



SEMINAR & PAMERAN HAKI 2018

HIMPUNAN AHLI KONSTRUKSI INDONESIA

GEMPA, KEGAGALAN KONSTRUKSI, KEGAGALAN BANGUNAN, & PROFESIONALISME SDM KONSTRUKSI

HOTEL BOROBUDUR - JAKARTA
28-29 AGUSTUS 2018

PEMBICARA

Muhamad Abduh

SPONSOR



Daftarkan segera Tempat terbatas



Himpunan
Ahli
Konstruksi
Indonesia

SEMINAR DAN PAMERAN HAKI 2018

Hotel Borobudur
Jakarta

SEMINAR

GEMPA, KEGAGALAN KONSTRUKSI, KEGAGALAN BANGUNAN, DAN PROFESIONALISME SDM KONSTRUKSI

KEYNOTE SPEAKERS

1. Menteri PUPR RI (to be confirmed)
2. Andrew W. Taylor, Ph.D., S.E., F.ACI
3. Dradjat Hoedajanto, STSI, M.Eng., Ph.D

28-29
AGUSTUS 2018

SHORT COURSE

FORENSIC ENGINEERING IN BUILDINGS & CIVIL STRUCTURES

30 Agustus 2018

1. Dradjat Hoedajanto:

- Forensic Engineering : Pendahuluan dan Alur Falsafah Forensic Study
- Behavior of RC Element and Structural System
- Kegagalan Bangunan / Struktur Pasca Gempa

2. Bambang Suhendro :

- Prinsip Dasar Forensic Engineering
- Peralatan investigasi, NDT, micro & macro lab tests untk sample
- Chemical tests untk chlorid/acid/carbon attacked, astructural loading test statik dan dinamik
- Contoh Investigasi Forensic di USA dan Indonesia untk berbagai masalah, misal: bangunan gedung, jembatan, jetty, bendungan, struktur bawah tanah, pondasi, pasca gempa, jembatan suspension

Seminar dan Pameran HAKI 2018 merupakan sebuah sarana yang baik dan tepat untuk mempelajari bagaimana proyek-proyek yang ada dapat dikerjakan dengan lebih baik berdasarkan pemaparan para ahli dan praktisi dalam dan luar negeri yang berkecimpung di dunia konstruksi, serta memperkenalkan produk-produk teknik kepada anggota HAKI yang mencakup berbagai bidang profesi dari seluruh Indonesia.



INFORMASI

Sekretariat HAKI
Jl. Tebet Barat Dalam X No. 5
Jakarta 12810
021-8351186, 8298518
haki@cbn.net.id
haki@haki.or.id
www.haki.or.id

Biaya Pendaftaran Peserta

I. Seminar HAKI, 28-29 Agustus 2018 (dimulai jam 08.00 tepat)

| | s.d. 15-06-2018 | Mulai tgl. 16-06-2018 |
|---------------------|-----------------|-----------------------|
| - Anggota HAKI | Rp. 1.500.000,- | Rp. 1.750.000,- |
| - Non Anggota HAKI | Rp. 1.750.000,- | Rp. 2.000.000,- |
| - Mahasiswa/i (S-1) | Rp. 1.500.000,- | Rp. 1.750.000,- |

III. Dinner, Talkshow & Rapat Anggota

28 Agustus 2018 (dimulai jam 19.30 tepat)
Tamu antara lain : Menteri PUPR (to be confirmed) dan tokoh nasional lain terkait **Rp. 300.000,-**

II. Short Course HAKI, 30 Agustus 2018 (dimulai jam 08.30 tepat)

| | s.d. 15-06-2018 | Mulai tgl. 16-06-2018 |
|---------------------|-----------------|-----------------------|
| - Anggota HAKI | Rp. 850.000,- | Rp. 1.100.000,- |
| - Non Anggota HAKI | Rp. 1.000.000,- | Rp. 1.250.000,- |
| - Mahasiswa/i (S-1) | Rp. 850.000,- | Rp. 1.100.000,- |

Biaya peserta Seminar dan Short Course HAKI 2018

dapat ditransfer ke Rekening HAKI : **No. 005.301041.2**

BCA Wisma Milenia

No. 005.301041.2

FORM PENDAFTARAN SEMINAR, SHORT COURSE dan DINNER, TALKSHOW, RAPAT ANGGOTA

Nama : No. Anggota :
 Alamat Lengkap :
 Kode Pos :
 Instansi :
 Telp / HP :
 Email :

.....2018
Peserta,

Mohon saya didaftarkan sebagai peserta :

I. Seminar HAKI, 28-29 Agustus 2018

- Anggota HAKI
 Non Anggota HAKI
 Mahasiswa/i (Graduated S-1)

II. Short Course HAKI, 30 Agustus 2018

- Anggota HAKI
 Non Anggota HAKI
 Mahasiswa/i (Graduated S-1)

III. Talkshow, Dinner & Rapat Anggota HAKI, 28 Agustus 2018

- Anggota HAKI
 Non Anggota HAKI

Praktik Analisa Biaya Daur Hidup pada Proyek Gedung Hijau di Indonesia

Muhamad Abduh dan Aulia R. Halida

ABSTRAK

Teknologi gedung hijau ditengarai dapat memberikan banyak manfaat yang berkelanjutan kepada pemilik, pengguna bahkan kepada lingkungan sekitarnya. Namun demikian, saat ini perkembangannya masih tidak secepat yang diperkirakan, karena banyak kekhawatiran praktik konsep berkelanjutan di dunia konstruksi ini dapat menimbulkan kenaikan biaya sehingga berpotensi mengurangi pendapatan, meskipun secara konseptual, biaya yang akan lebih tinggi tersebut akan terbayar dengan hasil yang akan didapat, seperti kemungkinan efisiensi sumber daya, peningkatan produktivitas, dan menurunnya risiko selama daur hidupnya. Analisa Biaya Daur Hidup atau *Life Cycle Cost* (LCC) menjadi penting dalam hal ini, untuk meyakinkan pilihan alternatif sistem, teknologi, serta proses yang terlibat dalam setiap tahapan daur hidup akan memberikan total biaya selama daur hidup menjadi lebih rendah. Bahkan lebih jauh, manfaatnya akan meliputi bukan hanya aspek ekonomi, tetapi juga aspek sosial dan lingkungan. Penerapan LCC dalam proyek secara umum dan juga khusus untuk gedung hijau sudah menjadi praktik yang ditekankan di berbagai negara maju, maupun beberapa negara berkembang. Indonesia pun sudah memulai gerakan pembangunan gedung hijau sejak 2009 yang selanjutnya didukung oleh Permen PUPR No. 2 tahun 2015 dan juga telah mencoba mengadopsi implementasi konstruksi berkelanjutan dalam Undang-undang Jasa Konstruksi yang baru tahun 2017 dan dalam Permen PUPR No. 5 tahun 2015. Terkait dengan pentingnya analisa LCC sebagai salah satu teknik untuk mengaplikasikan prinsip keberlanjutan, maka sangat penting untuk diperoleh gambaran sejauh mana praktik analisa LCC selama daur hidup untuk proyek-proyek gedung hijau di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana praktik Analisa Biaya Daur Hidup diterapkan di proyek gedung hijau, dengan melihat praktik yang dilakukan oleh setiap pihak yang terlibat dalam setiap tahapan daur hidup. Dengan menggunakan metode wawancara, terkumpul gambaran tersebut dari 6 narasumber; yaitu 2 mewakili pemilik, 1 mewakili konsultan perencana, 2 mewakili kontraktor, dan 1 mewakili konsultan yang bergerak di bidang gedung hijau. Hasil yang didapat adalah bahwa semua pihak sudah mengerti akan pentingnya analisa LCC ini pada setiap tahapan dan sudah dilakukan. Akan tetapi, terdapat perbedaan praktik yang terjadi yang masih sangat dipengaruhi oleh tujuan masing-masing pihak sehingga tidak fokus untuk membantu pemilik memperbaharui nilai biaya daur hidupnya agar lebih akurat. Beberapa hal penting terkait dengan identifikasi risiko dan konsekuensinya kepada biaya masih belum diperhitungkan dengan sangat detail dan hasilnya bermakna untuk analisa biaya daur hidup itu sendiri.

KATA KUNCI: analisa biaya daur hidup, daur hidup, gedung hijau, konstruksi berkelanjutan

Indonesian Practices in Life-Cycle Cost Analysis for Green Building Projects

Muhamad Abduh¹ and Aulia R. Halida²

Abstract

Green building technologies are believed to contribute sustainable benefits to the owners, users and other parties and environment. However, the progress is not as expected due to misleading concerns on additional costs incurred to the green buildings that will lead to less profits, even though conceptually the addition costs in investment will be paid with excellent operational performance such as reduced resources, improved productivity, and reduced risk during their life cycles. Life Cycle Cost (LCC) analysis is then important in this case to assure the solution alternatives of system, technologies, and processes involved in each stage of life cycle will produce lower total cost of ownership. Moreover, the benefits will cover not only economic perspective, but also social and environment aspects. LCC practice in a construction project in general, and specifically in a green building project, has been done in many developed and some developing countries. Indonesia has also been there to implement what so called sustainable construction and green construction in which the LCC analysis is required. To know how far the implementation of LCC analysis has been conducted in each stage of project life cycle, this research was aimed with green building projects as the unit of analysis. Interviews were conducted to six respondents representing owners, designer, contractors, and green building expert. The result was conclusive that all respondent agreed on the importance of the LLC for their projects and should be done in each project stage and as the project progressing. However, there are differences of practices from one respondent to the others that were influenced by the objectives perceived by the involved parties, so the analyses were not contributing to the refinement of the owners' analyses of LCC. Some important aspects were not adequately considered in the practices of LCC, such as risk identification and consequences caused by the risks to the costs.

KEYWORDS: *green building, life cycle, life cycle cost analysis, sustainable construction*

Praktik Analisa Biaya Daur Hidup pada Proyek Gedung Hijau di Indonesia

Muhamad Abduh¹, Aulia R. Halida²

1 PENDAHULUAN

Konsep keberlanjutan dalam industri konstruksi lekat dengan paradigma bahwa pada praktiknya akan menimbulkan kenaikan biaya sehingga dapat mengurangi pendapatan. Padahal, meskipun biaya yang dikeluarkan untuk menerapkan prinsip berkelanjutan akan lebih meningkat, hasil yang didapat akan berdampak positif berupa kemungkinan efisiensi sumber daya lainnya, peningkatan produktivitas, dan menurunnya risiko. Perhatian pada prinsip berkelanjutan ini mengakibatkan adanya pergeseran paradigma dalam industri konstruksi, apabila sebelumnya tim desain dan konstruksi lebih terfokus untuk mencapai biaya investasi terendah, menjadi mulai memasukkan pertimbangan biaya lain yang akan dikeluarkan untuk sepanjang siklus hidup sebuah bangunan. Perhitungan biaya yang dikeluarkan selama siklus hidup inilah yang disebut dengan biaya daur hidup atau *life cycle cost* (LCC).

LCC dari sebuah sistem dapat didefinisikan sebagai total seluruh biaya yang dikeluarkan sepanjang siklus hidupnya, seperti contohnya total biaya pengadaan dan biaya kepemilikan (Dhillon, 2009). LCC mengukur seluruh potensi biaya akan datang yang dihitung dengan mempertimbangkan kondisi waktu yang berhubungan dengan besarnya nilai uang, seperti nilai suku bunga atau inflasi. Di seluruh dunia, sudah banyak negara yang mengaplikasikan penggunaan LCC. Indonesia sendiri masih belum banyak yang menerapkan LCC. Indonesia baru mulai melakukan pengembangan peraturan pengadaan berkelanjutan sejak tahun 2009 yang selanjutnya didukung oleh Permen PUPR No. 5 tahun 2015 tentang Implementasi Konstruksi Berkelanjutan.

Terkait pentingnya perhitungan LCC sebagai salah satu teknik untuk mengaplikasikan konstruksi berkelanjutan, maka perlu dilakukan penelitian untuk mencari gambaran mengenai bagaimana praktik LCC dilakukan di Indonesia. Adapun ruang lingkup penelitian ini adalah mengacu pada siklus hidup yang disebutkan dalam Permen PUPR No. 5 tahun 2015 dan tinjauannya dibatasi pada proyek pembangunan gedung hijau atau *green building*.

2 TINJAUAN PUSTAKA

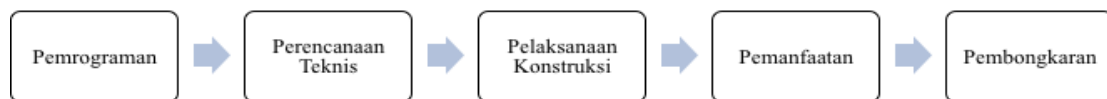
Konstruksi Berkelanjutan

Untuk mendukung konstruksi berkelanjutan di Indonesia, maka disusun aturan mengenai pedoman umum implementasi konstruksi berkelanjutan oleh Kementerian Pekerjaan Umum

dan Perumahan Rakyat yang disusun dalam Permen PUPR No. 5 tahun 2015. Prinsip berkelanjutan yang dimaksud dalam Permen PUPR tersebut meliputi:

1. Kesamaan tujuan, pemahaman serta rencana tindak;
2. Pengurangan penggunaan sumber daya, baik berupa lahan, material, air, sumber daya alam maupun sumber daya manusia (*reduce*);
3. Pengurangan timbulan limbah, baik fisik maupun non fisik;
4. Penggunaan kembali sumber daya yang telah digunakan sebelumnya (*reuse*);
5. Penggunaan sumber daya hasil siklus ulang (*recycle*);
6. Perlindungan dan pengelolaan terhadap lingkungan hidup melalui upaya pelestarian;
7. Mitigasi risiko keselamatan, kesehatan, perubahan iklim dan bencana;
8. Orientasi kepada siklus hidup;
9. Orientasi kepada pencapaian mutu yang diinginkan;
10. Inovasi teknologi untuk perbaikan yang berlanjut; dan
11. Dukungan kelembagaan, kepemimpinan dan manajemen dalam implementasi.

Penyelenggaraan infrastruktur/bangunan pun harus dilakukan melalui beberapa tahapan sesuai dengan yang didefinisikan di dalam Permen PUPR No. 5 tahun 2015, yaitu tahapan pemrograman, perencanaan teknis, pelaksanaan konstruksi, pemanfaatan, dan pembongkaran (Gambar 1). Setiap tahapan dalam siklus hidup infrastruktur berkelanjutan saling terkait satu dengan lainnya. Oleh karena itu, kegiatan atau proses yang dilakukan pada setiap tahapan harus dapat melihat kebutuhan atau persyaratan yang harus dipenuhi pada tahapan selanjutnya. Untuk itu diperlukan koordinasi dan integrasi antar pihak dan antar tahapan secara komprehensif.



Gambar 1. Siklus Hidup Infrastruktur

Bangunan Hijau

Bangunan hijau atau *green building* merupakan hal yang cukup baru di mata masyarakat. Menurut *California Department of Resources Recycling and Recovery (CalRecycle, 2018)*, *green building* didefinisikan sebagai “sebuah struktur yang dirancang, dibangun, direnovasi, dioperasikan, atau digunakan ulang dengan memperhatikan aspek ekologi dan efisiensi sumber daya”. *Green Building* didesain untuk mempertemukan kebutuhan pengguna dengan efisiensi biaya serta dampaknya pada lingkungan. Menurut *CalRecycle*, elemen utama dalam pembangunan *green building* dan keberlanjutan di antaranya adalah:

1. Pemilihan lokasi
2. Efisiensi Air
3. Efisiensi Energi

4. Efisiensi Material dan Konservasi Sumber Daya
5. Kualitas Udara
6. Operasional dan Pemeliharaan Bangunan

Sebuah studi telah dilakukan oleh Kats (2003) mengenai keuntungan biaya dan finansial yang didapatkan dengan mengaplikasikan *green building* yang dilakukan dengan bekerja sama dengan *United States Green Building Council* (USGBC). Studi tersebut melibatkan 33 proyek yang terdaftar di *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED). Dari hasil studi yang dilakukan tersebut, dilihat bahwa penghematan biaya didapat dari hal-hal sebagai berikut:

1. Penghematan Energi
2. Pengurangan Emisi
3. Keuntungan Kesehatan dan Produktivitas
4. Pengurangan Biaya Operasi dan Pemeliharaan (O&M)
5. Keuntungan Finansial Lainnya

Dengan menerapkan asumsi-asumsi yaitu *Discount Rate* sebesar 5%, masa layan selama 30 hingga 60 tahun, dan inflasi sebesar 2% per tahun, didapatkan kesimpulan seperti pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Penghematan *Green Building* per ft² (Kats, 2003)

| Category | 20-year NPV |
|---|----------------|
| Energy Value | \$7.09 |
| Emissions Value | \$1.48 |
| Water Value | \$0.58 |
| Waste Value | \$0.15 |
| Commissioning O&M Value | \$10.27 |
| Productivity and Health Value (Bronze and Silver) | \$44.94 |
| Productivity and Health Value (Gold and Platinum) | \$67.42 |
| Total (Bronze and Silver) | \$70.59 |
| Total (Gold and Platinum) | \$93.06 |

Di Indonesia sendiri, sudah terdapat lembaga mandiri (non-government) dan nirlaba (non-profit) yang berkomitmen penuh terhadap pendidikan masyarakat dalam mengaplikasikan praktik-praktik terbaik lingkungan dan memfasilitasi transformasi industri bangunan global yang berkelanjutan, yaitu *Konsil Bangunan Hijau Indonesia* atau *Green Building Council Indonesia* (GBCI). Untuk perangkat penilaian dan sertifikasi bangunan hijau di Indonesia, GBCI mengeluarkan sistem penilaian yang dinamakan *GreenShip* (GBCI, 2013). *GreenShip* dipersiapkan dan disusun oleh GBCI dengan mempertimbangkan kondisi, karakter alam serta peraturan dan standar yang berlaku di Indonesia.

Life Cycle Cost

Di Indonesia, kebijakan mengenai penggunaan *life cycle cost* (LCC) belum dikeluarkan secara resmi. Regulasi yang telah tersedia dan berkaitan dengan penggunaan LCC adalah Permen PUPR No. 2 tahun 2015 tentang Bangunan Gedung Hijau dan Permen PUPR No. 5 tahun 2015 tentang Pedoman Umum Implementasi Konstruksi Berkelanjutan pada Penyelenggaraan Infrastruktur Bidang Pekerjaan Umum dan Permukiman. Kedua peraturan

menteri tersebut masing-masing terfokus pada pembangunan gedung hijau dan implementasi konstruksi berkelanjutan, dengan sedikit menyebutkan teknik *life cycle costing* sebagai salah satu cara untuk mencapai tujuan pada peraturan tersebut.

Karena tata cara penggunaan LCC tidak dijelaskan dalam peraturan di Indonesia, maka perlu dilakukan studi literatur dari sumber lain. Berdasarkan *Life-Cycle Costing Manual for Federal Energy Management Program* (Fuller dan Peterson, 1996), tahapan-tahapan yang dilakukan dalam melaksanakan LCC adalah sebagai berikut:

- Mendefinisikan proyek dan sasaran, di mana perlu ditetapkan deskripsi proyek seperti informasi-informasi terkait desain, penggunaan, perawatan dan perbaikan, hingga penggunaan energi. Selanjutnya, perlu ditetapkan jenis pengambilan keputusan dan alternatif seperti apa yang dilakukan untuk menentukan investasi yang akan diambil.
- Identifikasi kelayakan alternatif, dilakukan dengan menetapkan batasan-batasan seperti batasan fisik, anggaran, peraturan, keamanan, dan batasan yang lainnya.
- Penetapan periode studi. Menurut Boussabaine dan Kirkham (2004), metode penetapan masa layan dari sebuah bangunan dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu metode prediksi deterministik dan stokastik.

Lebih lanjut, menurut Boussabaine dan Kirkham (2004), hal-hal yang perlu dilakukan dalam perhitungan LCC di antaranya adalah:

- Memperhitungkan aspek biaya dalam perhitungan LCC, seperti proses *discounting* dan *compounding*, perhitungan *Net Present Value* (NPV), serta inflasi dan eskalasi.
- Estimasi biaya terkait investasi terdiri dari biaya awal, biaya penggantian, dan biaya *residual* (nilai sisa).
- Estimasi biaya lainnya, seperti biaya pendanaan, rabat, pajak, penghasilan, serta biaya dan pendapatan *non-moneter*.
- Perhitungan performa ekonomi sebagai instrumen pemilihan alternatif dan mekanisme tolok ukur LCC.
- Perhitungan LCC tiap tahapan, karena meskipun tata cara perhitungan analisis LCC telah disebutkan, tentu apa yang dilakukan pada tiap tahapan konstruksi akan berbeda dari tahapan lainnya. Perbedaan-perbedaan tersebut akan berdampak masing-masing pada besarnya LCC, seperti contohnya apabila terjadi kesalahan dalam pengambilan keputusan pada tahap pemrograman tentu akan berbeda dampaknya dibanding pada tahap konstruksi. Perbedaan-perbedaan tersebut ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Perhitungan LCC pada tiap Tahapan

| No | Keterangan | Tahap I Pemrograman | Tahap II Perencanaan Teknis | Tahap III Konstruksi | Tahap IV Pemanfaatan | |
|----|-------------------------------|---|--|---|--|--|
| 1 | Tujuan | Untuk melihat viabilitas dan identifikasi risiko pengadaan sebuah fasilitas Menetapkan estimasi biaya dan manfaat sebagai suatu <i>baseline</i> untuk tahapan selanjutnya | menghasilkan rancangan detail seluruh bagian dan komponen fasilitas menghasilkan alternatif desain terbaik yang dipilih berdasarkan analisis LCC, risiko, dan keuntungan finansial dan non finansial | Aktualiasi dari perencanaan pada tahap sebelumnya | Pemanfaatan fasilitas | |
| 2 | Praktik LCC | Perhitungan seluruh komponen biaya dan manfaat mulai dari perencanaan hingga siklus selesai Pilihan alternatif masih sangat luas | Perhitungan seluruh komponen biaya dan manfaat mulai dari perencanaan hingga siklus selesai Pilihan alternatif sudah mulai menyempit, pilihan sudah diambil | Pelaksanaan, pemantauan dan pembaruan apabila terdapat perubahan dari tahap sebelumnya Pelaksanaan dan/atau perubahan alternatif | Pelaksanaan, pemantauan, dan pembaruan secara berkala Penggunaan alternatif dan/atau perubahan alternatif | |
| 3 | Informasi yang dibutuhkan | Masih minim, belum mendetail | Sudah mendetail | Didapat dari tahap II, diupdate selama tahap ini berlangsung | Terus diperbarui sepanjang siklus hidup | |
| 4 | Sumber informasi | Data historis/dokumentasi, asumsi | Data historis/dokumentasi, asumsi | Hasil dari tahap sebelumnya, tinjauan langsung | Tinjauan langsung | |
| 5 | Jangka waktu | Hingga selesai waktu penggunaan fasilitas | Hingga selesai waktu penggunaan fasilitas | Hingga selesai waktu penggunaan fasilitas | Hingga selesai waktu penggunaan fasilitas | |
| 6 | Perubahan komponen | Kemungkinan perubahan masih sangat besar | Kemungkinan perubahan lebih kecil dari tahap I | Kemungkinan perubahan kecil, sesuai kondisi lapangan | Kemungkinan perubahan sangat kecil, berdasarkan performa | |
| 7 | Risiko | <ul style="list-style-type: none"> • LC estimate risk • Technical risk • Financial and economic risks • Market risk • Organisational risk • Operation risks • Schedule risk • Political risk. | <ul style="list-style-type: none"> • LC estimate risk • Technical risk • Financial and economic risks • Market risk • Organisational risk • Operation risks • Schedule risk • Political risk. | Kontraktor dan klien, teknis, finansial, organisasional, lingkungan | Berhubungan dengan operational cost | |
| 8 | Dampak pengambilan keputusan | Pengambilan keputusan yang tidak tepat akan berdampak sangat besar di tahap III atau IV | Pengambilan keputusan yang tidak tepat akan berdampak besar di tahap III atau IV | Pengambilan keputusan yang tidak tepat akan berdampak di tahap IV | Pengambilan keputusan yang tidak tepat tidak berdampak besar hingga fasilitas habis masa kegunaan | |
| 9 | Cakupan pengambilan keputusan | <p>Penilaian investasi dan penetapan kebutuhan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Keberlanjutan • Persyaratan Lingkungan • Kemudahan konfigurasi fungsional • Dampak pada kualitas hidup • Persyaratan waktu dan biaya • Strategi operasional • Strategi akhir masa layan • Persyaratan kualitas. | <p>Tahap Pengembangan Konseptual</p> <ul style="list-style-type: none"> • Substructure • Structural framework • Pelayanan lingkungan • Perkiraan masa layan untuk komponen utama • Frekuensi perawatan, perbaikan, dan penggantian selama umur ekonomi • Finishing internal • Roofing systems • Pekerjaan eksternal termasuk lapisan, dinding, dll • Dampak lingkungan • Operasional • Produksi • Disposals. | <ul style="list-style-type: none"> • Memperbarui seluruh keputusan dari tahapan sebelumnya • Finalisasi detail spesifikasi • Detail produksi konstruksi • Perkiraan dampak desain terhadap biaya operasional dan perawatan • Pengaturan produksi • Membandingkan biaya dan keuntungan dari tiap pilihan • Analisis LCC yang lebih detail untuk tiap komponen | <ul style="list-style-type: none"> • Memperbarui keputusan terdahulu apabila dibutuhkan • Pengaturan kontrak • Jadwal konstruksi • Metode pembayaran • Mekanisme monitoring dan pelaporan • Metode dan teknologi konstruksi • Aspek buildability • Proses di lapangan • Sumber daya termasuk kemampuan SDM dan kualitas material • Proses pelaksanaan. | <ul style="list-style-type: none"> • Strategi adaptasi atas perubahan kebutuhan pengguna • Frekuensi dan jadwal perawatan, perbaikan dan penggantian ME dan Internal • Strategi pengembangan • Mekanisme untuk evaluasi kegiatan operasional • Cadangan risiko asuransi, pajak, dan biaya lainnya |

3 METODE PENELITIAN

Penelitian ini dirancang sebagai studi untuk mengetahui bagaimana praktik LCC di Indonesia dengan cara membandingkan studi literatur yang sudah dilakukan. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuesioner dan interviu/wawancara. Pertanyaan yang akan diajukan terdiri dari 4 bagian, bagian pertama adalah untuk mengetahui profil responden, bagian kedua diisi oleh responden yang pernah menggunakan life cycle cost, bagian ketiga diisi oleh responden yang tidak pernah menggunakan LCC, dan bagian keempat diisi oleh seluruh responden untuk mengetahui kendala, rekomendasi, dan saran.

Responden yang digunakan untuk penelitian ini adalah pihak-pihak yang terlibat dalam tiap tahap siklus konstruksi bangunan bersertifikasi green building yaitu pengguna jasa untuk pemrograman dan pemanfaatan, konsultan perencana untuk tahap perencanaan teknis, dan kontraktor untuk tahap konstruksi (Gambar 2).



Gambar 2. Partisipan LCC dalam Siklus Hidup

Pengolahan data untuk penelitian ini dilakukan dengan menyusun jawaban responden menjadi suatu jawaban terstruktur dan sesuai dengan poin-poin pada tahapan siklus konstruksi. Selanjutnya, jawaban responden tersebut kemudian dibandingkan dengan kerangka hasil studi literatur. Jawaban yang sudah disusun rapi akan memudahkan dalam membandingkan kondisi aktual di Indonesia dengan kondisi ideal penggunaan LCC yang biasa dilakukan. Dari perbandingan tersebut maka dapat dilihat pada poin apa saja penggunaan LCC dilakukan secara benar, dilakukan namun tidak tepat sasaran, ataupun tidak dilakukan sama sekali. Perbandingan praktik LCC pada tiap tahapan akan dibandingkan dengan teori LCC. Teori LCC yang dimaksud pada tiap tahapan disebutkan pada Boussabaine, dan Kirkham (2004), dan teori perhitungan LCC yang disebutkan pada Fuller dan Peterson (1995).

4 PENGUMPULAN DATA DAN ANALISIS

Pengumpulan Data

Untuk penelitian ini dilakukan wawancara dengan 6 responden, yaitu 2 pemilik, pemerintah dan swasta, 1 konsultan perencana, 2 kontraktor, dan 1 konsultan yang bergerak di bidang bangunan hijau. Tiap responden tersebut pernah terlibat dalam setidaknya 1 (satu) proyek pembangunan bangunan hijau, baik yang sudah selesai ataupun masih dalam proses.

Berdasarkan informasi dari keenam responden tersebut selanjutnya akan dilakukan perbandingan antara teori dengan praktik LCC yang telah dilakukan.

Perbandingan Praktik LCC pada Tahap Pemrograman dengan Teori

Tabel 3 berikut adalah perbandingan antara kedua responden pada tahap Pemrograman yaitu owner pemerintah dan swasta dengan teori pelaksanaan LCC. Adapun kesimpulannya adalah bawa akibat adanya perbedaan tujuan yang dimiliki antara owner pemerintah dan owner swasta, cakupan perhitungan yang digunakan oleh keduanya pun berbeda. Praktik yang dilakukan oleh owner swasta secara umum lebih mendekati teori LCC dibandingkan dengan owner pemerintah. Namun keduanya masih belum mempertimbangkan kemungkinan risiko secara mendalam. Selanjutnya kesimpulan ini disebut sebagai Kesimpulan A.

Tabel 3. Perbandingan Tahap Pemrograman

| | Owner Pemerintah | Owner Swasta | Teori (Boussabaine & Kirkham, 2004) | Kesimpulan |
|--------------------------------------|---|--|---|---|
| Tujuan | Untuk dapat mengaplikasikan konsep <i>green building</i> namun tetap dalam batas anggaran yang ditentukan. | Untuk mengetahui total biaya dan pendapatan pada setiap tahapan sebuah bangunan tanpa kecuali, termasuk penggantian alat dan untuk mengetahui kelayakan dari segi fisik, biaya dan ekonomi | <ul style="list-style-type: none"> • Untuk melihat viabilitas dan identifikasi risiko pengadaan sebuah fasilitas • Menetapkan estimasi biaya dan manfaat sebagai suatu <i>baseline</i> untuk tahapan selanjutnya | <ul style="list-style-type: none"> • Owner pemerintah mengaplikasikan LCC agar tidak melebihi batas anggaran yang ditentukan • Owner swasta mengaplikasikan LCC untuk mengetahui total biaya atau mengestimasi total biaya |
| Lingkup | Perencanaan, pembangunan, hingga operasional | Perencanaan, pembangunan, hingga operasional | Perhitungan seluruh komponen biaya dan manfaat mulai dari perencanaan hingga siklus selesai | Owner pemerintah dan owner swasta tidak memperhitungkan hingga siklus bangunan selesai, melainkan hanya sampai tahap operasional |
| Sumber Informasi | Konsultan Perencana, Konsultan MK, dan tim narasumber yang terdiri dari tenaga ahli di bidang energi. | Konsultan Perencana, Kontraktor, Supplier, hingga Pengelola Bangunan | Data historis/dokumentasi, asumsi | Owner pemerintah dan owner swasta sudah mengkorporasikan data-data dari pihak lain |
| Risiko yang Mungkin Terjadi | Kemungkinan tidak tercapainya <i>green building</i> yang sesuai standar | Kemungkinan meleset dari rencana | <ul style="list-style-type: none"> • LC estimate risk • Technical risk • Financial and economic risks • Market risk • Organisational risk • Operation risks • Schedule risk • Political risk. | Owner pemerintah dan owner swasta belum memperhatikan risiko-risiko yang mungkin terjadi pada tahap pemrograman tersebut |
| Dampak Pengambilan Keputusan | Sangat berpengaruh untuk keberlaksanaan proyek ke tahap berikutnya | Sangat berpengaruh untuk keberlaksanaan proyek ke tahap berikutnya | Pengambilan keputusan yang tidak tepat akan berdampak sangat besar di tahap III atau IV | Owner pemerintah dan owner swasta sudah menyadari besar dampak yang dihasilkan dari pengambilan keputusan pada tahap tersebut |
| Cakupan Pengambilan Keputusan | <ul style="list-style-type: none"> • Penentuan proyek terbaik • Bentuk project delivery • Keberlanjutan • Persyaratan Lingkungan • Kemudahan konfigurasi fungsional • Dampak pada kualitas hidup • Persyaratan waktu dan biaya • Strategi operasional • Persyaratan kualitas. • Substructure • Structural framework <p>• Perkiraan masa layanan untuk komponen utama</p> <ul style="list-style-type: none"> • Finishing internal • Roofing systems • Pekerjaan eksternal termasuk lapisan, dinding, dll • Dampak lingkungan • Operasional | <ul style="list-style-type: none"> • Penentuan proyek terbaik • Bentuk project delivery • Keberlanjutan • Persyaratan Lingkungan • Kemudahan konfigurasi fungsional • Dampak pada kualitas hidup • Persyaratan waktu dan biaya • Strategi operasional • Persyaratan kualitas. • Substructure • Structural framework <p>• Perkiraan masa layanan untuk komponen utama</p> <ul style="list-style-type: none"> • Frekuensi perawatan, perbaikan, dan penggantian selama umur ekonomi • Finishing internal • Roofing systems • Pekerjaan eksternal termasuk lapisan, dinding, dll • Dampak lingkungan • Operasional • Produksi • Disposal | <ul style="list-style-type: none"> • Keberlanjutan • Persyaratan Lingkungan • Kemudahan konfigurasi fungsional • Dampak pada kualitas hidup • Persyaratan waktu dan biaya • Strategi operasional • Strategi akhir masa layanan • Persyaratan kualitas. <p>• Substructure</p> <ul style="list-style-type: none"> • Structural framework • Pelayanan lingkungan • Perkiraan masa layanan untuk komponen utama • Frekuensi perawatan, perbaikan, dan penggantian selama umur ekonomi • Finishing internal • Roofing systems • Pekerjaan eksternal termasuk lapisan, dinding, dll • Dampak lingkungan • Operasional • Produksi • Disposal. | <p>Owner Pemerintah:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tidak memperhitungkan frekuensi perawatan, perbaikan, dan penggantian selama umur ekonomi • Tidak memperhitungkan produksi material dan disposal dari bangunan • Tidak memperhitungkan strategi akhir masa layanan <p>Owner Swasta:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memperhitungkan frekuensi perawatan, perbaikan, dan penggantian selama umur ekonomi • Memperhitungkan produksi material dan disposal dari bangunan • Tidak memperhitungkan strategi akhir masa layanan |

Perbandingan Praktik LCC pada Tahap Perencanaan Teknis dengan Teori

Tabel 4 berikut adalah perbandingan antara responden pada tahap Perencanaan Teknis yaitu *designer* dengan teori pelaksanaan LCC. Dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa pada Tahap Perencanaan Teknis secara umum konsultan perencana telah mempraktikkan teori-teori LCC. Yang membedakan adalah tujuan perhitungan LCC itu sendiri. Selain itu, konsultan perencana masih belum mempertimbangkan kemungkinan risiko secara mendalam (Kesimpulan B).

Tabel 4. Perbandingan Tahap Perencanaan Teknis

| | Praktik: Konsultan Perencana | Teori (Boussabaine & Kirkham, 2004) | Kesimpulan |
|--------------------------------------|--|---|---|
| Tujuan | untuk memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh pemberi tugas untuk selanjutnya akan diteruskan kepada pihak Kontraktor | <ul style="list-style-type: none"> • menghasilkan rancangan detail seluruh bagian dan komponen • menghasilkan alternatif desain terbaik yang dipilih berdasarkan analisis LCC, risiko, dan keuntungan finansial dan non finansial | Konsultan perencana melaksanakan tugas yang diberikan oleh <i>owner</i> , namun tidak secara eksplisit menyebutkan tentang pemilihan desain terbaik |
| Lingkup | biaya pembangunan hingga biaya operasional | Perhitungan seluruh komponen biaya dan manfaat mulai dari perencanaan hingga siklus selesai | Konsultan perencana tidak memperhitungkan hingga siklus bangunan selesai, melainkan hanya sampai tahap operasional |
| Sumber Informasi | vendor atau supplier, referensi dari BCI, dan Standar Nasional Indonesia (SNI). | Data historis/dokumentasi, asumsi | Konsultan perencana sudah mengkorporasikan data historis dan data-data dari pihak lain |
| Risiko yang Mungkin Terjadi | kemungkinan meleset dari rencana | <ul style="list-style-type: none"> • LC estimate risk • Technical risk • Financial and economic risks • Market risk • Organisational risk • Operation risks • Schedule risk • Political risk. | Konsultan perencana belum memperhatikan risiko-risiko yang mungkin terjadi pada tahap ini |
| Dampak Pengambilan Keputusan | cukup berpengaruh untuk keberlaksanaan proyek ke tahap berikutnya | Pengambilan keputusan yang tidak tepat akan berdampak besar di tahap III atau IV | Konsultan perencana sudah menyadari dampak yang dihasilkan dari pengambilan keputusan pada tahap tersebut |
| Cakupan Pengambilan Keputusan | <ul style="list-style-type: none"> • Memperbarui seluruh keputusan dari tahap sebelumnya • Finalisasi detail spesifikasi • Detail produksi konstruksi • Perkiraan dampak desain terhadap biaya operasional dan perawatan • Membandingkan biaya dan keuntungan dari tiap pilihan • Analisis LCC yang lebih detail untuk tiap komponen | <ul style="list-style-type: none"> • Memperbarui seluruh keputusan dari tahap sebelumnya • Finalisasi detail spesifikasi • Detail produksi konstruksi • Perkiraan dampak desain terhadap biaya operasional dan perawatan • Membandingkan biaya dan keuntungan dari tiap pilihan • Analisis LCC yang lebih detail untuk tiap komponen • Pengaturan produksi | Konsultan Perencana tidak memperhitungkan hingga pengaturan produksi |

Perbandingan Praktik LCC pada Tahap Konstruksi dengan Teori

Dari Tabel 5 di bawah ini, dapat disimpulkan bahwa pada Tahap Konstruksi, secara umum, Kontraktor I sudah mengaplikasikan lebih banyak poin teori LCC dalam pelaksanaan konstruksi dibanding Kontraktor II. Selain itu, keduanya masih belum mempertimbangkan kemungkinan risiko secara mendalam (Kesimpulan C).

Tabel 5. Perbandingan Tahap Konstruksi

| | Kontraktor I | Kontraktor II | eor (Boussabaine & Kirkham, 200 | Kesimpulan |
|--------------------------------------|--|--|--|--|
| Tujuan | untuk mengetahui apakah proyek tersebut layak untuk dikerjakan dengan pertimbangan untuk meningkatkan keuntungan yang akan didapatkan dengan memenuhi spesifikasi yang disyaratkan | untuk penghematan biaya | Aktualiasi dari perencanaan pada tahap sebelumnya | <ul style="list-style-type: none"> Kontraktor I mempertimbangkan LCC untuk menentukan apakah proyek layak dikerjakan atau tidak sehingga dapat memberikan keuntungan bagi perusahaan Kontraktor II lebih terfokus pada penghematan biaya yang dilakukan selama masa konstruksi |
| Lingkup | tahap konstruksi hingga tahap operasional | pengaplikasian pekerjaan, pemilihan metode kerja dan pemilihan material | Pelaksanaan, pemantauan dan pembaruan apabila terdapat perubahan dari tahap sebelumnya | Kontraktor I sudah mempertimbangkan hingga ke tahap operasional, sedangkan Kontraktor II hanya memperhitungkan saat masa konstruksi. |
| Sumber Informasi | Standar analisa SNI, RAB kontrak, harga pasar, dan pengalaman | Supplier | Didapat dari tahap II, tinjauan langsung, dan diupdate selama tahap ini berlangsung | Kontraktor I mendapatkan informasi dari sumber yang lebih beragam dibanding Kontraktor II. |
| Risiko yang Mungkin Terjadi | kemungkinan over budget | kemungkinan eskalasi dan adanya peraturan baru dari pemerintah | Kontraktor dan klien, teknis, finansial, organisasional, lingkungan | Risiko yang disadari oleh Kontraktor I merupakan tabulasi dari berbagai risiko yang mungkin dialami oleh kontraktor. Risiko yang disebutkan oleh Kontraktor II adalah risiko finansial yang sifatnya eksternal |
| Dampak Pengambilan Keputusan | berpengaruh langsung pada kondisi keuangan perusahaan | berpengaruh pada keberlangsungan proyek itu sendiri | Pengambilan keputusan yang tidak tepat akan berdampak di tahap operasional | Kedua responden beranggapan bahwa dampak dari pengambilan keputusan akan berpengaruh pada keberjalanan proyek dan padamasing-masing perusahaan |
| Cakupan Pengambilan Keputusan | <ul style="list-style-type: none"> Memperbarui keputusan Pengaturan kontrak Jadwal konstruksi Metode pembayaran Mekanisme monitoring dan pelaporan Metode dan teknologi konstruksi Aspek <i>buildability</i> Proses di lapangan Sumber daya termasuk kemampuan SDM dan kualitas Proses pelaksanaan | <ul style="list-style-type: none"> Memperbarui keputusan Jadwal konstruksi Metode dan teknologi | <ul style="list-style-type: none"> Memperbarui keputusan Pengaturan kontrak Jadwal konstruksi Metode pembayaran Mekanisme monitoring dan pelaporan Metode dan teknologi konstruksi Aspek <i>buildability</i> Proses di lapangan Sumber daya termasuk kemampuan SDM dan kualitas Proses pelaksanaan | <p>Kontraktor I:</p> <ul style="list-style-type: none"> Sudah memperhitungkan item-item sesuai pada teori <p>Kontraktor II:</p> <ul style="list-style-type: none"> Hanya memperhitungkan jadwal, metode, dan teknologi konstruksi dan memperbarui keputusan terdahulu. Pengaturan kontrak, metode pembayaran, mekanisme monitoring dan pelaporan, <i>buildability</i>, proses di lapangan, dan SDM tidak dipertimbangkan dalam perhitungan LCC. |

Perbandingan Praktik LCC oleh Konsultan Green dengan Teori pada Tiap Tahap

Praktik yang dilakukan oleh konsultan Green disampaikan pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Kesimpulan Perbandingan Praktik LCC Konsultan Green dengan Teori

| Tahap | Kesimpulan | Catatan |
|--------------------|--|---------------|
| Pemrograman | Secara umum, praktik yang dilakukan oleh konsultan green pada tahap pemrograman sudah sesuai dengan teori, bahkan melebihi dengan menggunakan simulasi untuk perhitungannya. Perbedaan lainnya yang terjadi adalah dalam penentuan risiko dan cakupan pengambilan keputusan. | Kesimpulan A* |
| Perencanaan Teknis | Praktik yang dilakukan oleh konsultan green pada tahap perencanaan teknis juga sudah sesuai dengan teori bahkan melebihi dengan menggunakan simulasi untuk perhitungannya. Perbedaan lainnya yang terjadi adalah dalam lingkup perhitungan, penentuan risiko, dan cakupan pengambilan keputusan. | Kesimpulan B* |
| Konstruksi | Praktik yang dilakukan oleh konsultan green pada tahap konstruksi juga sudah sesuai dengan teori, perbedaan yang terjadi adalah dalam penentuan risiko dan cakupan pengambilan keputusan. | Kesimpulan C* |

Analisis Praktik LCC di Indonesia

Berdasarkan pada kesimpulan hasil perbandingan antar tiap tahapan dengan teori LCC (Kesimpulan A, B, dan C) serta dibandingkan kembali dengan kesimpulan dari praktik yang dilakukan oleh Konsultan Green (Kesimpulan A*, B*, dan C*), maka dapat disampaikan beberapa hal sebagai berikut:

1. Tahap Pemrograman

Pada tahap pemrograman, owner pemerintah dan owner swasta tidak menggunakan jasa konsultan green dalam melaksanakan tugasnya. Segala perhitungan dan pengambilan keputusan dilakukan oleh pihak internal, namun dengan melibatkan informasi dari pihak lainnya. Oleh karena itu, praktik perhitungan LCC yang dilakukan oleh ketiganya berbeda-beda.

Poin utama yang menjadi perbedaan dari ketiganya adalah perbedaan tujuan. Perbedaan tujuan ini mengakibatkan perbedaan lingkup dan cakupan pengambilan keputusan yang diambil. Seperti yang sudah dibahas sebelumnya, owner pemerintah melakukan perhitungan pada tahap pemrograman untuk memaksimalkan aplikasi green building namun tetap dalam batasan anggaran. Sedangkan owner swasta melakukan perhitungan untuk mendapatkan estimasi biaya selama siklus bangunan. Hampir sama dengan owner swasta, konsultan green juga bertujuan untuk memperkirakan estimasi namun perhitungannya hingga ke efisiensi yang dapat diambil dengan pemilihan alternatif-alternatif yang tersedia.

Selain perbedaan-perbedaan tersebut, terdapat pula persamaan dari praktik yang dilakukan ketiganya, yaitu penentuan risiko dan cakupan pengambilan keputusan. Owner pemerintah, owner swasta, dan konsultan green sama-sama tidak menjabarkan risiko yang mungkin terjadi secara mendetail. Owner pemerintah dan owner swasta memperhatikan risiko terkait kemungkinan tidak tercapainya sertifikasi yang diharapkan, sedangkan konsultan green memperhatikan pada risiko pembengkakan biaya secara makro. Persamaan lainnya adalah bahwa ketiganya tidak memperhitungkan strategi akhir masa layan.

2. Tahap Perencanaan Teknis

Pada tahap perencanaan teknis ini, responden konsultan perencana menggunakan jasa konsultan green dalam melakukan perhitungan. Maka dari itu, praktik yang dilakukan oleh keduanya menjadi hampir sama dengan detail pekerjaan yang berbeda. Pada praktiknya, konsultan perencana diberi tugas oleh owner untuk menghasilkan desain sesuai rencana dari tahap pemrograman. Untuk itu, diperlukan perhitungan terkait green dan LCC. Konsultan perencana menggunakan jasa konsultan green untuk melakukan perhitungan terutama pada item-item terkait energi dan air dengan melakukan simulasi. Sepanjang pelaksanaannya, konsultan perencana dan konsultan green harus terus berkoordinasi. Persamaan lainnya di antara keduanya adalah bahwa keduanya tidak memperhitungkan risiko secara mendetail dan tidak mempertimbangkan produksi material dalam cakupan pengambilan keputusan.

3. Tahap Konstruksi

Pada tahap konstruksi ini, hanya satu kontraktor menggunakan jasa konsultan green yaitu Kontraktor II. Oleh karena itu, praktik yang dilakukan oleh Kontraktor II sama

dengan apa yang dilakukan oleh konsultan green seperti lingkup dan sumber informasi.

Pada Kontraktor I yang tidak menggunakan jasa konsultan green, praktik yang dilakukannya pun menjadi berbeda. Kontraktor I menggunakan cakupan pengambilan keputusan yang lebih banyak, yaitu pengaturan kontrak, metode pembayaran, dan aspek *buildability*. Dari hasil wawancara pun dapat dilihat bahwa karena perhitungan dilakukan sendiri, Kontraktor I lebih memahami konsep green dan LCC. Hal ini disebabkan perhitungan dan analisis yang dilakukan oleh konsultan green dilakukan secara internal oleh Kontraktor I.

5 DISKUSI PRAKTIK LCC DI INDONESIA

Praktik LCC yang Ada di Indonesia

Tabel 7 berikut adalah matriks perbandingan antara pemahaman dan praktik yang telah dilakukan oleh para responden jika dibandingkan dengan teori LCC.

Tabel 7. Matriks Perbandingan Kesesuaian dengan Teori pada Tiap Tahapan

| Kesesuaian Praktik dan Teori | Pemrograman | | | Perencanaan Teknis | | Konstruksi | | |
|-------------------------------|------------------|-------------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|--------------|---------------|-----------------|
| | Owner Pemerintah | Owner Swasta | Konsultan Green | Konsultan Perencana | Konsultan Green | Kontraktor I | Kontraktor II | Konsultan Green |
| Tujuan | ✗ | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |
| Lingkup | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Sumber Informasi | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Risiko yang Mungkin Terjadi | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| Dampak Pengambilan Keputusan | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Cakupan Pengambilan Keputusan | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| Keterangan: | ✓ | : Praktik sesuai dengan Teori | | | | | | |
| | ✗ | : Praktik tidak sesuai dengan Teori | | | | | | |

Dari matriks di atas, dapat disimpulkan bahwa semua responden masih belum mempraktikkan analisis risiko yang mungkin terjadi. Untuk bisa menghitung LCC dengan maksimal, diperlukan suatu penilaian risiko yang menjadi elemen penting dalam pengambilan keputusan dan dalam *value analysis*, terutama pada kondisi dunia konstruksi yang penuh ketidakpastian (Boussabaine dan Kirkham, 2004). Oleh karena itu, analisis risiko dalam perhitungan LCC tidak boleh dilewatkan. Ke-6 responden tersebut masing-masing sudah memiliki gambaran besar mengenai risiko apa yang mereka hadapi pada tiap tahapan

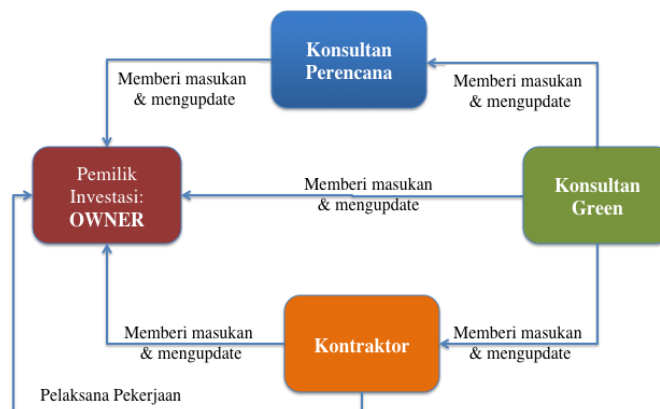
masing-masing, namun perkiraan risiko tersebut masih dalam satu kesatuan besar yang belum teridentifikasi penyebabnya sehingga tidak dapat disusun mitigasinya.

Selain penilaian risiko, cakupan pengambilan keputusan yang dilaksanakan oleh tiap responden masih banyak yang terlewat dari teori, terutama perhitungan strategi masa layan, *disposal*, dan pengaturan produksi. Hal ini menunjukkan bahwa dalam praktiknya, perhitungan LCC di Indonesia masih belum sampai pada strategi akhir siklus hidup sebuah bangunan. Bahkan tidak hanya itu, masih ada responden yang masih tidak memperhitungkan perkiraan biaya perawatan dan penggantian. Lebih jauh, terlihat bahwa lingkup pada siklus hidup pada praktik LCC tahap pemrograman dan perencanaan teknis seharusnya hingga siklus selesai, namun pada praktiknya responden hanya memperkirakan hingga tahap operasi.

Terlihat bahwa praktik LCC yang dilakukan oleh kontraktor pada tahap konstruksi bertujuan untuk meningkatkan keuntungan perusahaan. Sehingga hasil desain dari tahap sebelumnya dilakukan perhitungan dan pemilihan alternatif kembali agar dapat mengefisienkan biaya dan meningkatkan keuntungan. Dari ke-6 responden tersebut pula, dapat dilihat bahwa pada tahap III yaitu tahap konstruksi, pelaksanaan LCC paling minim dilakukan. Hal ini karena pengambilan keputusan terkait LCC pada tahap ini sangat minim dampaknya baik pada perusahaan itu sendiri maupun untuk bangunan sehingga para kontraktor cenderung tidak melakukan LCC.

Peran Setiap Pihak dalam LCC

Dalam pelaksanaan LCC ini, dapat dilihat bahwa peranan tiap pihak dalam tiap tahapan sebagaimana terlihat pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Bagan Peranan Tiap Pihak dalam LCC

Dari bagan tersebut, dapat dilihat bahwa pelaksanaan LCC ini terpusat pada satu pihak, yaitu Owner sebagai pemilik investasi. Sebagai pemilik investasi, owner yang paling berkepentingan untuk melakukan perhitungan biaya agar investasi yang dimilikinya dapat memberikan keuntungan terbesar, baik secara fungsi maupun secara finansial.

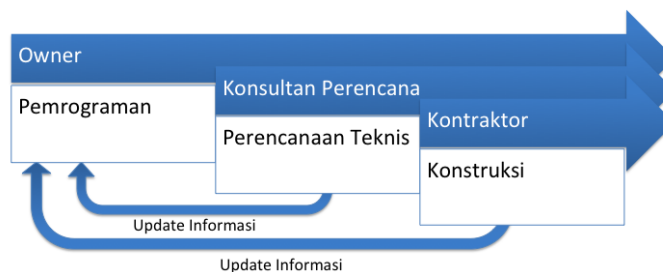
Untuk konsultan perencana, fungsinya adalah untuk memberikan masukan bagi owner dan meng-update perhitungan LCC yang dilakukan sesuai dengan perencanaan teknis dan

perhitungan yang dilakukannya. Pada praktiknya, konsultan perencana memberikan masukan bagi owner untuk memenuhi persyaratan yang diberikan oleh owner yang selanjutnya akan diteruskan pada pihak kontraktor. Pada teori, tahap perencanaan teknis dilakukan untuk menghasilkan alternatif desain yang terbaik yang dihitung berdasarkan analisis LCC, risiko, keuntungan finansial, dan non finansial. Masukan dan alternatif desain terbaik inilah yang diberikan kepada owner untuk menjadi alternatif final setelah dilakukan perhitungan oleh konsultan perencana. Oleh karena itu, LCC yang dilakukan oleh konsultan perencana akan memberikan dampak besar bagi keputusan yang diambil oleh Owner.

Lain hal, kontraktor berperan untuk melaksanakan pekerjaan dengan desain yang diberikan oleh konsultan perencana. Tanggung jawab dari kontraktor adalah kepada owner sebagai pemilik investasi sekaligus pemegang anggaran. Karena fungsinya yang sebagai pelaksana pekerjaan, pihak kontraktor tidak melaksanakan LCC yang memberikan dampak bagi perhitungan LCC yang dilakukan oleh owner. Perhitungan yang dilakukan oleh owner terbatas pada keuntungan yang dimiliki oleh kontraktor. Meskipun begitu, kontraktor dapat memberikan masukan bagi owner terkait pemilihan material dari alternatif desain yang telah diberikan konsultan perencana sehingga menjadi data baru bagi owner terkait perhitungan biaya *initial cost*.

Selain konsultan perencana dan kontraktor, terdapat pula konsultan green yang berfungsi untuk memberi masukan kepada ketiga pihak, yaitu owner, konsultan perencana, maupun kontraktor. Konsultan green bertanggung jawab untuk memberi masukan kepada tiap-tiap pihak sesuai perjanjian yang dilakukan oleh konsultan green dengan pihak yang menggunakan jasanya. Sebagai tenaga ahli, konsultan green memberikan masukan mengenai LCC yang dilakukan kepada pihak-pihak tersebut.

Pelaksana tiap tahapan dalam siklus konstruksi, yaitu owner pada tahap pemrograman, konsultan perencana pada tahap perencanaan teknis, dan kontraktor pada tahap konstruksi, ketiganya sudah memahami dampak yang terjadi atas pengambilan keputusan mereka pada tiap tahapan siklus konstruksi. Fakta tersebut dapat dikaitkan dengan kondisi bahwa tanggung jawab yang dimiliki masing-masing pihak akan bertumpu pada owner, yang sudah melakukan pemilihan alternatif keputusan sejak tahap pemrograman (Gambar 4).



Gambar 4. Peranan Tiap dalam Perhitungan LCC Pihak Sesuai Tahapan

Pada gambar di atas, terlihat peranan tiap pihak pada tiap tahapan. Pada tahap pemrograman, yang melakukan LCC adalah pihak owner. Lalu pada tahap berikutnya yaitu perencanaan teknis, konsultan perencana melakukan perhitungan LCC sesuai dengan keinginan owner sehingga memberikan informasi atau memperbarui data terkait harga

kepada owner. Tahap selanjutnya yaitu konstruksi, kontraktor melaksanakan pekerjaan sesuai harapan owner dan sesuai perencanaan dari konsultan perencana dengan harga sebenarnya (bukan asumsi), sehingga harga yang dikeluarkan sebagai initial cost dan dijadikan perhitungan LCC oleh owner maupun konsultan perencana adalah harga yang benar benar sesuai. Update informasi ini harus selalu dilakukan oleh owner, karena hal kunci dalam perhitungan LCC adalah untuk selalu meng-update informasi terkait biaya selama siklus hidup fasilitas. (Boussabaine dan Kirkham, 2004).

Di Indonesia sendiri, belum ada aturan mengenai perhitungan LCC. Dalam *GreenShip*, perhitungan biaya juga tidak dimasukkan ke dalam tolok ukur penilaian. Penghematan yang disebutkan dalam penilaian *GreenShip* adalah terkait efisiensi energi dan konservasi air. Pada *GreenShip New Building*, perhitungan terkait efisiensi energi disebutkan dalam 3 tolok ukur berupa penggunaan *Energy modelling software* untuk menghitung konsumsi energi di gedung *baseline* dan gedung *designed*, penggunaan perhitungan *worksheet*, dan penggunaan perhitungan per komponen secara terpisah.

Ketiga tolok ukur tersebut sudah menyebutkan agar menghitung penggunaan energi dan penghematan dari desain yang diusulkan. Perhitungan tersebut sudah mengarah pada perhitungan siklus hidup dari komponen fasilitas bangunan dengan simulasi modelling energi. Dari perhitungan tersebut, maka bisa diukur lebih lanjut berapa penghematan yang bisa didapatkan selama siklus hidup dengan menambahkan komponen-komponen biaya. Dengan begitu, penambahan tolok ukur berupa penghematan biaya yang bisa dilakukan selama siklus hidup dapat dilakukan oleh owner dan konsultan perencana dalam upaya sertifikasi *GreenShip*.

Selain itu agar bisa dicapainya bangunan hijau yang berkelanjutan, diperlukan keterlibatan semua pihak. Dari hasil penelitian ini didapat bahwa perhitungan LCC dan pengambilan keputusan terkait alternatif desain banyak dilakukan pada tahap pemrograman dan perencanaan teknis. Pada tahap pemrograman, analisis LCC tersebut tidak banyak dilakukan karena pilihan yang menjadi terbatas dan dampak pengambilan keputusan tersebut lebih banyak dirasakan oleh internal perusahaan kontraktor itu sendiri. Keterlibatan kontraktor dalam pemilihan alternatif tersebut hanya dilakukan apabila kontrak yang digunakan adalah kontrak rancang bangun atau *design build*. Maka dari itu, untuk kontrak konvensional diperlukan penambahan perjanjian berupa *value engineering change proposal* dan *award fee incentive*, sehingga kontraktor juga mendapat keuntungan apabila menyediakan alternatif baru yang lebih layak dan menghasilkan LCC yang lebih hemat. Perubahan yang diajukan oleh kontraktor ini menjadi tidak terbatas hanya pada pemilihan material, namun juga hingga kepada desain rencana karena seharusnya pihak kontraktor memiliki pengetahuan lebih banyak terkait aspek kemudahan membangun atau *constructability* serta kemampuan dari material. Dengan begitu, baik pihak owner, konsultan perencana, maupun kontraktor akan berusaha semaksimal mungkin untuk menyusun perencanaan sebaik mungkin bagi bangunannya tersebut.

Pihak lainnya yang perlu dilibatkan dalam pencapaian bangunan hijau adalah pengguna dan pengelola bangunan. Akan sulit apabila perencanaan yang dilakukan sudah matang namun pada praktiknya para pengguna tidak mempergunakan bangunan tersebut sesuai dengan kaidah hijau. Untuk itu, diperlukan sosialisasi kepada pengguna dan studi lebih lanjut untuk melihat sejauh mana penghematan dari adanya bangunan hijau ini benar terjadi. Karena seharusnya pada tahap operasional sendiri dilakukan perhitungan aktual tahunan biaya operasi, aktualisasi rencana pemeliharaan bangunan, dan perhitungan biaya lainnya yang dikeluarkan saat masa operasional, sehingga hasil dari perhitungan tersebut dapat dijadikan masukan untuk perencanaan bangunan-bangunan berikutnya.

6 KESIMPULAN

Penelitian yang dilakukan ini merupakan gambaran sejauh mana praktik LCC untuk proyek bangunan hijau di Indonesia. Meskipun respondennya terbatas, tetapi dapat tergambarkan praktik penggunaan analisis LCC untuk proyek bangunan hijau, baik yang dilakukan oleh owner, konsultan perencana teknis, kontraktor, dan konsultan green itu sendiri.

Pada dasarnya, seluruh pihak telah mengerti pentingnya LCC dan mencoba mempraktikkannya. Namun, praktik yang telah dilakukan di Indonesia masih berbeda dengan yang seharusnya dilakukan secara teoritis. Misalnya masih terjadinya perbedaan tujuan LCC yang dilakukan setiap pihak dan tidak berkontribusi kepada perbaikan LCC yang dilakukan oleh owner, LCC yang dilakukan oleh owner dan konsultan perencana hanya terbatas hingga tahap operasional saja belum memperhitungkan demolisi, seluruh pihak masih belum mempraktikkan analisis risiko yang mungkin terjadi dengan mencukupi, dan masih belum dilakukannya LCC secara lebih detail.

Kebutuhan akan *guideline* untuk melakukan LCC ini pada setiap tahap dan oleh setiap pihak yang terkait satu dengan yang lain adalah mendesak, yang dapat didukung dengan penetapannya dalam bentuk kebijakan terkait dengan bangunan hijau ataupun konstruksi berkelanjutan. Hal ini dapat dilakukan baik oleh Pemerintah, dalam hal ini Kementerian PUPR maupun oleh GBCI sebagai mitra pemerintah. Lebih lanjut, tentunya untuk gedung-gedung hijau yang telah dibangun selama ini, maka catatan pengeluaran biaya yang terjadi harus menjadi masukan kembali dalam kegiatan analisis LCC ini dan untuk kebutuhan perencanaan LCC pada masa yang akan datang dan proyek gedung hijau lainnya.

7 DAFTAR PUSTAKA

- Boussabaine, H and Kirkham, R. (2004): Whole Life-cycle Costing, Risk and Risk Responses. Oxford, Blackwell Publishing Ltd.
- CalRecycle. <http://www.calrecycle.ca.gov/> . Diakses 10 Juni 2018.
- Dhillon, B.S. 2009. Life Cycle Costing for Engineers. Boca Raton: CRC Press.
- Fuller, S. and Peterson, S. 1995. Life Cycle Costing Manual for the Federal Energy Management Program 1996 Edition. Washington: US Government Printing Office.
- GBCI. 2013. Greenship untuk Bangunan Baru versi 1.2 – Ringkasan Kriteria dan Tolok Ukur. Jakarta: Indonesia. <https://gbcindonesia.org>.

- Kats, Gregory. 2003. The Costs and Financial Benefits of Green Buildings. Washington DC
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan No. 2 Tahun 2015 tentang Pembangunan Gedung Hijau. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan No. 5 Tahun 2015 tentang Pedoman Umum Implementasi Konstruksi Berkelanjutan pada Penyelenggaraan Infrastruktur Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan.

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, 13 Juni 2018



Muhamad Abduh

RIWAYAT HIDUP SINGKAT

Nama : Aulia R. Halida

Tempat/Tgl lahir : Bogor, 28 Januari 1994

Alamat : Jl. Sonokeling C-10 Budi Agung Bogor

Telepon : -

HP : +62 821-3060-0095

Email : auliarahmi.halida@gmail.com

Pendidikan : S – 1 Institut Teknologi Bandung, Teknik Sipil (2015)
S – 2 Institut Teknologi Bandung, Teknik Sipil (2018)

Pekerjaan : PT. Marga Sarana Jabar



Bandung, 13 Juni 2018

**FORMULIR HAK DISTRIBUSI HAKI DAN KOMITMEN PARTISIPASI PENUH
PEMAKALAH / PEMBICARA**

**Praktik Analisa Biaya Daur Hidup pada Proyek Gedung Hijau di Indonesia
Muhamad Abduh ; Aulia Rahmi Halida**

I. HAK DISTRIBUSI HAKI

Sehubungan dengan publikasi bahan seminar, pemakalah/pembicara **memberikan hak penuh kepada HAKI** untuk mendistribusikan bahan-bahan tersebut dalam bentuk:

1. Hardcopy kertas makalah dalam publikasi Proceedings
2. Softcopy dalam format PDF yang diproteksi (makalah dan slides presentasi)

II. KOMITMEN PARTISIPASI PENUH PEMAKALAH/PEMBICARA

Sehubungan dengan partisipasi sebagai pembicara, pemakalah/pembicara berkomitmen akan berpartisipasi secara langsung/tanpa diwakilkan untuk membawakan presentasi termasuk mengikuti sesi tanya jawab sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan oleh Panitia.

Sebagai tanda persetujuan terhadap dua ketentuan di atas, dengan ini saya menandatangani formulir ini dan mengirimkan kembali ke HAKI dengan email (dalam format PDF) ke haki@cbn.net.id ; haki@haki.or.id

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Tempat : Bandung
Tanggal : 13 Juni 2018
Tanda tangan



Muhamad Abduh