewatering</i> yaitu Pengeringan langsung		√	
7		Membuat recharge well berupa sumur resapan dan atau lubang biopori	√		
8		Terdapat sistem penahan air permukaan.		√	
		TINGKAT PENERAPAN D	3	3	2
E	Penerapan Konservasi Energi Pada Pelaksanaan Konstruksi				
1		Melakukan pemasangan kWh meter, memakai lampu hemat energi atau sensor otomatis dilokasi pekerjaan		√	
2		Menggunakan peralatan dan sumber energi yang SNI dan lulus uji emisi.		√	

No	ASPEK	PENERAPAN	TINGKAT PENERAPAN		
			1	2	3
3		prevention of spills and leaks, total electricity usage, total use of fuel, use of other energy	√		
4		Installation of KWH meter on the system load			√
		TINGKAT PENERAPAN E	1	2	1
		TOTAL TINGKAT PENERAPAN PROSES GREEN CONSTRUCTION	7	10	13
II	Perilaku Green Practice				
A	Penerapan Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja				
1		Implementing prevention actions to ensure equipment, material, not thrown away, from high places and cause accidents.			√
2		Doing accident prevention efforts for workers, by doing periodic evaluation.			√
3		Management commitment by increasing communication, consultation and employee participation, allocation of resources that are needed, evaluation and monitoring of performance, integration of systems			√
4		Doing safety inspection program to identify dangerous conditions and modify conditions in a periodic manner			√
5		Implementing safety and health training program for personnel in the field		√	
6		Meeting the completeness of Safety and Health Administration (K3), providing completeness of equipment and supporting program K3			√
7		Implementing control administration to reduce and eliminate risk of danger.		√	
		TINGKAT PENERAPAN A	0	2	5
B	Penerapan Perilaku Ramah Lingkungan				
1		Doing scheduling related to shipping and use of material in the project.		√	
2		Setting criteria for use of heavy equipment for mobilization of material use in the project.		√	
3		Preventing noise that occurs during the implementation of work during the construction process	√		
4		Implementing vibration measurement on the implementation of construction			√
5		Using equipment that is suitable for the needs of the project with risk mitigation in the environment.		√	
6		Construction activities calculate the potential negative impact on the environment	√		
		TINGKAT PENERAPAN B	2	3	1
		TOTAL TINGKAT PENERAPAN GREEN PRACTICE	2	5	6
III	Manajemen Logistik Material				
A	Penerapan Manajemen Penggunaan Material				

No	ASPEK	PENERAPAN	TINGKAT PENERAPAN		
			1	2	3
1		Melakukan penjadwalan terkait pengiriman dan pemanfaatan material dalam proyek.		√	
2		Menetapkan kriteria penggunaan alat berat untuk mobilisasi penggunaan material dalam proyek.		√	
3		Menciptakan mekanisme yang efektif dalam mengurangi biaya, meningkatkan efisiensi, mengurangi konsumsi energi,	√		
4		Melakukan pengendalian stok, pemantauan material di lokasi,		√	
5		Mengefektifkan penggunaan material, yang dievaluasi secara berkala.		√	
6		Meminimalisir mobilisasi logistik dengan membuat titik zonasi penempatan material.			√
		TINGKAT PENERAPAN A	1	4	1
B	Pemilihan Pemasok dan/atau Sub kontraktor				
1		Pemilihan pemasok/ sub-kontraktor berada di wilayah terdekat		√	
2		Menggunakan material buatan Indonesia		√	
3		Integrasi antara desain, pasokan komponen bangunan, logistik, yang memerlukan metode pengiriman material yang lebih sinergis		√	
4		Jarak antara pemasok dengan lokasi pekerjaan harus dipertimbangkan untuk meminimalkan jejak transportasi	√		
5		Pemasok material dan/atau alat yang beralamat dekat dengan lokasi proyek	√		
		TINGKAT PENERAPAN B	2	3	0
	TOTAL TINGKAT PENERAPAN MANAJEMEN LOGISTIK MATERIAL		3	7	1

Pengelompokan tingkat penerapan *green construction* berdasarkan identifikasi di lapangan, kemudian dihitung berdasarkan prosentase aspek penerapan *green construction* menjadi

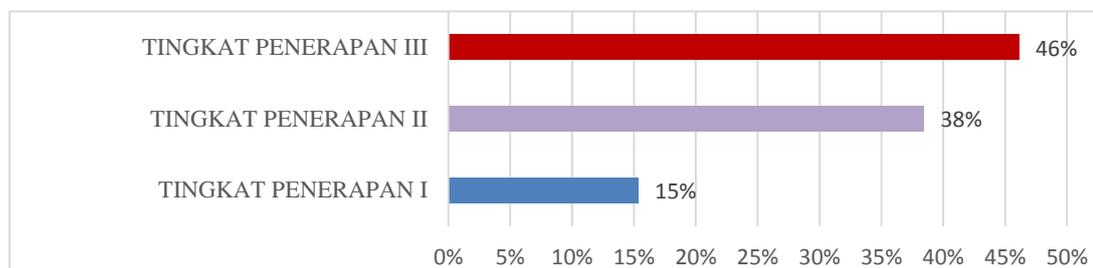
tingkat penerapan I, tingkat penerapan II dan tingkat penerapan III yang disajikan dalam bentuk diagram pada Grafik 1. Pengelompokan Tingkat Penerapan Proses *Green construction*.



Grafik 1. Pengelompokan Tingkat Penerapan Proses *Green construction*

Pada proses *green construction* yang meliputi penerapan aspek metode pelaksanaan, manajemen alat berat, pengelolaan limbah, konservasi air dan konservasi energi dari hasil identifikasi dan pengukuran tingkat penerapan didapat angka 43% pada tingkat penerapan III dimana hal aspek tersebut sudah dilaksanakan secara berkelanjutan. Tingkat penerapan II

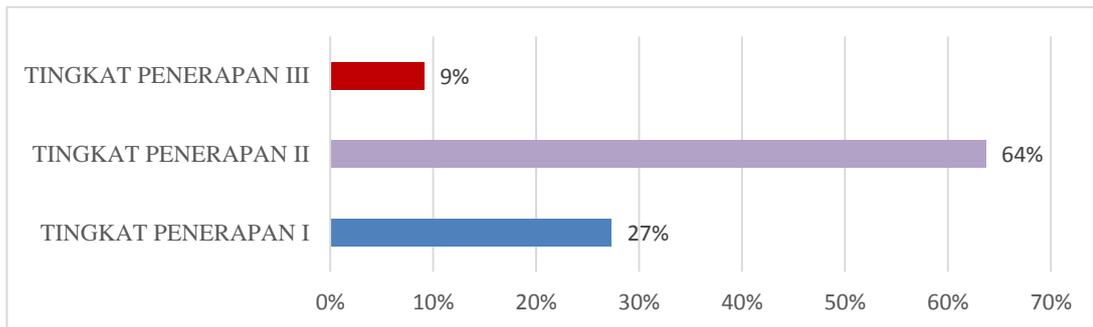
menjapai 33% dari pengelompokan proses *green construction*, dimana penerapan sudah dilaksanakan dengan baik. Tingkat penerapan I masih dalam angka 23% dari total proses *green construction* yang artinya penerapan di lapangan belum dapat dilakukan dengan baik tertuang pada Grafik 2. Pengelompokan Tingkat Penerapan Perilaku Green.



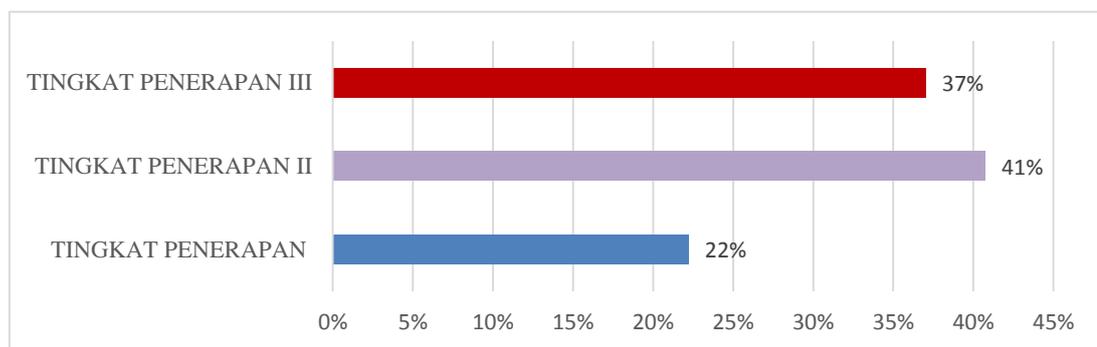
Grafik 2. Pengelompokan Tingkat Penerapan Perilaku Green

Pada perilaku *green practice* yang meliputi penerapan aspek metode sistem keselamatan dan kesehatan kerja dan perilaku ramah lingkungan dari hasil identifikasi dan pengukuran tingkat penerapan didapat angka 46% pada tingkat penerapan III dimana hal aspek tersebut sudah dilaksanakan secara berkelanjutan khususnya pada penerapan keselamatan dan kesehatan kerja. Tingkat penerapan II mencapai 38% dari pengelompokan proses *green construction*, dimana penerapan sudah dilaksanakan dengan baik. Tingkat penerapan I masih dalam angka 15% dari total perilaku *green practice* yang artinya penerapan di lapangan belum dapat dilakukan dengan baik. Seperti pada Grafik 3. Pengelompokan Tingkat Penerapan pada *Green Supply Chain*.

Hasil pengelompokan pada *Green Supply Chain* material yang meliputi penerapan aspek pengelolaan material dan pemilihan pemasok atau sub-kontraktor dari hasil identifikasi dan pengukuran tingkat penerapan didapat angka 9% pada tingkat penerapan III dimana hal aspek tersebut sudah dilaksanakan secara berkelanjutan khususnya pada penerapan keselamatan dan kesehatan kerja. Tingkat penerapan II mencapai 64% dari pengelompokan proses *green construction*, dimana penerapan sudah dilaksanakan dengan baik. Tingkat penerapan I masih dalam angka 27% dari total *Green Supply Chain* material yang artinya penerapan di lapangan belum dapat dilakukan dengan baik. Seperti pada Grafik 4. Tingkat Penerapan *Green construction*.



Grafik 3. Pengelompokan Tingkat Penerapan *Green Supply Chain*



Grafik 4. Tingkat Penerapan *Green construction*

Hasil pengukuran tingkat penerapan *green construction* pada pelaksanaan proyek *The Alton Apartemen* yang meliputi aspek proses metode pelaksanaan konstruksi, perilaku *green practice* dan manajemen pengelolaan material. Hasil identifikasi dan pengukuran tingkat penerapan didapat tingkat penerapan III sebesar 37% dimana hal aspek tersebut sudah dilaksanakan secara berkelanjutan. Tingkat penerapan II mencapai 41%, dimana penerapan sudah dilaksanakan dengan baik. Tingkat penerapan I masih dalam angka 22% yang artinya penerapan di lapangan belum dapat dilakukan dengan baik.

SIMPULAN

Jumlah faktor penerapan *green construction* yang dihasilkan secara

keseluruhan yaitu 54 indikator yang terdiri dari 3 aspek dengan 3 tingkat pengukuran penerapan. Rincian hasil pengukuran penerapan normatif *green construction* pada aspek proses *green construction* tingkat penerapan III sebanyak 43% dengan kategori sudah dilaksanakan secara berkelanjutan, tingkat penerapan II sebanyak 33% dengan kategori penerapan sudah dilaksanakan dengan baik. Tingkat penerapan I diangka 23% dengan kategori lapangan belum dapat dilakukan dengan baik. Pengukuran tingkat penerapan pada perilaku *green practice* didapat angka 46% pada tingkat penerapan III, tingkat penerapan II mencapai 38% dan tingkat penerapan I masih dalam angka 15% dari total perilaku *green practice* yang artinya penerapan di lapangan

belum dapat dilakukan dengan baik. Hasil pengelompokan pada manajemen logistik material pengukuran tingkat penerapan didapat angka 9% pada tingkat penerapan III, tingkat penerapan II mencapai 64% dari pengelompokan manajemen logistik material, dan tingkat penerapan I masih dalam angka 27% dari total manajemen logistik material.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini merupakan bagian dari laporan tesis penulis di Jurusan Magister Teknik Sipil Konsentrasi Manajemen Kontruksi, Universitas Diponegoro Semarang. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direksi pembangunan proyek The Alton Apartement atas kesempatan yang diberikan dan memberikan masukan kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

Bansal, Sunita., Biswas Srijit., Singh, S.K., 2017, Fuzzy decision approach for selection of most suitable construction method of Green Buildings. *International journal of sustainable built environment*. 6, 122–132.

Chang, Yuan., Li, Xiaodong., Masanet, Eric., Zhang, Lixiao., Huang, Zhiye., Ries, Robert, 2018, Unlocking the green opportunity for prefabricated buildings and construction in China, *Resources, Conservation & Recycling* 139, 259–261

Ervianto, Wulfram I., 2014, Kendala kontraktor dalam menerapkan

green construction untuk proyek konstruksi di Indonesia , Seminar Nasional X – 2014 Teknik Sipil ITS Surabaya.

Ervianto, Wulfram I., 2015, Identifikasi Indikator *Green construction* Pada Proyek Konstruksi Bangunan di Indonesia.

Jia, Fu., Gong, Yu., & Brown, Steve, 2018,. Multi-tier sustainable supply chain management. *International Journal Of Economics*. 0925-5273

Lintukangas, Katrina., Kahkonen, Anni-Kaisha., Ritala Pavoo, 2016, Supply risk as driven of green supply management adoption, *Journal of Cleaner Production* 112, 1901-1909

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, Nomor 02/prt/M/2015 Tentang Bangunan Gedung Hijau

Wang, W., Zmeureanu, R., Rivard, H., 2015, Applying Multi-Objective Genetic Algorithms in Green Building Design Optimization, *Building and Environment*, 40 (2004), 1512-1525.

Wibowo, M, Agung., Handayani, Naniek Utami., Mustikasari, Anita, 2018, Faktor-faktor untuk menerapkan green supply chain management di industri konstruksi, *Juornal of industrial engineering and management*. 1194): 73-89