

## Kajian Kemanfaatan Infrastruktur Berkelanjutan (Berdasarkan Sistem Rating Green Road)

Wulfram I. Ervianto

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Corresponding author:  
wulframervianto@gmail.com

**Abstrak.** Fenomena terjadinya perubahan iklim di Bumi sedikit banyak dipicu oleh aktifitas manusia berupa kegiatan pembangunan berbagai jenis infrastruktur, diantaranya bangunan gedung, jalan raya, waduk, jalan kereta api, pelabuhan, bandar udara dan lainnya. Jika pendekatan yang dipilih dalam merencanakan dan melaksanakan pembangunan tidak didasarkan pada pendekatan yang tepat, maka berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, diantaranya adalah terganggunya ketersediaan material terutama yang bersifat tak terbarukan. Oleh karenanya, pengelolaan proyek konstruksi perlu berubah dari pendekatan konvensional menjadi pendekatan ramah lingkungan yang fokus pada aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial. Namun demikian tidak dapat dipungkiri perlu adanya pendekatan lain berupa kemanfaatannya bagi seluruh *stake holder* dalam perspektif aspek bisnis, salah satunya adalah aspek finansial atau investasi, misalnya infrastruktur jalan yang berbayar. Di sisi lain, harus diyakinkan terjadi kemanfaatan infrastruktur bagi masyarakat umum tanpa mengesampingkan aspek bisnisnya. Tujuan kajian ini adalah untuk memformulasikan pendekatan yang mampu mengakomodasi berbagai hal tersebut diatas, didasarkan pada kajian terhadap berbagai dokumen yang telah dipublikasikan. Temuan dalam kajian ini adalah perlunya mengelaborasi berbagai aspek agar terjadi kolaborasi dalam beberapa hal sebagai berikut, yaitu: (a) menerapkan manajemen aset, (b) meninjau kinerja aspek ekonomi, (c) penggunaan sumberdaya secara efisien dan efektif, (d) menerapkan manajemen emisi, polusi, dan limbah, (e) mengelola ekosistem dan keberagaman (*biodiversity*), (f) mengelola berbagai komunitas yang terlibat, (g) mengelola tenaga kerja.

**Kata kunci:** Kemanfaatan; Infrastruktur; Berkelanjutan

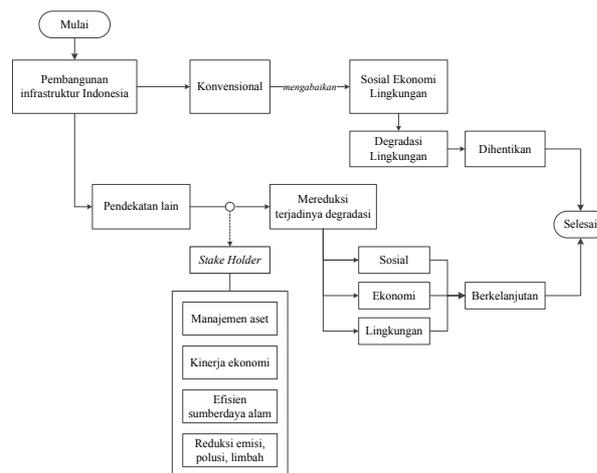
### I. PENDAHULUAN

Pemandangan mengenai pelaksanaan proyek konstruksi dapat dilihat di berbagai penjuru wilayah di Indonesia. Mulai dari proyek bendungan, jalan raya, pelabuhan laut, bandar udara, bangunan gedung, stadion olah raga dan lain sebagainya. Adanya aktivitas pembangunan tersebut tidak hanya sekedar menunjukkan ada kegiatan semata, namun sesungguhnya telah direncanakan secara matang yang signifikan sangat berarti dalam perspektif ekonomi dan berdampak langsung terhadap aspek sosial akan tetapi berpotensi menghasilkan dampak negatif bagi lingkungan. Adanya peningkatan nilai ekonomi dan sosial sudah seharusnya tidak

mengabaikan dampak lingkungan yang merupakan “rumah” abadi bagi kehidupan manusia dan segala makhluk hidup yang telah tersistem secara seimbang sehingga terbentuk keselarasan kehidupan secara alami.

Meskipun program pembangunan telah direncanakan secara seksama oleh seluruh *stake holder* yang terlibat, namun selalu terdapat ruang-ruang yang tidak memungkinkan untuk diakomodasi sehingga terpaksa harus “dikorbankan” untuk mencapai persyaratan teknis demi keamanan infrastruktur dan kenyamanan penggunaannya. Dalam situasi ini keselamatan pengguna menjadi prioritas utama dibanding aspek lainnya, misalnya aspek lingkungan. Idealnya, ketiga aspek penting tersebut selayaknya terakomodasi secara proporsional sehingga menciptakan keseimbangan antara ketiganya. Namun demikian bukan perkara mudah untuk menyeimbangkannya, akan tetapi selalu ada aspek yang diutamakan didasarkan skala prioritasnya.

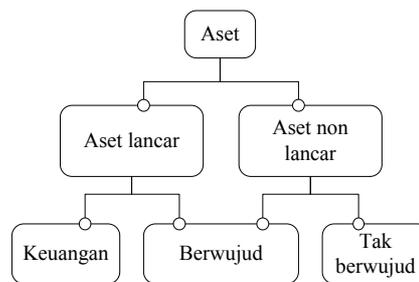
Fakta yang terjadi adalah aktivitas konstruksi tidak pernah dilakukan oleh satu pihak saja, akan tetapi selalu melibatkan banyak pihak yang turut mendukung selama pelaksanaan pembangunan, sehingga seluruh pihak perlu memahami dan melaksanakan prinsip-prinsip tertentu melalui skema manajemen pemangku kepentingan atau *stake holder management*. Faktanya, pengetahuan *stake holder* yang terlibat dalam proses pembangunan tidak selalu sesuai dengan yang diharapkan oleh pihak lain yang merupakan mitra kerjasamanya sehingga kualitas produk yang dihasilkan berpotensi tidak memenuhi keinginan pemilik proyek yang dituangkan dalam dokumen perencanaan. Oleh karenanya diperlukan pendekatan yang tepat agar diperoleh infrastruktur yang kemanfaatannya sesuai dengan harapan pemilik proyek sebagaimana dituangkan dalam dokumen perencanaan (gambar 1).



Gambar 1. *Conceptual framework*

## II. KAJIAN PUSTAKA

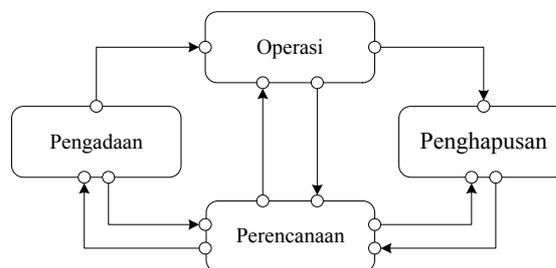
Berdasarkan klasifikasinya, infrastruktur merupakan aset non lancar yang berwujud (*tangible assets*) yaitu kekayaan yang dapat di manifestasikan secara fisik dan dengan mudah di deteksi menggunakan panca indera dan bersifat tetap, misalnya : tanah atau lahan, peralatan pabrik, persediaan barang, bangunan, sumber daya alam, dan lainnya. Seluruh aset perlu dikelola secara tepat agar tercapai kesesuaian antara aset dan strategi penyediaan pelayanan. Secara umum, aset dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu aset lancar dan aset non lancar (gambar 2) yang keduanya perlu dikelola secara tepat agar diperoleh manfaat yang sebesar-besarnya tanpa mengesampingkan adanya dampak negatif. Tujuan manajemen aset adalah membantu entitas untuk memenuhi tujuan penyediaan pelayanan secara efektif dan efisien.



Sumber : *Asset Management Handbook*, 1996.

Gambar 2. Klasifikasi aset

Siklus hidup sebuah aset terdiri dari tiga fase, yaitu fase pengadaan, fase operasi, dan fase penghapusan aset, dimana ketiganya berkaitan erat dengan tahap perencanaan yang diartikan bahwa ketiga komponen tersebut perlu dengan teliti dan komprehensif direncanakan dengan baik (gambar 3).



Sumber : *Asset Management Handbook*, 1996.

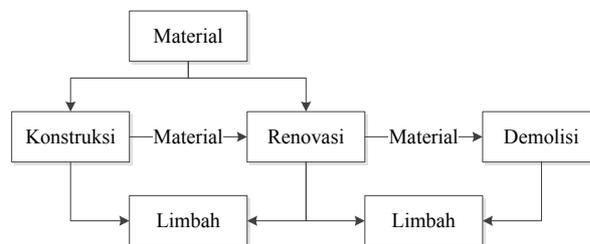
Gambar 3. Siklus hidup aset

Saat ini, isu berkelanjutan telah menjadi keharusan dalam merealisasikan setiap infrastruktur yang didasarkan regulasi yang telah dipublikasikan oleh pemerintah Indonesia. Tujuannya tidak lain adalah untuk keberlangsungan kehidupan di Planet

Bumi. Dalam lingkup global, hal ini tidak dapat dilakukan sendirian, akan tetapi harus berkolaborasi dengan negara lain dalam berbagai sektor yang berpotensi menghasilkan dampak negatif sehingga merusak lingkungan alam dan berbagai jenis sumberdaya yang dibutuhkan untuk kehidupan khususnya yang bersifat tak terbarukan.

Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia menyebabkan terjadinya peningkatan kebutuhan infrastruktur di berbagai kota di Indonesia. Dalam lingkup nasional, nilai konstruksi yang diselesaikan di Indonesia cenderung meningkat dari tahun ke tahun, hal ini dapat mencerminkan adanya kecenderungan aktivitas pembangunan secara signifikan. Sehingga perlu dikelola sedemikian rupa sehingga dampak negatif yang dihasilkan relatif kecil namun tidak mengurangi manfaat tujuan adanya proyek infrastruktur tersebut.

Meningkatnya jumlah infrastruktur tentu membawa dampak positif berupa terbukanya akses ke daerah-daerah yang berpotensi meningkatkan perekonomian bagi masyarakat sekitar, sedangkan aspek negatifnya adalah adanya potensi terjadinya degradasi lingkungan akibat proses pembangunan yang tidak/belum mengakomodasi prinsip ramah lingkungan yang berupa limbah sebagai hasil samping proses konstruksi. Sumber-sumber penghasil limbah dalam konstruksi dapat berasal dari proses pembangunan bangunan baru maupun proses renovasi dan demolisi (gambar 3).



Sumber: Cochran, K. M., 2006

Gambar 3. Sumber terjadinya limbah.

Salah satu pendekatan yang sedikit banyak mampu mereduksi timbulnya limbah dan mengkonservasi sumberdaya alam adalah prinsip berkelanjutan yang didasarkan pada usaha untuk menghilangkan timbulnya limbah, baik untuk bangunan baru maupun bangunan terbangun. Hal ini memaksa para peneliti untuk menemukan skema terbaik agar tidak ada lagi limbah yang dihasilkan sejak tahap perencanaan, pengadaan, konstruksi dengan menerapkan pendekatan ramah lingkungan melalui inovasi teknologi.

Beberapa instrumen penilai yang digunakan untuk mengetahui seberapa ramah lingkungan sebuah bangunan di berbagai negara antara lain adalah Sistem Rating GreenShip 1.2 untuk bangunan gedung baru dan bangunan terbangun di Indonesia. Sedangkan untuk infrastruktur jalan sistem rating di Indonesia belum sepenuhnya dipublikasikan namun telah dimulai penyusunannya. Beberapa negara telah

mempublikasikan beberapa sistem rating yang diperlihatkan dalam Gambar 4 dan 5. Pendekatan yang digunakan didasarkan pada dampak lingkungan (Gambar 4) dan pendekatan daur hidup (Gambar 5).

		Emisi GRK	Emisi bukan GRK	Polutan non emisi	Penggunaan material	Faktor lingkungan lain	Faktor ekonomi	Faktor sosial
		Greenroads	GreenLITES	I-LAST	Ceequal			
Rating tools	Greenroads	•	-	•	•	•	•	•
	GreenLITES	•	•	•	•	•	-	•
	I-LAST	•	•	•	•	•	-	•
	Ceequal	•	•	•	•	•	-	•

Gambar 4. Perbandingan sistem rating jalan raya berdasarkan dampak terhadap lingkungan.

		Pemilihan material	Ekstraksi material	Produksi material	Transportasi material	Aktivitas proses konstruksi	Lalu lintas selama proses konstruksi	Pemeliharaan
		Greenroads	GreenLITES	I-LAST	Ceequal			
Rating tools	Greenroads	•	•	•	•	•	-	•
	GreenLITES	•	-	-	•	-	-	•
	I-LAST	•	-	-	•	-	-	-
	Ceequal	•	•	•	•	•	•	•

Gambar 5. Perbandingan sistem rating untuk jalan raya berdasarkan pendekatan daur hidup.

Sebagaimana di Amerika, sistem rating di United Kingdom dikembangkan GREENROAD oleh *Institution of Civil Engineers* (ICE) dan dikelola oleh CIRIA and *Crane Environmental* yang disebut dengan *Civil Engineering Environmental Quality* (Ceequal). Sistem rating ini cukup fleksibel digunakan dalam proyek sipil, mencakup: transportasi, infrastruktur energi, air dan air limbah. Dalam sistem ini bersifat lebih umum jika dibandingkan dengan sistem rating Greenroads yang dikembangkan di Amerika. Perbedaannya terletak pada aspek yang mengakomodasi lalu lintas selama proses konstruksi berlangsung sebagaimana diperlihatkan dalam gambar 4 dan 5. Berdasarkan pertimbangan tersebut diatas maka dapat dianggap

Greenroads sebagai sistem rating yang lebih komprehensif dalam mengakomodasi infrastruktur jalan.

Dalam sistem rating Greenroads versi 1.5 terdiri dari enam aspek dan 48 faktor. Keenam aspek tersebut adalah: (1) *Project requirements*, (2) *Environment and water*, (3) *Access and equity*, (4) *Construction activities*, (5) *Material and resources*, (6) *Pavement technologies*. Manfaat dalam Greenroads mencakup: (a) manfaat bagi lingkungan (ekosentris) adalah mengurangi penggunaan material, bahan bakar fosil, air, polusi udara, emisi gas rumah kaca, polusi air, limbah padat, dan mampu memulihkan/membentuk habitat. (b) manfaat bagi manusia (antroposentris) adalah meningkatkan akses, mobilitas, kesehatan dan keselamatan manusia, ekonomi lokal, kesadaran, estetika, dan mereduksi biaya daur hidup.

Adanya *system assessment* menunjukkan bahwa Indonesia telah merespon positif terhadap isu lingkungan guna menyediakan ruang yang layak bagi generasi mendatang termasuk makhluk hidup lainnya. Dalam sistem tersebut, bertujuan untuk merawat lingkungan agar berbagai kehidupan tetap berlangsung. Dalam konteks ini maka akan terbentuk situasi dimana infrastruktur yang diperlukan bagi masyarakat banyak tetap tersedia tanpa mengabaikan berbagai jenis sumberdaya alam yang diperlukan untuk mendukung kehidupan manusia dan berbagai jenis makhluk hidup lain di waktu mendatang. Dalam situasi inilah peran pembangunan berkelanjutan menjadi sangat penting meskipun secara teknis perlu mereformasi teknologi termasuk pengetahuan yang ada saat ini.

### III. SISTEM ASSESSMENT

Salah satu model penilaian yang telah dikembangkan di berbagai negara adalah Greenroads yang mencakup beberapa hal sebagai berikut:

Tabel 2. Sistem Rating Greenroads Versi 1.5

<b><i>Project Requirements</i></b>
PR 1-Environmental Review Process
PR 2-Life cycle Cost Analysis ( $\approx$ PD 2)*
PR 3-Life cycle Inventory
PR 4-Quality Control Plan ( $\approx$ PD 28)*
PR 5-Noise Mitigation Plan ( $\approx$ PD 27)*
PR 6-Waste Management Plan ( $\approx$ PD 29)*
PR 7-Pollution Prevention Plan
PR 8-Low Impact Development
PR 9-Pavement Management System ( $\approx$ OM 7)*
PR 10-Site Maintenance Plan
PR 11-Educational Outreach ( $\approx$ PD 5)*
<b><i>Access and Equity</i></b>
AE 1-Safety Audit
AE 2-Intelligent Transportation System
AE 3-Context Sensitive Solutions
AE 4-Traffic Emissions Reduction
AE 5-Pedestrian Access ( $\approx$ PD 10)*
AE 6-Bicycle Access ( $\approx$ PD 11)*

<i><b>Project Requirements</b></i>
AE 7-Transit & High Occupancy Vehicle Access
AE 8-Scenic Views
AE 9-Cultural Outreach
<i><b>Materials and Resources</b></i>
MR 1-Life cycle Assessment
MR 2-Pavement Reuse
MR 3-Earthwork Balance ( $\approx$ PD 21)*
MR 4-Recycled Materials
MR 5-Regional Materials
MR 6-Energy Efficiency ( $\approx$ PD 17)*
<i><b>Environment and Water</b></i>
EW 1-Environmental Management System
EW 2-Runoff Flow Control
EW 3-Runoff Quality
EW 4-Stormwater Cost Analysis ( $\approx$ PD 8)*
EW 5-Site Vegetation ( $\approx$ PD 18)*
EW 6-Habitat Restoration ( $\approx$ PD 7)*
EW 7-Ecological Connectivity ( $\approx$ PD 9)*
EW 8-Light Pollution
<i><b>Construction Activities</b></i>
CA 1-Quality Management System
CA 2-Environmental Training ( $\approx$ PD 25)*
CA 3-Site Recycling Plan
CA 4-Fossil Fuel Reduction
CA 5-Equipment Emission Reduction ( $\approx$ PD 26)*
CA 6-Paving Emissions Reduction
CA 7-Water Use Tracking
CA 8-Contractor Warranty ( $\approx$ PD 24)*
<i><b>Pavement Technologies</b></i>
PT 1-Long Life Pavement
PT 2-Permeable Pavement
PT 3-Warm Mix Asphalt
PT 4-Cool Pavement
PT 5-Quiet Pavement
PT 6-Pavement Performance Tracking

**Sumber:** Greenroads rating tools versi 1.5 dan INVEST versi 1.0.

**Catatan:** \* diakomodasi dalam INVEST versi 1.0

PD : *Project Development Criteria*;

OM : *Operation and Maintenance*

### Faktor Green Dalam Proses Konstruksi

Sebagaimana diperlihatkan dalam tabel 2, hal-hal yang terkait dengan *green* dalam proses konstruksi mencakup delapan faktor, namun hanya tiga faktor yang diakomodasi oleh sistem Greenroads dan INVEST, yaitu: *environmental training*, *equipment emission reduction*, dan *contractor warranty*. Delapan faktor terkait *construction activities* dalam *green road* adalah sebagai berikut:

1. **Quality management system**, bertujuan untuk meningkatkan kualitas fisik jalan dengan memilih kontraktor yang memiliki sertifikat dalam hal manajemen mutu

sesuai dengan ketentuan yang berlaku, misalnya ISO 9001:2000. Tujuan dalam ISO 9001:2000 adalah untuk menghasilkan dan atau menjamin kesesuaian produk secara konsisten, memenuhi persyaratan dan peraturan yang berlaku, dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Selain itu, juga untuk meningkatkan efektivitas, efisiensi dan konsistensi proses kerja melalui tindakan pencegahan terhadap ketidaksesuaian pada semua tahapan proses. Dengan adanya hal ini maka *value* yang telah diciptakan dalam tahap perencanaan dapat dicapai, misalnya konservasi sumberdaya alam yang termasuk dalam aspek sumber dan siklus material.

2. ***Environmental training***, bertujuan untuk menyediakan pekerja konstruksi yang berpengetahuan dalam mengidentifikasi isu lingkungan dan mengurangi dampak lingkungan melalui pelatihan yang terkoordinasi. Aktivitas ini terkait dengan aspek manajemen lingkungan bangunan.
3. ***Site recycling plan***, bertujuan untuk mengurangi jumlah limbah selama proses konstruksi ke tempat pembuangan dan mempromosikan penatagunaan lingkungan melalui *housekeeping* yang tepat di lokasi proyek. Hal ini masuk dalam manajemen lingkungan bangunan
4. ***Fossil fuel reduction***, bertujuan mengurangi pemakaian bahan bakar fosil untuk seluruh peralatan selain kendaraan. Jenis peralatan konstruksi yang digunakan dalam pekerjaan jalan dapat dibedakan menjadi dua kelompok jenis pekerjaan. Pertama, untuk pekerjaan tanah dan yang kedua adalah pekerjaan perkerasan jalan. Agar kelompok kombinasi peralatan untuk pekerjaan tanah maupun pekerjaan perkerasan jalan dapat bekerja secara maksimal maka dibutuhkan perencanaan dan penjadwalan pekerjaan secara cermat. Kesesuaian antara kesiapan lahan dan produktivitas sekelompok peralatan dapat mengurangi terjadinya waktu *idle* bagi peralatan dimana waktu *idle* peralatan berpotensi terjadinya pemborosan dalam pemakaian bahan bakar. Secara umum tujuan dari *fossil fuel reduction* adalah usaha untuk melakukan konservasi energi.
5. ***Equipment emission reduction***, bertujuan untuk mengurangi emisi yang ditimbulkan oleh seluruh peralatan selain kendaraan. Emisi adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar yang ditimbulkan oleh peralatan konstruksi. Penyebab besar kecilnya emisi yang ditimbulkan oleh peralatan konstruksi adalah konsumsi energi yang dibutuhkan serta tahun pembuatan peralatan. Semakin baru peralatan konstruksi mempunyai kecenderungan semakin efisien konsumsi energinya dan semakin kecil emisi yang ditimbulkan. Secara umum tujuan dari *Equipment emission reduction* adalah usaha untuk melakukan konservasi energi dan kualitas udara.
6. ***Paving emissions reduction***, bertujuan untuk meningkatkan kesehatan pekerja konstruksi dengan mengurangi/tidak menghirup asap yang ditimbulkan oleh pemaparan aspal panas. Setidaknya 90% campuran aspal panas dipaparkan

menggunakan mesin penghampar yang telah disertifikasi, hal ini terkait dengan kesehatan bagi pekerja konstruksi termasuk dalam aspek kesehatan dan kenyamanan dalam proyek.

7. **Water use tracking**, bertujuan untuk mendapatkan informasi penggunaan air pada proses konstruksi. Dalam proyek konstruksi penggunaan air dibedakan menjadi dua, yaitu di kantor proyek dan di lokasi pekerjaan. Pelacakan penggunaan air dilakukan dengan cara monitoring dan targeting yang mencakup: kuantifikasi air, pembacaan meteran air, *Key Performance Indikator* (KPI), targeting. Secara umum tujuan dari *water use tracking* adalah untuk melakukan konservasi air.
8. **Contractor warranty**, menyertakan jaminan kualitas oleh kontraktor pada saat pelelangan, hal ini terkait dengan *Quality management system*.

#### IV. DISKUSI

Delapan faktor *green* dalam *construction activities* telah mengakomodasi enam dari tujuh aspek *green construction*, yaitu:

1. **Sumber dan Siklus Material**, untuk menahan eksploitasi laju sumberdaya alam tidak terbarui diperlukan upaya untuk memperpanjang daur hidup material. Maksud dan tujuan dalam aspek ini adalah sebagai berikut: (a) menggunakan material bekas bangunan (hasil dekonstruksi) untuk mengurangi pemakaian material baru sehingga dapat mengurangi limbah di tempat pembuangan akhir serta memperpanjang usia pakai material (b) menggunakan bahan bangunan pabrikasi yang menggunakan proses daur ulang dan proses produksi yang ramah lingkungan, (c) menggunakan material lokal untuk mengurangi energi akibat proses transportasi.
2. **Manajemen Lingkungan Bangunan**, maksud dan tujuan dalam aspek ini adalah untuk mengurangi terjadinya limbah sehingga beban di tempat pembuangan akhir berkurang. Mendorong gerakan pemilahan sampah secara sederhana sehingga mempermudah proses daur ulang.
3. **Konservasi Energi**, maksud dan tujuan dalam aspek ini adalah melakukan pemantauan dan pencatatan pemakaian energi, penghematan konsumsi energi, dan pengendalian penggunaan sumber energi yang memberikan dampak terhadap lingkungan selama proses konstruksi.
4. **Kualitas Udara**, maksud dan tujuan dalam aspek ini adalah untuk mengurangi terjadinya pencemaran udara yang ditimbulkan akibat material dan peralatan yang digunakan selama proses konstruksi.
5. **Kesehatan dan Kenyamanan Dalam Proyek**, maksud dan tujuan dalam aspek ini adalah: (a) mengurangi dampak asap rokok terhadap udara, (b) mengurangi

polusi zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan manusia, (c) menjaga kebersihan dan kenyamanan lingkungan proyek.

6. **Konservasi Air**, maksud dan tujuan dalam aspek ini adalah melakukan pemantauan dan pencatatan pemakaian air, penghematan konsumsi air, dan melakukan daur ulang pemakaian air (menggunakan limpasan air hujan) selama proses konstruksi.

## V. KESIMPULAN

Aspek *green construction* yang berada dalam sistem rating *greenroads* mencakup enam aspek, yaitu sumber dan siklus material, manajemen lingkungan bangunan, konservasi energi, kualitas udara, kesehatan dan kenyamanan dalam proyek, dan konservasi air. Dengan terformulasinya aspek *green construction* tersebut dapat dikembangkan indikator dan pendekatan untuk mencapai proses konstruksi ramah lingkungan pada tataran praktis.

## DAFTAR PUSTAKA

*Asset Management Handbook*, 1996.

CEEQUAL, Ltd. 2008, *Ceequal Scheme Description and Assessment Process Handbook*, Version 4-Web Download Copy.

Cochran, K. M., 2006

Infrastructure Voluntary Evaluation Sustainability Tool (INVEST) Versi 1.0., 2011.

International Organization for Standardization 9001: 2000.

Sistem Rating Greenroads Versi 1.5. 2012.