



HIMPUNAN
A H L I
KONSTRUKSI
INDONESIA

PROCEEDING

ISBN : 978-602-8605-05-2

SEMINAR & PAMERAN HAKI 2012

KONSEP *GREEN BUILDING* & BANGUNAN TAHAN GEMPA DI INDONESIA

10-11 JULI
2012

Hotel Borobudur - Jakarta

Disponsori oleh :



Mr. SAFETY®
your reliable building partner
"Our Quality means Safety"



Daftar Isi

Hal.

- i. Kata Pengantar
- ii. Daftar Isi
- iv. Jadwal Seminar dan Pameran HAKI 2011

Hal.	Judul Makalah	Pembicara
1.	NEXT STEP IS TO SELECT GOOD STRUCTURES FOR PEOPLE	Akira Wada
2.	PERATURAN GUBERNUR NO. 38 TAHUN 2012 TENTANG BANGUNAN GEDUNG HIJAU	Pandita Adiningrat
3.	DEVELOPMENT OF EARTHQUAKE TIME SERIES FOR TALL BUILDING DESIGN	Sindhu Rudianto
4.	EVALUASI PERILAKU DAN KINERJA STRUKTUR BANGUNAN BETON BERTINGKAT DENGAN ANALISIS NONLINIER STATIK DAN DINAMIK STUDI KASUS: MENARA BATAVIA SALEMBA-JAKARTA	Bambang Budiono, Grace Sandika
5.	RANCANGAN GEDUNG 50-LANTAI THE PAKUBUWONO SIGNATURE DENGAN METODE NON-LINEAR RESPONSE HISTORY ANALYSIS	Davy Sukamta, Nick Alexander
6.	PARTIAL CAPACITY DESIGN, A CASE STUDY OF STRUCTURE WITH VERTICAL SET-BACK	B. Lumantarna, P. Pudjisuryadi, I. Muljati, S. Teddy
7.	BUILDING CONTRIBUTION TO GREEN ENVIRONMENT - ATMI CIKARANG CASE STUDY ON PREVIOUS & CONCRETE CORE ACTIVATION	Gregorius Wahyu Kurniawan
8.	WATERPROOFING FOR ROOF GARDEN	Handi Prajitno
9.	KONSEP GREEN BUILDING TEKNOLOGI COATING TERKINI UNTUK BANGUNAN RAMAH LINGKUNGAN	Apriyani
10.	INTEGRAL WATERPROOFING THROUGH CRYSTALLIZATION WATER CONTROL AND GROUND IMPROVEMENT USING SPECIALIST RESINS AND GROUTS	Lawrence Halls
11.	A REVIEW ON THE APPLICATION OF THERMAL INSULATION FOR EXISTING BUILDING - LIFE CYCLE ANALYSIS, THERMAL COMFORT AND ENERGY SAVING	Teo Yuet Shang Bridget
12.	THE PRECAST SEGMENTAL FOR CASABLANCA PROJECT AS SOLUTION OF VIADUCT CONSTRUCTION IN URBAN AREA OF JAKARTA	Yohannes Prakoso R., Wing Wibowo, Johanes Tjintat Mijarsa
13.	PERENCANAAN DAN PELAKSANAAN KONSTRUKSI JALAN LAYANG NON TOL DKI DENGAN MENGGUNAKAN BOX GIRDER SEGMENTAL PRACETAK DAN PRATEGANG SEBAGAI METODA YANG MEMENUHI KONSEP KONSTRUKSI HIJAU	Hari Nugraha Nurjaman, HR Sidjabat, Gambiro, Ismu Sutopo, Surakhman, Diki N Mayadi
14.	KONTRIBUSI KONSTRUKSI HIJAU PADA PENCIPTAAN GEDUNG YANG RAMAH LINGKUNGAN	Muhamad Abduh, Rizal Taufiq Fauzi
15.	PERKEMBANGAN TERKINI TEKNOLOGI MATERIAL BETON HIJAU	Iswandi Imran, Partogi H. Simatupang

Hal.	Judul Makalah	Pembicara
16.	IMPLEMENTATION OF BRIDGESTONE SEISMIC ISOLATION TECHNOLOGY IN INDONESIA	Nobuo Murota, Yusuke Samejima
17.	PERENCANAAN PEREDAM MASSA TERSELARAS DENGAN FORMULA SEDERHANA UNTUK MENGURANGI RESPONS STRUKTUR AKIBAT GEMPA	Yoyong Arfiadi
18.	ANALISIS GETARAN NON LINIER PADA STRUKTUR LANGSING DAN FLEKSIBEL	Anwar Dolu, Amrinsyah Nasution
19.	PERATURAN BAJA STRUKTURAL INDONESIA UNTUK GEDUNG SNI 1729-20XX	Suradjin Sutjipto
20.	NILAI FAKTOR KUAT LEBIH BAJA INDONESIA UNTUK STRUKTUR BAJA TAHAN GEMPA	Muslinang Moestopo, Veby Citra Simandjuntak
21.	ON HIGH STIFFNESS STEEL SHEET PILE FOR THE RETAINING WALL AND QUAY WALL	Kei Teshima, Ryohsuke Nagatsu, Shigeki Terasaki, Tetsuya Akahoshi, Endra Susila, Hendryawan, Muslinang Moestopo
22.	SEISMIC STRUCTURAL DESIGN WITH JUMBO SIZE COLD FORMED HOLLOW STRUCTURAL SECTION COLUMN	Hiroataka Futamura
23.	KRITERIA PERENCANAAN GEMPA UNTUK JEMBATAN BENTANG PANJANG	Jodi Firmansjah
24.	SIMULASI KERUNTUHAN JEMBATAN MAHAKAM II	Sindur P. Mangkoesobroto
25.	PROFESIONALISME PRAKTIKI JASA KONSTRUKSI INDONESIA	Dradjat Hoedajanto

Isi dan substansi makalah sepenuhnya merupakan pendapat dan tanggung jawab penulis ybs, dan tidak merupakan pendapat HAKI

JADWAL SEMINAR DAN PAMERAN HAKI 10-11 JULI 2012

KONSEP GREEN BUILDING & BANGUNAN TAHAN GEMPA DI INDONESIA

SEMINAR HARI PERTAMA TGL. 10 JULI 2012

JAM		PEMBICARA
07.00 - 08.15	Pendaftaran ulang	
08.15 - 08.20	Pembukaan	Irma
08.20 - 08.25	Sambutan Ketua Panitia dan Pameran HAKI 2012	M. Moestopo
08.25 - 08.30	Sambutan Ketua HAKI	D. Hoedajanto
KEY NOTE : SEISMIC DESIGN		
08.30 - 09.10	Next Step is To Select Good Structures for People	Akira Wada
09.10 - 09.20	Tanya jawab	
09.20 - 09.50	Rehat Kopi dan Tinjauan Pameran	
SEISMIC ANALYSIS AND DESIGN		
09.50 - 10.15	Development Of Earthquake Time Series For Tall Building Design	Sindhu Rudianto
10.15 - 10.40	Evaluasi Perilaku Dan Kinerja Struktur Bangunan Beton Bertingkat Dengan Analisis Nonlinier Statik Dan Dinamik	Bambang Budiono, Grace Sandika
10.40 - 11.05	Rancangan Gedung 50-Lantai The Pakubuwono Signature Dengan Metode Non-Linear Response History Analysis	Davy Sukamta, Nick Alexander
11.05 - 11.30	Partial Capacity Design, A Case Study Of Structure With Vertical Set-Back	Benjamin Lumantarna, P. Pudjisuryadi, I.Muljati, S.Teddy
11.30 - 11.45	Tanya jawab	
11.45 - 13.00	Makan Siang dan Tinjauan Pameran	
MATERIALS		
13.00 - 13.25	Building Contribution to Green Environment – ATMI Cikarang Case Study on Pervious & Concrete Core Activation	G.Wahyu Kurniawan
13.25 - 13.50	Waterproofing For Roof Garden	Handi Prayitno
13.50 - 14.15	Konsep Green Building Teknologi Coating Terkini Untuk Bangunan Ramah Lingkungan	Apriyani
14.15 - 14.40	Integral Waterproofing Through Crystallization Water Control And Ground Improvement Using Specialist Resins	Lawrence Halls
14.40 - 15.05	A Review On The Application Of Thermal Insulation For Existing Building - Life Cycle Analysis, Thermal Comfort And Energy Saving	Teo Yuet Shang Bridget
15.05 - 15.20	Tanya jawab	
15.20 - 15.50	Rehat Kopi dan Tinjauan Pameran	

JAM		PEMBICARA
BRIDGE CONSTRUCTION		
15.50 - 16.05	Pengumuman tentang CECAR6	Iswandi Imran
16.05 - 16.30	The Precast Segmental For Casablanca Project As Solution Of Viaduct Construction In Urban Area Of Jakarta	Y. Prakoso, Wing Wibowo, J. Tjintamijarsa
10.30 - 16.55	Perencanaan Dan Pelaksanaan Konstruksi Jalan Layang Non Tol DKI Dengan Menggunakan Box Girder Segmental Pracetak Dan Prategang Sebagai Metoda Yang Memenuhi Konsep Konstruksi Hijau	Hari Nugraha N, HR Sidjabat, Gambiro Surakhman, Diki N Mayadi
16.55 - 17.10	Tanya jawab	
PENUTUPAN SEMINAR DAN PAMERAN HAKI HARI PERTAMA		

SEMINAR HARI KEDUA TGL. 11 JULI 2012

JAM		PEMBICARA
08.10 - 08.15	Pembukaan	MC
KEY NOTE : GREEN BUILDING		
08.30 - 09.10	Peraturan Gubernur No. 38 Tahun 2012 Tentang Bangunan Gedung	Pandita Adiningrat
GREEN BUILDING AND CONSTRUCTION		
09.10 - 09.35	Kontribusi Konstruksi Hijau pada Penciptaan Gedung Yang Ramah Lingkungan	Muhamad Abduh, R.T Fauzi
09.35 - 10.00	Perkembangan Terkini Teknologi Material Beton Hijau	Iswandi Iswandi Partogi H.Simatupang
10.00 - 10.15	Tanya jawab	
10.15 - 10.45	Rehat Kopi dan Tinjauan Pameran	
SEISMIC ANALYSIS AND DESIGN		
10.45 - 11.10	Implementation of Bridgestone Seismic Isolation Technology in Indonesia	Nobuo Murota, Yusuke Samejima
11.10 - 11.35	Perencanaan Peredam Massa Terselaras Dengan Formula Sederhana Untuk Mengurangi Respons Struktur Akibat Gempa	Yoyong Arfiadi
11.35 - 12.00	Analisis Getaran Non Linier Pada Struktur Langsing dan Fleksibel	Anwar Dolu, Amrinsyah Nasution
12.00 - 12.15	Tanya jawab	
12.15 - 13.30	Makan Siang dan Tinjauan Pameran	

KONTRIBUSI KONSTRUKSI HIJAU PADA PENCIPTAAN GEDUNG YANG RAMAH LINGKUNGAN

Muhamad Abduh dan Rizal Taufiq Fauzi

ABSTRAK

Akhir-akhir ini, bangunan ramah lingkungan atau disebut juga bangunan hijau (*green building*), banyak dibicarakan dan bahkan telah banyak pula didirikan di Indonesia sebagai salah satu pendekatan untuk mencapai konstruksi yang berkelanjutan (*sustainable construction*). Pemerintah, melalui Kementerian Lingkungan Hidup dan juga Pekerjaan Umum, telah membuat kebijakan untuk mewadahi kebutuhan akan bangunan hijau ini dengan pengaturan tata-cara penilaian dan persyaratan personil penilai bangunan hijau. Di lain pihak, kebutuhan akan pembangunan bangunan ramah lingkungan untuk bangunan baru yang didirikan telah direspon positif dengan adanya inisiatif sistem *assessment* dan sertifikasi yang dilakukan oleh sebuah lembaga independen. Bahkan belakangan ini telah muncul pula pelaksana konstruksi yang mengklaim perusahaannya telah melakukan proses konstruksi yang hijau pula. Terlepas dari kebutuhan yang tinggi dan sangat menjanjikan ini, dunia konstruksi di Indonesia perlu mendapatkan pemahaman yang benar akan signifikansi dari bangunan ramah lingkungan dan bagaimana menciptakannya. Konsep konstruksi hijau merupakan sarana untuk pengejawantahan bangunan ramah lingkungan dengan melalui tiga pendekatan penting, yaitu perilaku pelaksana yang ramah lingkungan (*green behavior and practices*), dukungan rantai pasok yang hijau (*green supply chains*), dan penggunaan metoda operasi konstruksi yang ramping (*green construction processes*). Makalah ini akan membahas pentingnya konsep konstruksi hijau konstruksi tersebut dalam penciptaan bangunan hijau yang sebenarnya.

KATA KUNCI: bangunan hijau, keberlanjutan, konstruksi hijau, rantai nilai

ABSTRACT

Recently, green building movements have been discussed and implemented as part of efforts to achieve sustainable construction in Indonesia. The government agencies, i.e., the ministry of public works and the ministry of environment, have issued policies to accommodate green building development by providing regulations on assessment system and certification of the assessors. On the other hand, the needs for constructing new green buildings have been responded by the development of assessment and certification systems by an independent body, recently some construction firms have also declared themselves as green contractors. Regardless how significant and prospective the green building movements, the Indonesian construction practitioners need to have an appropriate understanding on the rationale of green building and on how to acquire it. Green construction concept comes into play as tools to realize the green building using three interrelated approaches, i.e., green behavior and practices, green supply chains, and green construction processes. This paper discusses on how the concept of green construction could achieve the real value of the green buildings.

KEYWORDS: green building, green construction, sustainability, value chain

Sekilas HAKI

Himpunan Ahli Konstruksi Indonesia (HAKI) didirikan pada tanggal 2 Oktober 1971 oleh 36 orang insinyur dalam bidang ketekniksipilan. Saat ini jumlah anggota HAKI mencapai 4.912 orang, terdiri dari Anggota Muda = 4.437 orang, Anggota Biasa = 471 orang dan Anggota Peninjau = 4 orang, tersebar di berbagai Komisariat Daerah (Komda) di Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi dan Papua.

Tujuan

(dikutip dari Anggaran Dasar HAKI)

1. Mempertinggi taraf ilmu teknik konstruksi dan ilmu-ilmu yang berhubungan dengan itu;
2. Melakukan usaha di bidang ilmu teknik konstruksi dan ilmu-ilmu yang berhubungan dengan itu untuk kepentingan ilmu pengetahuan, Negara, masyarakat umumnya serta para anggota khususnya;
3. Membina perkembangan dan kemajuan pengetahuan para ahli konstruksi pada umumnya;
4. Memupuk ahli-ahli konstruksi yang berkepribadian dan berbudi luhur serta menaati Kode Etik dalam menjalankan profesinya;
5. Membina jiwa korps yang sehat diantara para anggota HAKI sehingga HAKI dapat dirasakan sebagai wadah yang ideal bagi para ahli konstruksi.

Program

Untuk mencapai tujuan tersebut, berbagai program dan kegiatan dilaksanakan secara berkala, diantaranya:

1. Seminar dan Pameran Teknik
2. Kursus Singkat (nasional maupun di berbagai Komda)
3. Sertifikasi Insinyur Profesional
4. Penerbitan Jurnal
5. Penerbitan Newsletter
6. Situs : www.haki.or.id

Selain itu HAKI aktif berpartisipasi dalam berbagai komunitas jasa konstruksi, termasuk sebagai penyelenggara pertemuan internasional di bidang teknik sipil: Asian Concrete Federation-International Conference (Bali, 2006), dan Civil Engineering Conference in Asian Region (CECAR-2013).

Informasi lebih lanjut mengenai HAKI, termasuk jurnal, newsletter, dan berbagai dokumen teknis mengenai konstruksi, dapat diperoleh di: www.haki.or.id

Sekretariat :

Jl. Tebet Barat Dalam X/5, Jakarta 12810
Telp. 021 - 829 8518, 8351186, Fax. 021 - 8316451
Email : haki@haki.or.id
Website : www.haki.or.id.

KONTRIBUSI KONSTRUKSI HIJAU PADA PENCIPTAAN GEDUNG YANG RAMAH LINGKUNGAN

Muhamad Abduh dan Rizal Taufiq Fauzi

ABSTRAK

Akhir-akhir ini, bangunan ramah lingkungan atau disebut juga bangunan hijau (*green building*), banyak dibicarakan dan bahkan telah banyak pula didirikan di Indonesia sebagai salah satu pendekatan untuk mencapai konstruksi yang berkelanjutan (*sustainable construction*). Pemerintah, melalui Kementerian Lingkungan Hidup dan juga Pekerjaan Umum, telah membuat kebijakan untuk mewadahi kebutuhan akan bangunan hijau ini dengan pengaturan tata-cara penilaian dan persyaratan personil penilai bangunan hijau. Di lain pihak, kebutuhan akan pembangunan bangunan ramah lingkungan untuk bangunan baru yang didirikan telah direspon positif dengan adanya inisiatif sistem *assessment* dan sertifikasi yang dilakukan oleh sebuah lembaga independen. Bahkan belakangan ini telah muncul pula pelaksana konstruksi yang mengklaim perusahaannya telah melakukan proses konstruksi yang hijau pula. Terlepas dari kebutuhan yang tinggi dan sangat menjanjikan ini, dunia konstruksi di Indonesia perlu mendapatkan pemahaman yang benar akan signifikansi dari bangunan ramah lingkungan dan bagaimana menciptakannya. Konsep konstruksi hijau merupakan sarana untuk pengejawantahan bangunan ramah lingkungan dengan melalui tiga pendekatan penting, yaitu perilaku pelaksana yang ramah lingkungan (*green behavior and practices*), dukungan rantai pasok yang hijau (*green supply chains*), dan penggunaan metoda operasi konstruksi yang ramping (*green construction processes*). Makalah ini akan membahas pentingnya konsep konstruksi hijau konstruksi tersebut dalam penciptaan bangunan hijau yang sebenarnya.

KATA KUNCI: bangunan hijau, keberlanjutan, konstruksi hijau, rantai nilai

GREEN CONSTRUCTION CONTRIBUTION TO THE REALIZATION OF GREEN BUILDINGS

ABSTRACT

Recently, green building movements have been discussed and implemented as part of efforts to achieve sustainable construction in Indonesia. The government agencies, i.e., the ministry of public works and the ministry of environment, have issued policies to accommodate green building development by providing regulations on assessment system and certification of the assessors. On the other hand, the needs for constructing new green buildings have been responded by the development of assessment and certification systems by an independent body, recently some construction firms have also declared themselves as green contractors. Regardless how significant and prospective the green building movements, the Indonesian construction practitioners need to have an appropriate understanding on the rationale of green building and on how to acquire it. Green construction concept comes into play as tools to realize the green building using three interrelated approaches, i.e., green behavior and practices, green supply chains, and green construction processes. This paper discusses on how the concept of green construction could achieve the real value of the green buildings.

KEYWORDS: green building, green construction, sustainability, value chain

KONTRIBUSI KONSTRUKSI HIJAU PADA PENCIPTAAN GEDUNG YANG RAMAH LINGKUNGAN

Muhamad Abduh dan Rizal Taufiq Fauzi

I. PENDAHULUAN

Pelaksanaan kegiatan pembangunan proyek-proyek infrastruktur pasti akan mengubah kondisi dan fungsi alam, yang dalam daur hidup proyeknya - mulai tahap perencanaan, perancangan, konstruksi, operasi, pemeliharaan hingga dekonstruksi – akan mengkonsumsi sumberdaya alam dan menghasilkan limbah dalam jumlah yang cukup besar. Berkaitan dengan risiko dampak negatif yang dihadapi Indonesia akibat pembangunan infrastruktur yang tidak terkontrol tersebut, maka sektor konstruksi di Indonesia yang merupakan faktor produksi kegiatan pembangunan infrastruktur harus dapat memenuhi kebutuhan nasional dalam rangka menurunkan risiko dampak tersebut, sambil tetap merespons kebutuhan permintaan konstruksi yang akan selalu meningkat. Untuk itu, konsep konstruksi berkelanjutan (*sustainable construction*) atau juga konstruksi hijau (*green construction*), sebagai salah satu implementasi konstruksi berkelanjutan, sangat mendesak untuk diterapkan agar praktek-praktek penyelenggaraan konstruksi akan lebih efisien dan ramah lingkungan sehingga akan memberi manfaat ekonomi, sosial, dan lingkungan yang besar.

Keinginan untuk mengimplementasikan konstruksi berkelanjutan ini telah dicanangkan oleh Pemerintah melalui Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi Nasional yang mengagendakan salah satu strategi dalam mencapai kenyamanan lingkungan terbangun (*the finest built environment*) dalam Agenda Konstruksi Indonesia 2030 (Suraji, 2007). Berdasarkan visi ini, sektor konstruksi Indonesia mengemban misi untuk menciptakan nilai tambah, menjamin keberlanjutan, membangun profesionalisme, membangun sinergi, dan membangun daya saing. Lebih lanjut, Pemerintah segera menindaklanjuti amanat tersebut dengan mencoba merencanakan agenda yang lebih rinci terkait bagaimana masing-masing pihak yang terlibat (*stakeholders*) dalam sektor konstruksi dapat mengimplementasikannya - disebut Agenda 21 Konstruksi Berkelanjutan Indonesia - mengingat implementasi konstruksi berkelanjutan bukan sesuatu hal yang dapat dalam semalam terlaksana (Goeritno, 2011).

Hingga saat ini, Indonesia masih dalam tahap awal untuk dapat menuju konstruksi berkelanjutan yang diinginkan. Perkembangan menuju ke arah konstruksi berkelanjutan tersebut mulai terlihat dari tahun ke tahun. Namun demikian, kecenderungan pelaksanaan yang mudah adalah strategi yang diambil oleh berbagai pihak, misalnya dengan hanya menekankan pada satu aspek saja, yaitu lingkungan. Program-program yang dibuat pemerintah seperti anjuran penggunaan energi terbarukan, *green office* di Jakarta, serta anjuran hemat energi dan diskon untuk pembayaran listrik rumah tangga dibawah batas pemakaian merupakan bentuk nyata yang dimaksud. Dari sisi peranserta swasta dan masyarakat juga telah banyak inisiatif-inisiatif yang dilaksanakan dalam aspek lingkungan menuju pembangunan berkelanjutan, misalnya berdirinya lembaga swadaya masyarakat yang memperhatikan hal tersebut, pemeloporan pembuatan biopori untuk peresapan, penanaman tanaman dan penghijauan di daerah- daerah tertentu. Peran pelaku konstruksi terhadap kesadaran tersebut pun sudah cukup banyak, contohnya adalah kepedulian sebuah perusahaan produsen semen yang memberikan penghargaan kepada pelaku proyek konstruksi hijau seperti arsitek, perencana, teknik konstruksi, dan pemilik proyek, dan

berdirinya organisasi-organisasi yang bergerak di bidang pelestarian dan pengembangan konstruksi berkelanjutan seperti *Green Building Council Indonesia* (GBCI). Penelitian dan inovasi untuk menemukan material yang ramah lingkungan dari berbagai universitas yang ada di Indonesia serta inovasi lainnya seperti pembuatan beton hijau dan telah mulai dilakukan meskipun masih dapat dikatakan belum efektif. Pemerintah pusat juga sedang menginisiasi penyusunan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk *Green Building*. Secara terpisah, pemerintah daerah turut berinisiatif dalam penerapan sustainable construction, seperti Pemerintah DKI Jakarta, Pemerintah Kota Semarang, dll. Terkait dengan hal ini, telah diterbitkan Permen LH No.8 tahun 2010 yang meregulasi kriteria dan sertifikasi bangunan ramah lingkungan.

Kontraktor, perusahaan pelaksana konstruksi, sebagai pelaksana langsung di lapangan telah menunjukkan kepeduliannya terhadap pengelolaan limbah konstruksi dan pemanfaatan energi selama proyek pembangunan, bahkan kepedulian terhadap lingkungan telah tercantum dalam strategi perusahaan kontraktor. Hal ini terbukti dengan beberapa kontraktor Indonesia telah memenuhi standar-standar internasional yang berkaitan dengan lingkungan, seperti: standar sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja melalui *Occupational Health & Safety Advisory Services* (OHSAS) *Standard* 18001, standar manajemen lingkungan ISO 14001:2004, standar sistem manajemen kualitas ISO 9000. Bahkan sebuah perusahaan kontraktor besar BUMN telah mencanangkan dirinya sebagai *Green Contractor* dengan melakukan beberapa tindakan ramah lingkungan, seperti: penghematan kertas, limbah catering (misalnya dus, *stereofom*, dll), AC, air, dan lampu, pen-zoning-an lokasi karyawan untuk menghemat transportasi, serta penggunaan material yang dapat diperbaharui (misalnya *plywood*, aluminium pintu dan jendela, atap baja, struktur baja, dll). Beberapa kontraktor besar BUMN lain mengikuti hal yang sama dengan memperkenalkan suatu sistem beton ringan elemen struktur pracetak yang pada proses produksi beton precast ini telah digunakan teknologi "*Zero Energy System*" (BPKSDM 2009).

Memang saat ini, konsep *green building* atau gedung yang ramah lingkungan menjadi *pioneer* dalam implementasi *sustainable construction* di Indonesia. Hal ini dikarenakan, proses perencanaan, perancangan, pelaksanaan konstruksi, operasi serta pemeliharaannya relatif lebih terdefinisi dan didukung oleh industri dan komunitas yang terlibat dalam daur hidupnya. Jika dibandingkan dengan infrastruktur lain, yang melingkupi stakeholder yang lebih banyak dan tidak dapat dikendalikan dengan baik, maka *green building* memang merupakan contoh implementasi sustainable construction yang strategis dan berhasil.

II. BANGUNAN HIJAU

2.1. Pengertian Green Building

Konsep *green building* hadir dan menjadi suatu kebutuhan di tengah fenomena *global warming* dan isu kerusakan lingkungan yang sedang melanda umat manusia. Berdasarkan data World Green Building Council, di seluruh dunia, bangunan menyumbang 33% emisi CO₂, mengonsumsi 17% air bersih, 25% produk kayu, 30-40% penggunaan energi dan 40-50% penggunaan bahan mentah untuk pembangunan dan pengoperasiannya. Konsep *green building* dianggap sebagai salah satu solusi untuk mengurangi kerusakan lingkungan dan meminimalisir emisi karbon, penyebab utama *global warming*, dari sektor konstruksi.

Green building sebenarnya, masih belum memiliki definisi yang baku. Istilah *green* pada dasarnya hampir sama dengan istilah *sustainable*, *environmental*, dan *high performance*. Menurut Kim dkk (2000) pada dasarnya *green building* menerapkan prinsip-prinsip desain berkelanjutan (*sustainable design*) dalam konteks rancangan meliputi penghematan sumber daya alam (*economy resources*), perancangan selama daur hidup (*life cycle design*), dan rancangan yang manusiawi (*human design*). Berangkat dari filosofi *sustainable design*, *green building* adalah konsep bangunan yang memfokuskan pada penghematan lahan, material, energi, air, kualitas udara dan manajemen pengelolaan limbah. Hal tersebut dapat dilihat dari secara umum, elemen-elemen kriteria *green building* melingkupi hal-hal berikut:

1. **Lahan:** Pembangunan lahan yang tepat guna tidak menggunakan seluruh lahan yang ada untuk bangunan melainkan menyediakan 30% dari total lahan untuk daerah resapan.
2. **Material:** Material diperoleh secara lokal untuk mengurangi biaya transportasi. Material dipakai menggunakan *green specification* yang termasuk ke dalam daftar *life cycle analysis* seperti energi yang dihasilkan, daya tahan material, minimalisasi limbah, penggunaan kayu bersertifikat, dan kemampuan untuk dapat didaur ulang.
3. **Energi:** Perencanaan dalam pengaturan sirkulasi udara yang optimal untuk mengurangi penggunaan AC dengan cara mengoptimalkan cahaya matahari sebagai penerangan di siang hari. *Green building* juga menggunakan tenaga surya dan turbin angin sebagai penghasil listrik alternatif.
4. **Air:** *Green Building* mengurangi penggunaan air dengan menggunakan STP (*Sewerage Treatment Plant*) untuk mendaur ulang air dari limbah rumah tangga sehingga bisa digunakan kembali untuk toilet, penyiraman tanaman dan lainnya. *Green building* juga menggunakan peralatan penghemat air seperti shower bertekanan rendah, kran otomatis (*self-closing* atau *spay tubs*), dan tanki toilet yang *low-flush* toilet yang intinya dapat mengatur penggunaan air dalam bangunan sehemat mungkin.
5. **Udara:** *Green building* menggunakan material dan produk-produk *non-toxic* yang akan meningkatkan kualitas udara dalam ruangan dan mengurangi tingkat asma, alergi dan *sick building syndrome*. *Green building* menggunakan material yang bebas emisi dan tahan untuk mencegah kelembaban yang menghasilkan spora dan mikroba lainnya. Kualitas udara dalam ruangan juga harus didukung dengan menggunakan sistem ventilasi yang efektif dan bahan-bahan pengontrol kelembaban yang memungkinkan bangunan untuk bernapas.
6. **Limbah dan Manajemen Lingkungan:** *Green building* juga meliputi aspek manajemen lingkungan dan pengolahan limbah secara lokal. Beberapa kriteria desainnya antara lain penggunaan material kayu yang bersertifikat untuk mendukung manajemen pemeliharaan hutan, penggunaan material yang didesain untuk dapat dibongkar dan dirakit ulang dan didaur/digunakan ulang pada fungsi terakhirnya, penggunaan material dari sumberdaya terbarukan serta manajemen limbah, baik padat maupun cair yang ramah lingkungan.

Secara khusus di dalam Peraturan Menteri LH No. 8 tahun 2010, bangunan dapat dikategorikan sebagai bangunan ramah lingkungan apabila memenuhi kriteria: a. menggunakan **material** bangunan yang ramah lingkungan; b. terdapat fasilitas, sarana, dan prasarana untuk konservasi **sumber daya air** dalam bangunan gedung; c. terdapat fasilitas, sarana, dan prasarana konservasi dan diversifikasi **energi**; d. menggunakan bahan yang **bukan bahan perusak ozon** dalam bangunan gedung; e. terdapat fasilitas, sarana, dan prasarana **pengelolaan air limbah** domestik pada bangunan gedung; f. terdapat fasilitas pemilahan **sampah**; g. memperhatikan aspek **kesehatan** bagi penghuni bangunan; h. terdapat fasilitas, sarana, dan prasarana

pengelolaan **tapak berkelanjutan**; dan i. terdapat fasilitas, sarana, dan prasarana untuk **mengantisipasi bencana**.

2.2. Rating Tools Green Building

Dalam mendukung penyelenggaraan *green building*, beberapa lembaga independen di berbagai negara mengembangkan perangkat penilaian (*assessment*) untuk menentukan apakah suatu bangunan dapat dinyatakan layak bersertifikat *green building* atau tidak, sebagai contoh di Amerika Serikat (LEED dan *Green Globes*), Inggris (BREEAM), Kanada (GBTool), Jepang (CASBEE), Australia (*Green Standard*), Singapura (*Green Mark*), dan sebagainya. Di Indonesia sendiri, perangkat penilaian ini bernama *GreenShip* yang disusun oleh *Green Building Council Indonesia* (GBCI).

GreenShip adalah sistem penilaian (*rating*) yang dapat digunakan sebagai pedoman bagi pelaku industri konstruksi untuk mencapai suatu standar *green building* terukur yang dapat dipahami oleh pengguna bangunan. Standar yang ingin dicapai dalam penerapan *GreenShip* adalah terwujudnya suatu *green building* yang ramah lingkungan sejak tahap perencanaan, pembangunan, hingga pengoperasian dan pemeliharaan sehari-hari. *GreenShip* baru dipublikasikan pada tahun 2010 dan kini telah terakreditasi oleh Kementerian LH. dan sampai saat ini terdapat dua sistem penilaian yaitu penilaian untuk bangunan baru (*new building*) dan bangunan yang sudah ada (*existing building*). Sistem penilaian *GreenShip new building* sendiri terdiri dari enam kategori kelompok penilaian, yaitu:

1. *Appropriate site development /ASD* atau tepat guna lahan.
2. *Energy efficiency and conservation/EEC* atau efisiensi dan konservasi energi.
3. *Water conservation/WAC* atau konservasi air.
4. *Material resources and cycle/MRC* atau sumber dan siklus material.
5. *Indoor air health and comfort/IHC* atau kualitas udara dan kenyamanan ruangan.
6. *Building and environment management/BEM* atau manajemen lingkungan dan bangunan.

Pada dasarnya *GreenShip* adalah sistem *assessment* yang dibuat dengan mengadopsi sistem *assessment* dari negara-negara lain. **Tabel 1** menggambarkan perbandingan kategori penilaian antar berbagai rating tools green building yang ada.

Tabel 1. Perbandingan Kategori Penilaian pada Rating Tools Green Building

No	Kategori	<i>GreenShip</i>	<i>BREEAM</i> (UK)	<i>LEED</i> (US)	<i>GBI</i>	<i>Green Mark</i>	<i>Green Star</i>
1	<i>Site</i>	X	-	X	X	-	-
2	<i>Indoor Environment</i>	X	-	X	X	X	X
3	<i>Energy</i>	X	X	X	X	X	X
4	<i>Material Resources</i>	X	X	X	X	-	X
5	<i>Water</i>	X	X	X	X	X	X
6	<i>Transport</i>	-	X	-	-	-	X
7	<i>Health</i>	-	X	-	-	-	-
11	<i>Land use & ecology</i>	-	X	-	-	-	X
12	<i>Emissions</i>	-	X	-	-	-	X
13	<i>Management</i>	X	X	-	-	X	X
16	<i>Innovation</i>	-	-	X	X	X	X

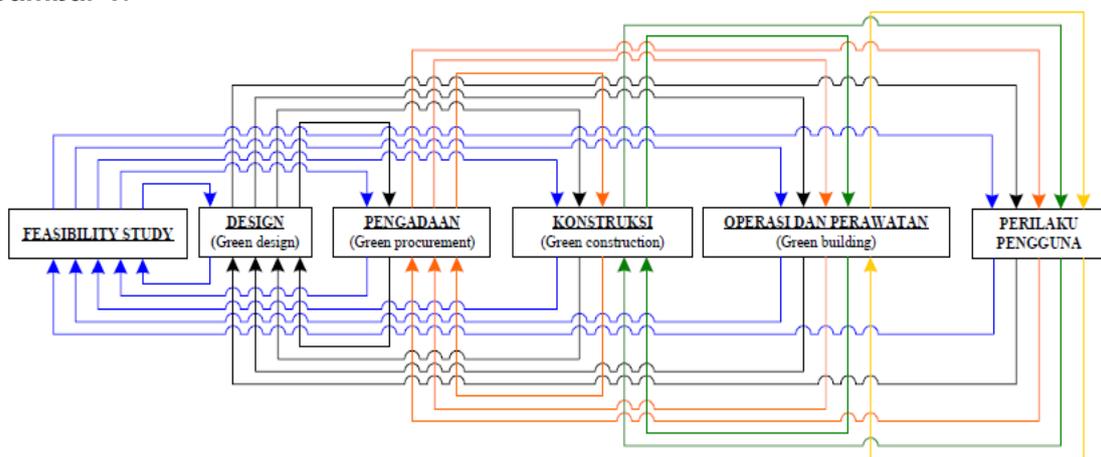
II. PROSES KONSTRUKSI UNTUK GREEN BUILDING

Terlepas dari telah adanya *rating tools* yang dapat digunakan untuk melakukan penilaian terhadap bangunan apakah telah memenuhi kriteria *green building* atau belum, pertanyaan yang sangat substantif adalah sejauh mana hal ini dapat dilaksanakan dan apakah memang *green building* ini benar-benar berkontributif kepada pencapaian *sustainable construction*. Untuk itu, maka jika kita gunakan konsep rantai nilai (*value chain*) untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan substantif tersebut, maka kita harus melihat tahapan pelaksanaan konstruksi di lapangan (proses produksi konstruksi) yang berperan sebagai pencipta *value*, yakni *green building*, tersebut. Tahapan pelaksanaan konstruksi merupakan salah satu elemen penting yang harus berkontributif untuk mengejawantahkan keinginan *owner*, melalui *designer*, untuk menciptakan *green building*.

2.1. Pentingnya Proses Konstruksi

Proses konstruksi sendiri, jika ditinjau secara sistem produksinya, terdiri dari input, proses, dan output. Input adalah segala sumber daya yang akan digunakan dalam proses konstruksi, seperti material, alat, pekerja, metode, dan uang. Proses adalah aktivitas pelaksanaan konstruksi yang diusahakan agar dapat mencapai *value* yang diinginkan dengan *waste* yang paling minimum. Sedangkan output adalah produk dari proses konstruksi yaitu berupa bangunan, yang dalam hal ini adalah *green building*. Baik, input maupun proses memegang peranan yang sangat penting dalam pelaksanaan konstruksi, terlebih pada pembangunan *green building*. Namun demikian, nampaknya proses konstruksi ini masih dianggap tidak penting bagi praktisi implementator *green building* saat ini.

Proyek konstruksi merupakan sebuah sistem yang terdiri dari berbagai unsur yang terkait mulai dari proses desain, pengadaan, konstruksi dan operasi serta perawatan yang membentuk suatu siklus. Siklus hidup proyek konstruksi didasarkan pada anggapan bahwa di setiap tahap dalam siklus hidup sebuah proyek konstruksi selalu berkontribusi dan tidak mungkin dipisahkan satu sama lain seperti yang terlihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Keterikatan Tahapan Daur Hidup Proyek Konstruksi (Ervianto dkk 2011b)

Dengan demikian, sudah sangat jelas bahwa setiap pihak yang terlibat dalam setiap tahap diwajibkan memahami dan mengetahui dengan pasti apa yang harus dilakukan. Pihak yang berperan di tahap awal siklus hidup proyek konstruksi harus memahami seluruh aktivitas dalam setiap tahap berikutnya. Sedangkan pihak yang berperan di

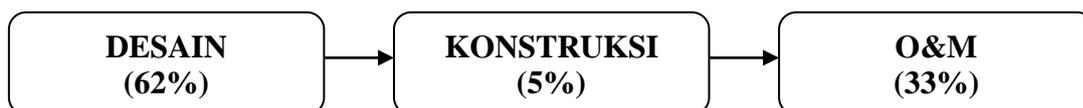
tahap akhir berkewajiban memberikan umpan balik pada tahap sebelumnya. Demikian juga untuk proyek konstruksi *green building*.

Berdasarkan pendapat Ervianto, dkk (2011b), dalam konsep pembangunan *green building*, nilai *green* di setiap tahap dalam siklus hidup proyek konstruksi harus telah didefinisikan secara spesifik dan selanjutnya harus diwujudkan. Nilai *green* yang telah ditetapkan dalam tahap awal ini kemudian akan dipindahkan ke dalam tahap berikutnya. Proses perpindahan nilai *green* dari tahap ke tahap ini sebaiknya mengalir tanpa hambatan, oleh karenanya diperlukan kejelasan nilai *green* di setiap tahap agar dapat dipahami oleh eksekutor pada tahap berikutnya. Akumulasi nilai *green* dari tahap awal hingga tahap terakhir ini akan membentuk suatu produk yang disebut dengan *green building*.

Lebih lanjut, selain berfungsi sebagai salah satu mata rantai (*chain*) yang akan memberikan kontribusi terhadap terciptanya nilai *green building*, proses konstruksi juga harus dipandang sebagai bagian dari tahapan yang dapat berkontribusi kepada penciptaan nilai berkelanjutan secara total. Artinya, tidak boleh sebuah kontraktor membangun sebuah *green building* tetapi dilaksanakan dengan tidak berkelanjutan. Bisa saja terjadi sebuah *green building* dilaksanakan dengan menghasilkan banyak waste, yang bukan dalam artian sampah secara fisik, tetapi juga dalam artian pemborosan dalam proses konstruksinya. Jika hal ini terjadi, maka yang tercipta adalah *green building* yang tidak *green* secara keseluruhan. Dan hal ini bukan yang diharapkan secara filosofi.

2.2. Proses Konstruksi dalam Sistem Rating Green Building yang Ada

Jika suatu proyek konstruksi terdiri dari tahapan desain, pelaksanaan konstruksi, dan operasi dan pemeliharaan atau O&M (**Gambar 2**), berdasarkan Ervianto dkk (2011a), komposisi penilaian yang ada dalam sistem *rating green building* di Indonesia lebih didominasi oleh penilaian penerapan konsep berkelanjutan pada tahapan desain dan operasi bangunan.



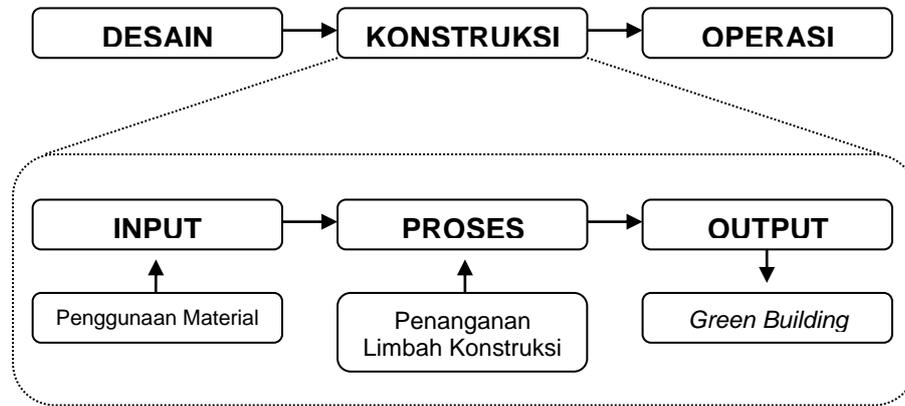
Gambar 2. Lingkup Penilaian dalam Sistem *Rating Green Building*

Rendahnya persentase aspek penilaian pada tahapan pelaksanaan konstruksi, menunjukkan bahwa proses konstruksi masih dianggap tidak penting dalam penciptaan *value* yang diinginkan, yaitu *Green Building*. Ini ironi, karena pada hakekatnya tidak akan mungkin *value* yang diinginkan itu tercapai jika pelaksana konstruksi tidak bisa memenuhi *green specs* yang diminta dalam produk hasil desain. Jika pelaksana konstruksi tidak *deliver value* yang diinginkan, maka dalam operasinya bangunan tersebut tidak dapat dikategorikan *green building*.

Sistem tersebut masih lebih banyak meninjau tahap desain dan operasi daripada konstruksi sehingga diperlukan kajian lebih mendalam tentang sistem *assessment* proses konstruksi dengan melihat sistem penilai yang ada tersebut.

Dari enam kategori penilaian pada sistem *assessment* yang ada, yang perlu mendapat perhatian lebih dan berkaitan dengan proses konstruksi adalah kategori Material Resources and Cycle (MRC) karena berdasarkan data World Green Building Council, di seluruh dunia, bangunan menggunakan 25% produk kayu, dan 40-50% penggunaan

bahan mentah untuk pembangunan dan pengoperasiannya. Material konstruksi hampir semuanya berasal dari alam dan angka ini terbilang cukup tinggi dalam tingkat presentase penggunaan sumber daya alam. Selain itu, kategori *Material Resources and Cycle* (MRC) ini juga dianggap penting karena hal ini tercantum dalam *assessment* sebagai input (penggunaan material) bagi proses konstruksi seperti yang terlihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Tahapan Konstruksi sebagai Sebuah Sistem

Hal lain yang perlu dikaji adalah penanganan limbah konstruksi yang berkaitan langsung dalam tahap proses konstruksi yang tercantum dalam kategori *Building Environment Management* (BEM), mengingat selain harus mencapai *value green building*, proses konstruksi juga harus memiliki *waste* yang minimum. Selain itu, sektor konstruksi adalah sektor yang menghasilkan limbah cukup besar di berbagai belahan dunia. Seperti yang dikutip Ervianto dkk (2011b), Craven dkk. (1994) menyatakan bahwa kegiatan konstruksi menghasilkan limbah sebesar kurang lebih 20-30% dari keseluruhan limbah di Australia. Rogoff dan Williams (1994) menyatakan bahwa 29% limbah padat di Amerika Serikat berasal dari limbah konstruksi. Ferguson dkk. (1995) menyatakan lebih dari 50% dari seluruh limbah di *United Kingdom* berasal dari limbah konstruksi. Anink (1996) menyebutkan bahwa sektor konstruksi mengeluarkan limbah sebesar 50% dari seluruh limbah. Oleh karena itu sudah seharusnya dilakukan minimasi pengaruhnya terhadap lingkungan melalui penanganan limbah yang baik.

Selain itu, terkait dengan proses *assessment* yang dilakukan terhadap tahapan konstruksi dapat teridentifikasi beberapa hal berikut:

- Kesulitan dalam pemenuhan kriteria dalam *assessment* kategori MRC, seperti:
 - Kriteria MRC-1 (*Building and Material Reuse*), secara umum cukup sulit dalam pencapaiannya karena sedikitnya supplier material reuse.
 - Kriteria MRC-2 (*Environmentally Processed Product*), secara umum cukup sulit dalam pencapaiannya karena sedikitnya supplier material daur ulang dan material dari sumber energy terbarukan.
 - Kriteria MRC-6 (*Regional Material*), secara umum mudah dicapai namun sulit dalam sistem penilaiannya karena membutuhkan SPB (Surat Pengiriman Barang) semua material dalam regional dan material di NKRI yang digunakan dalam proyek.

- Kesulitan dalam pemenuhan kriteria dalam assessment kategori BEM, seperti:
 - Kriteria BEM-2 (*Pollution of Construction Activity*), secara umum tidak sesuai antara apa yang ingin dicapai (terwujudnya *green construction*) dengan cara penilaian dan dokumen yang digunakan dalam penilaian.
 - Kriteria BEM-3 (*Advance Waste Management*), sama seperti kriteria BEM-2, secara umum tidak sesuai antara apa yang ingin dicapai (terwujudnya *green construction*) dengan cara penilaian dan dokumen yang digunakan dalam penilaian.

Sehingga dari hasil kajian di atas, maka dapat dikatakan bahwa sistem assessment yang ada saat ini masih belum dapat digunakan untuk menilai proses konstruksinya, karena semua kategori lebih mengarah ke desain dan sistem penilaiannya hanya mengandalkan penilaian dokumen, tidak ada inspeksi lapangan, maka masih dibutuhkan sistem assessment yang lebih komprehensif.

III. USULAN KONSEP KONSTRUKSI HIJAU

3.1. Pengertian Konstruksi Hijau (Green Construction)

Perkembangan implementasi konstruksi berkelanjutan dan juga *green building* di Indonesia masih pada tahapan awal dengan respons yang beragam dari berbagai pihak di industri konstruksi. Di negara-negara lain pun respons dunia konstruksi terhadap ancaman kerusakan lingkungan serta sosio-ekonomik akibat pembangunan masih beragam, mulai dari tidak mengerjakan apa-apa (*do nothing*), merasa melakukan sesuatu padahal tidak (*pretend to do something, while not changing anything*), atau melakukan pemadaman kebakaran (*plug the most obvious leaks*). Respon-respon dari pelaku di bidang konstruksi yang seperti itu disinyalir tidak akan merubah keadaan. du Plessis (2003) menekankan pentingnya sektor konstruksi untuk mengubah atau bahkan membuang praktek-praktek yang saat ini sudah menjadi baku di dunia konstruksi. Artinya harus terjadi transformasi di dalam dunia konstruksi yang sangat revolusioner, seperti mengambil lompatan (*leap*) dalam teknologi konstruksi, menemukan kembali (*reinventing*) industri konstruksi, dan memikirkan kembali (*rethinking*) produk konstruksi. Dengan demikian, faktor penting yang harus menjadi perhatian dalam implementasi konstruksi berkelanjutan ataupun *green building* adalah faktor produksi konstruksi itu sendiri yang terjadi di lapangan atau proyek atau *green construction*. Dengan demikian, kontraktor berserta aktivitasnya memegang peranan penting sukses atau tidaknya implementasi tersebut.

Istilah konstruksi hijau atau *green construction*, hingga saat ini masih merupakan area penelitian pada tahapan awal. Namun kebutuhan akan implementasinya sangat tinggi berbarengan dengan tingginya kebutuhan akan implementasi *green building*. Secara umum, konstruksi hijau merupakan proses konstruksi dengan menekankan peningkatan efisiensi dalam penggunaan air, energi, dan material bangunan mulai dari desain, pembangunan, hingga pemeliharaan pembangunan itu ke depan. Dalam aktivitas konstruksi harus ditekankan kelestarian lingkungan, keseimbangan ekologis (memaksimalkan sumber daya dan efisiensi energi, memanfaatkan jasa alam bebas, mendaur ulang limbah) untuk peningkatan kualitas kehidupan segenap lapisan warga yang harus menjadi acuan dan landasan utama dalam pembangunan.

Beberapa definisi yang telah disampaikan adalah sebagai berikut:

- Menurut *United States Environment Protection Agency* (2010), *green construction* merupakan praktik membuat struktur dan menggunakan proses yang memperhatikan keadaan lingkungan dan efisiensi sumber daya sepanjang siklus -

hidup bangunan dari tapak untuk desain, konstruksi, operasi, pemeliharaan, renovasi, dan dekonstruksi. Praktik ini memperluas dan melengkapi desain bangunan klasik dengan memperhatikan aspek ekonomi, utilitas, daya tahan, dan kenyamanan. Sedangkan produk dari *green construction* adalah *green building* yang juga dikenal sebagai bangunan yang berkelanjutan atau berkinerja tinggi.

- *Green construction* merupakan salah satu cara untuk merealisasikan pembangunan berkelanjutan atau *Intelligent Building System* (IBS). Menurut Suratman (2010), istilah *Intelligent Building System* (IBS) muncul lebih dulu dibandingkan prinsip *green building*, dimana IBS tidak terlalu berbeda jauh dengan *green building* terutama dalam hal efisiensi energi. *Green building* tidak hanya gedung yang dilengkapi dengan banyak tumbuhan hijau, tapi pola keteraturan dari infrastruktur, yang merupakan implementasi proses dari desain, penerapan, penggunaan, sampai siklus berulang dengan konsumsi energi yang minim.
- *Green construction* merupakan bagian dari konstruksi berkelanjutan (*sustainable construction*) yang merupakan proses holistik yang bertujuan untuk mengembalikan dan menjaga keseimbangan atau harmoni antara lingkungan alami dan buatan, dan membuat tempat tinggal yang menegaskan martabat manusia dan mendorong persamaan ekonomi (du Plessis, 2002).
- Menurut Abidin (2010) *sustainable construction*, yang sering juga disebut *green construction*, menggambarkan tanggung jawab dari industri konstruksi dalam mencapai keberlanjutan (*sustainability*). *Sustainable construction* adalah suatu proses yang mana keberlanjutan dicapai dari waktu ke waktu. Konsep keberlanjutan harus diterapkan ke dalam industri konstruksi untuk mempengaruhi cara pelaksanaan suatu proyek agar tercapai keseimbangan antara pelestarian lingkungan dan terciptanya kemakmuran dalam pembangunan. Tercapainya suatu keberlanjutan bukan berarti tidak akan timbul dampak buruk, yang merupakan visi yang mustahil saat ini, melainkan pengurangan ke tingkat tertentu yang lebih wajar.

Berdasarkan definisi-definisi tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa *green construction* atau konstruksi hijau merupakan bagian dari *sustainable construction* atau pembangunan berkelanjutan, dimana *green construction* lebih fokus pada masalah lingkungan yang dihasilkan dari kegiatan konstruksi sedangkan *sustainable construction* fokus pada tiga aspek yaitu lingkungan, sosial, dan ekonomi. Dalam pelaksanaannya, *green construction* harus memperhatikan lingkungan dan juga siklus hidup dari bangunan. Hal ini sudah dimulai dari proses perencanaan, konstruksi, operasi, pemeliharaan, renovasi, sampai dengan dekonstruksi. Selain itu, *green construction* juga memperhatikan berbagai macam aspek seperti penghematan energi selama proses konstruksi itu berlangsung, efisiensi penggunaan air di proyek konstruksi, penggunaan material yang dapat didaur ulang ataupun berasal dari dekat proyek, dan pengelolaan limbah konstruksi yang baik.

3.2. Konsep Konstruksi Hijau

Berdasarkan kajian terhadap proses konstruksi, kemudian sistem assesement green building yang ada, serta definisi terkait dengan *green construction*, maka dapat disimpulkan di sini bahwa keberadaan *green construction* akan memberikan kontribusi kepada implementasi *green building* sebagai berikut:

1. Memastikan pencapaian nilai *green building* sesuai dengan *green specification* yang dirancang.
2. Memastikan kontribusi *green building* terhadap pencapaian *sustainable construction* secara keseluruhan.

Mempertimbangkan peran yang sangat vital dari green construction terhadap green building, dan untuk melaksanakan peran tersebut dengan baik, maka mau tidak mau green construction harus memiliki beberapa komponen penting berikut, yaitu:

1. **Green Behaviour and Practices (GBP).**

Perilaku individu dan juga praktek manajemen pelaksana di lapangan yang menerapkan prinsip-prinsip berkelanjutan, terutama dalam mengurangi penggunaan sumber daya alam dan penciptaan limbah konstruksi. Pendekatan ini merupakan pendekatan paling penting dan paling sulit dilakukan mengingat perilaku dan praktek yang biasa dilakukan seseorang ataupun suatu organisasi akan sulit untuk dirubah jika tidak dirubah sistem nilai yang dipercaya oleh yang bersangkutan. Dalam hal ini, harus terjadi perubahan budaya baik individu maupun organisasi yang terkait dengan interaksinya dengan lingkungan. Pendidikan memegang peranan penting untuk meningkatkan pengertian, *awareness* serta *willingness* untuk berubah. Program pendidikan dan pelatihan terkait dengan isu lingkungan harus diupayakan dan dilaksanakan dengan konsisten. Lebih dari itu, pihak manajemen harus menjadikannya sebagai sebuah budaya organisasi melalui SOP yang berwibawa dengan insentif untuk pelaksanaan yang memadai. Masuk dalam pendekatan ini adalah apa yang dinamakan green contractor, terutama yang terkait dengan kegiatan house keeping dan manajemen lokasi proyek konstruksi. Untuk itu maka isu seperti manajemen proyek, manajemen lingkungan serta manajemen K3 menjadi perhatian. Diharapkan hasil dari pendekatan ini adalah kebiasa bekerja yang ramah lingkungan dengan tempat kerja yang sehat dan aman, sehingga kondusif untuk mendukung proses pelaksanaan konstruksi.

2. **Green Construction Process (GCP).**

Jika individu serta organisasi pelaksana telah memiliki sistem nilai yang ramah terhadap lingkungan, maka selanjutnya adalah bagaimana proses pelaksanaan konstruksi dilakukan dengan tujuan menciptakan nilai green building yang diharapkan dengan proses yang juga *green*. Untuk itu maka pelaksana konstruksi harus mengerti dan tahu bagaimana melaksanakan apa yang dinamakan dengan *lean construction* atau konstruksi ramping. Dalam hal ini, maka pelaksana harus memiliki cara kerja dan teknologi yang dapat memaksimalkan nilai yang ingin dicapai (*green building*) dengan meminimalkan *waste* yang dihasilkan oleh setiap proses konstruksi. *Waste* yang dimaksud di sini bukan saja *waste* dalam bentuk fisik, yaitu berupa sampah konstruksi, tetapi juga *waste* yang berupa pemborosan, seperti penundaan, pekerjaan ulang, keterlambatan, dll., yang terjadi saat melakukan proses konstruksi dan menghasilkan produk yang diharapkan. Jika ini dilakukan, maka mitos bahwa *green building* itu mahal akan diimbangi dengan rendahnya biaya proses konstruksi karena *waste* yang terjadi adalah minimal (Abduh, 2007). Untuk melaksanakan konstruksi ramping pada setiap tahap, terdapat alat (*tools*) yang dibutuhkan untuk menciptakan rangkaian *value* dan *flow* yang baik dengan alat *Work Structuring* dan *Production Control*. Beberapa alat lain yang dibutuhkan dalam konstruksi ramping merupakan alat manajemen yang sudah ada sejak lama di dunia manufaktur dan telah diterapkan dengan berhasil, seperti *the last planner system*, *pre-fabrication*, *pre-assembly*, *standardization*, *constructability*, *just in time* dan lain-lain.

3. **Green Supply Chains (GSC).**

Berdasarkan Glavinich (2008), agar kontraktor dapat melaksanakan *green construction* di lapangan, maka kinerja rantai pasoknya (*supply chains*), yaitu suplier dan sub-kontraktor, di lapangan adalah kuncinya. Setiap

anggota rantai pasok kontraktor tersebut harus dapat berkontribusi untuk melaksanakan produksi agar dapat mencapai nilai keberlanjutan yang diharapkan. Terdapatnya kinerja rantai pasok yang baik untuk mendukung terciptanya nilai keberlanjutan untuk pelaksanaan konstruksi di lapangan. Dalam hal ini yang termasuk dalam rangkaian rantai pasok tersebut harus dimulai dari hulu setiap komoditas yang digunakan dalam produksi konstruksi di lapangan. Dalam pengelolaan rantai pasok konstruksi yang hijau, maka kinerja sebuah rantai pasok akan sangat tergantung kepada struktur (*structure*) dan perilaku (*conduct*) dari rantai pasok itu sendiri. Pendekatan SCP atau *Structure, Conduct and Performance*, merupakan pendekatan pengelolaan rantai pasok pada suatu industri yang telah banyak diadopsi untuk suatu industri. Pendekatan ini berargumentasi bahwa struktur dan perilaku suatu rantai pasok telah ada sejak awal dan akan berinteraksi menentukan kinerja dari rantai pasok tersebut pada suatu industri (Martin, 1993). Pendekatan ini telah banyak diterapkan di industri konstruksi di beberapa negara yang bertujuan untuk melihat kondisi yang ada dan membuat kebijakan dalam pengelolaan rantai pasok agar dapat mencapai suatu harapan berupa industri konstruksi yang kokoh, kondusif, dan berkinerja tinggi (London, 2008). Lebih lanjut penerapan pengelolaan rantai pasok hijau atau *green supply chain management* adalah keharusan dalam hal ini agar setiap *supplier* serta sub-kontraktor akan berkontribusi juga dalam penciptaan nilai *green building*.

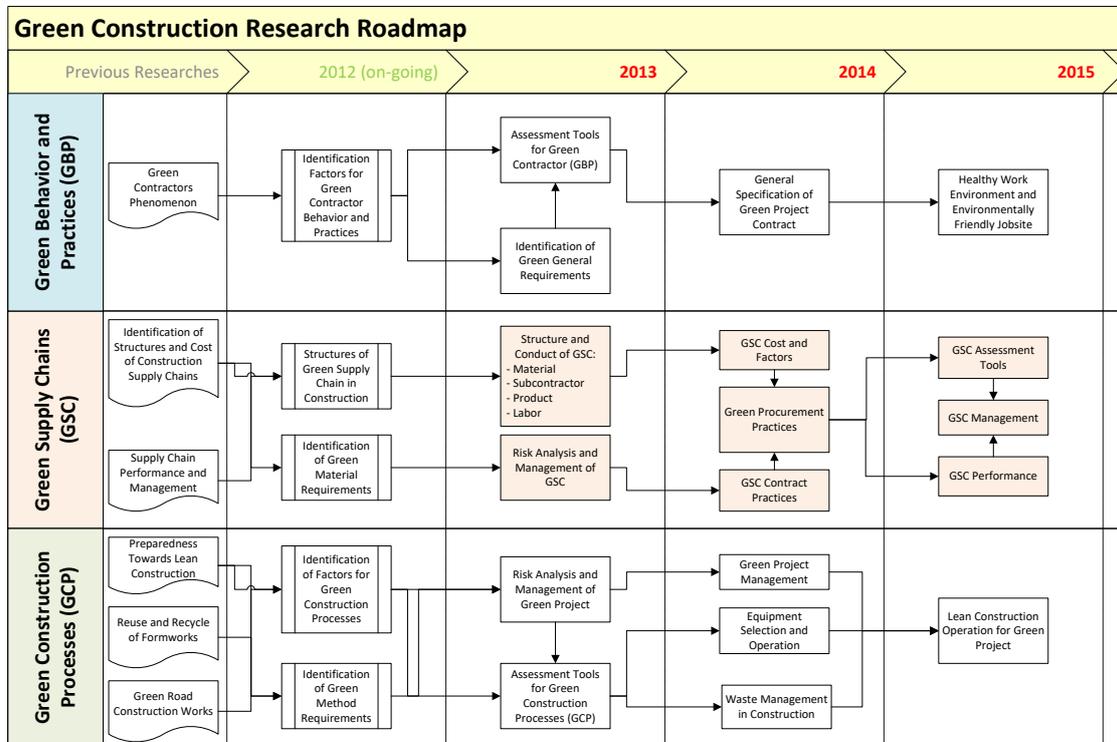
3.3. Kebutuhan Penelitian Konstruksi Hijau

Sehubungan dengan masih dininya pengembangan dan penelitian di ranah *Green Construction*, maka diperlukan saat ini sebuah roadmap penelitian yang dapat memberikan *guideline* penelitian-penelitian yang harus dilakukan agar implementasi konstruksi hijau dapat berjalan dengan baik. Sebuah roadmap penelitian di bidang green construction telah dikembangkan oleh Kelompok Keahlian Manajemen dan Rekayasa Konstruksi, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung (**Gambar 4**). Pada intinya untuk mencapai nilai *Green Construction*, maka dalam suatu proyek konstruksi harus dilakukan *Green Behaviour and Practices* (GBC) yang merupakan perilaku individu pelaksana konstruksi di lapangan yang harus sesuai dengan prinsip keberlanjutan. Penelitian terkait ini tengah dilakukan sejauh mana pelaksana konstruksi (kontraktor) mempraktekkan perilaku hijau ini di lapangan baik secara kesadaran maupun secara terpaksa karena kontraktor telah membuat sistemnya.

Aspek lain yang harus diakomodasi pula oleh kontraktor adalah bagaimana proses pelaksanaan produksi di lapangan yang harus mengurangi pemborosan dengan menciptakan nilai yang diharapkan dengan maksimal. Aspek ini disebut *Green Construction Processes* (GCP). Hal ini akan sangat terkait dengan bagaimana suatu produksi direncanakan, dirancang, dieksekusi, dikendalikan, dan dievaluasi. Untuk seluruh proses produksi tersebut, maka setiap tahap harus menyumbangkan nilai dan tidak menimbulkan pemborosan atau waste. Aspek ini lebih banyak dikenal dengan istilah *Lean Construction* atau Konstruksi Ramping. Penelitian terkait dengan ini telah banyak dilakukan dan akan terus dilakukan terkait kontribusinya terhadap pencapaian *Green Construction*.

Namun demikian, kedua aspek tersebut hanya sebagian saja aspek yang perlu diperhatikan dalam *Green Construction*. Aspek lain yang lebih penting adalah aspek *Green Supply Chains* (GSC), karena untuk produksi memerlukan sumber daya yang dipasok oleh rantai pasoknya. Penelitian yang diusulkan akan mendukung

tercapainya roadmap menuju *Green Construction* pada aspek GSC. Penelitian di dalam aspek ini telah mulai pula dilakukan dan harus dilanjutkan dengan topik-topik lainnya terutama bagaimana interaksi antara struktur dan perilaku rantai pasok hijau untuk menciptakan kinerja rantai pasok hijau tersebut dalam ranah *Green Construction*.



Gambar 4. Roadmap Penelitian Green Construction

IV. PENUTUP

Untuk mengejawantahkan green building atau bangunan ramah lingkungan, maka pelaksanaan konstruksi hijau adalah sebuah keharusan. Konstruksi hijau akan memberikan manfaat dalam memastikan pencapaian nilai *green building* sesuai dengan *green specification* yang dirancang, dan memastikan kontribusi *green building* terhadap pencapaian *sustainable construction* secara keseluruhan.

Agar peran yang sangat vital dari green construction terhadap green building tersebut dapat terlaksana, maka komponen dari konstruksi hijau berupa perilaku pelaksana yang ramah lingkungan (*green behavior and practices*), dukungan rantai pasok yang hijau (*green supply chains*), dan penggunaan metoda operasi konstruksi yang ramping (*green construction processes*).

Dengan diterapkannya konsep konstruksi hijau ini oleh pelaksana konstruksi (kontraktor) di lapangan, diharapkan bahwa green building memang benar-benar sebuah solusi dari kebuntuan industri konstruksi dalam mencapai pembangunan berkelanjutan. Jika tidak dilakukan dengan konstruksi hijau, *green building* hanya sekedar pendekatan dan inovasi yang baik untuk dimiliki (*nice to have*) bukan sesuatu yang harus dimiliki (*must have*).

DAFTAR PUSTAKA

1. Abduh, M. (2007). Konstruksi Ramping untuk Mencapai Konstruksi yang Berkelanjutan, Prosiding Seminar Nasional: "Sustainability dalam Bidang Material, Rekayasa, dan Konstruksi Beton", FTSL, ITB, 4 Desember 2007
2. Abidin, N.Z. (2010). Investigating the awareness and application of sustainable construction concept by Malaysian developers, *Habitat International*, Vol 34-4
3. Anink, D., (1996): *The Handbook of Sustainable Building: Ecological Choice of Materials in Construction and Renovation*, James and James Science Publisher
4. BPKSDM (2009). "Laporan Akhir Kajian Konsep Konstruksi Berkelanjutan di Bidang Pekerjaan Umum". Departemen Pekerjaan Umum.
5. Craven, E. J., Okraglik, H. M., and Eilenberg, I.M. (1994), 'Construction waste and a new design methodology,' *Sustainable construction: Proc.*, 1st Conf. of CIB TG 16, C.J. Kilbert, ed., 89-98.
6. du Plessis, C. (2003). "Boiling Frogs, Sinking Ships, Bursting Dykes and the End of the World as We Know It", *International Electronic Journal of Construction*, Special Issues on Sustainable Construction. www.bcn.ufl.edu.
7. du Plessis, C. (editor). (2002). "Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries". *International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB) and UNEP-IETC*.
8. Ferguson, J., Kermod, N., Nash, C.L., Sketch, W. A. J., and Huxford, R., P. (1995), 'Managing And Minimizing Construction Waste-A Practical Guide, Institution of civil engineers, London.
9. Glavinich, T.E. (2008), "Contractors Guide to Green Building Construction: Management, Project Delivery, Documentation, and Risk Reduction", 1. Edition - May 2008, 288 Pages, ISBN-10: 0-470-05621-5, John Wiley & Sons
10. Goeritno, B. (2011). Draft Agenda 21 Konstruksi Berkelanjutan Indonesia. Prosiding Seminar "Menuju Konstruksi Berkelanjutan Indonesia." 14 Juni 2011. Pusat Pembinaan Penyelenggaraan Konstruksi, Badan Pembinaan Konstruksi, Kementrian Pekerjaan Umum. Jakarta.
11. Kibert, C.J. (2008). "Sustainable Construction – Green Building Design and Delivery". New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
12. Kim, Jong-jin, Prof. Dkk. Prof. Sustainable Architecture Module : Introduction to Sustainable Design. <http://www.umich.edu/~nppcpub/resources/compendia/ARCHpdfs/ARCHdesIntro.pdf>
13. London, K. (2008), "Construction Supply Chain Economics", ISBN-10: 0415409713, Spon Research.
14. Martin, S. (1993). "Industrial Economics : Economic Analysis and Public Policy", 2nd edn. Prentice Hall, New Jersey, USA.
15. Rogoff, M., and Williams, J. F. (1994). 'Approaches To Implementing Solid Waste Recycling Facilities', Noyes, Park Ridge, N.
16. Suraji, A. (editor) (2007). "Konstruksi Indonesia 2030: untuk Kenyamanan Lingkungan Terbangun".. Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi, ISBN:978-979-26-5736-4
17. Suratman, (2010), 'Pengaruh Penerapan Green Construction Terhadap Kinerja Biaya Proyek di lingkungan PT. PP (Persero) Tbk.', Tesis Magister, Universitas Indonesia.
18. Ervianto, W.I, Soemardi, B.W., Abduh, M., dan Suryamanto (2011a). "Pengembangan Model Assessment Green Construction pada Proses Konstruksi untuk Proyek Konstruksi di Indonesia," Konferensi Nasional Pascasarjana Teknik Sipil (KNPTS) 2011, ITB Bandung.
19. Ervianto, W.I, Soemardi, B.W., Abduh, M., dan Suryamanto (2011b). "Studi Kontribusi Green Construction terhadap Operasional Bangunan", Seminar Nasional VII 2011 Teknik Sipil ITS Surabaya.

RIWAYAT HIDUP SINGKAT

Nama : Muhamad Abduh
Tempat/Tgl lahir : Bandung, 15 Agustus 1969
Alamat : Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, ITB
Jln. Ganesha No. 10 Bandung, Kode pos : 40132
Telepon : 022-2502272
HP : 0811200142
Email : abduh@si.itb.ac.id
Pendidikan : S – 1 Teknik Sipil ITB (1992)
S – 2 Teknik Sipil ITB (1997)
S – 3 Civil Eng. Purdue University, USA (2000)
Pekerjaan : Staf Pengajar, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan
ITB



Bandung, 11 Juni 2012

Muhamad Abduh

RIWAYAT HIDUP SINGKAT

Nama : Rizal Taufiq Fauzi
Tempat/Tgl lahir : Lamongan, 17 Desember 1989
Alamat : Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, ITB
Jln. Ganesha No. 10 Bandung, Kode pos : 40132
Atau
Jln.Taman Hewan 23A/ 56, Bandung. Kode pos : 40132
HP : 085649036036
Email : rizaltaufiqfauzi@gmail.com
Pendidikan : SMP : SMP Negeri 1 Lamongan
SMA : SMA Negeri 2 Lamongan
S – 1 Teknik Sipil ITB (2008)
Pekerjaan : Mahasiswa Teknik Sipil,
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, ITB



Bandung, 11 Juni 2012