

IMPLEMENTASI PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN TINJAUAN PADA TAHAP KONSTRUKSI

Wulfram I. Ervianto¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari 44 Yogyakarta
Email: ervianto@uajy.ac.id

ABSTRAK

Manusia adalah bagian integral dari lingkungan dan merupakan satu kesatuan yang tak dapat dipisahkan satu sama lain. Kecakapan dan kecukupan intelektualitasnya menjadikan manusia cenderung untuk menguasai alam. Curahan pikiran dan totalitas jiwa dan raganya tak jarang dipertaruhkan guna penciptaan berbagai teknologi yang diyakini mampu menjadikan kehidupan manusia menjadi lebih baik. Dewasa ini setidaknya manusia telah berhasil menguasai dalam aspek teknologi, namun secara tidak sadar enggan meninggalkan posisi kekuasaan, enggan mengekang diri, tidak menghargai batas-batas yang menentukan mana yang harus dan mana yang tidak boleh dikerjakan. Dukungan lingkungan terhadap penciptaan teknologi diperlukan dalam bentuk bahan baku, pengolahan, pemasarannya dan pada akhirnya semuanya bermuara pada pembangunan berkelanjutan. Tujuan dari studi ini adalah untuk mendapatkan informasi berbagai aspek yang patut diperhatikan dalam melaksanakan pembangunan yang berorientasi pada lingkungan khususnya pada tahap konstruksi. Sebagai pendukung dalam studi ini diperoleh dari berbagai referensi berupa data sekunder. Tidak menutup kemungkinan data dan informasi diperoleh melalui internet maupun melakukan diskusi langsung dengan para pakar di bidang yang sesuai. Hasil yang diperoleh adalah bahwa kesuksesan dalam implementasi bangunan hijau bergantung pada tahap konstruksi. Kepala proyek sebagai eksekutor dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan sesuai dengan gambar dan spesifikasi harus bertanggung jawab dengan cara melaksanakannya tanpa mengesampingkan aspek lingkungan. Berbagai aspek yang patut diperhatikan adalah: (a) melakukan proteksi tanaman dan ekosistem; (b) perencanaan program kesehatan dan keselamatan kerja; (c) melakukan efisiensi pemanfaatan sumberdaya alam dan mengurangi sisanya pada tahap konstruksi/pembongkaran bangunan dengan melakukan *construction waste management plan*; (d) melakukan pelatihan kepada subkontraktor tentang pembangunan berorientasi lingkungan dan program keselamatan kerja; (e) mengurangi bekas pembangunan.

Kata kunci: Implementasi, pembangunan berkelanjutan, tahap konstruksi

1. SEJARAH KEPEDULIAN DUNIA TERHADAP LINGKUNGAN HIDUP

Kepedulian umat manusia terhadap lingkungan sudah dimulai sejak tahun 1962 ditandai dengan menyadarkan masyarakat Amerika Serikat akan dampak penggunaan pestisida terhadap lingkungan, dengan diterbitkannya buku *Silent Spring* oleh Rachel Carson. Pada tahun 1972, konferensi Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB) di Stockholm yang mengagendakan tentang lingkungan manusia, dengan isu antara lain: bidang pendidikan; ilmu pengetahuan; pembangunan ekonomi dan sosial; sumberdaya dan pencemaran. Tahun 1982, Dibentuknya Komisi Dunia untuk Lingkungan dan Pembangunan yang diketuai oleh Gro Harlem Brundtland yang menyatakan bahwa manusia di muka bumi ini memerlukan suatu etika baru yang holistik, yaitu bahwa pertumbuhan ekonomi dan perlindungan/pengelolaan lingkungan hidup dan sumberdaya alam harus selaras di seluruh muka bumi. Pada tahun 1987, Komisi Dunia untuk Lingkungan dan Pembangunan membuat laporan "Masa Depan Kita Bersama" yang mendefinisikan istilah "Pembangunan Berkelanjutan". Tahun 1992, Konferensi Lingkungan dan Pembangunan yang dilanjutkan dengan Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) Bumi yang dihadiri oleh 179 Negara (termasuk Indonesia) diselenggarakan sebagai tanggapan terhadap masalah kondisi Lingkungan Hidup dan Sumber Daya Alam yang memprihatinkan, antara lain pencemaran, perusakan Lingkungan Hidup serta pemborosan Sumber Daya Alam yang berlangsung secara global. Dalam pertemuan ini disepakati melaksanakan suatu pola pembangunan baru yang diterapkan secara global yang dikenal dengan *Environmentally Sound and Sustainable Development* (ESSD), dalam bahasa Indonesia dikenal dengan Pembangunan Berkelanjutan yang Berwawasan Lingkungan (PBBL). Pembangunan Berkelanjutan yang Berwawasan Global dapat didefinisikan sebagai berikut:

“Pembangunan untuk memenuhi kebutuhan masa sekarang tanpa mengurangi kemampuan generasi mendatang untuk memenuhinya”.

2. REGULASI TENTANG LINGKUNGAN HIDUP

Undang-undang yang digunakan untuk pengelolaan dan pengendalian dampak lingkungan yaitu: UU No.4 Th. 1982 tentang Ketentuan-Ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup; UU No.24 Th. 1992 tentang Penataan Ruang; UU No.23 Th. 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup. Peraturan Pemerintah yang dapat digunakan untuk mengenai pengelolaan dan pengendalian dampak lingkungan yaitu: PP. No. 82 Th. 2001 tentang Pengendalian Pencemaran Air; PP. No. 19 Th. 1994 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun; PP. No. 12 Th. 1995 tentang Perubahan PP No. 19 Th. 1994; PP. No. 27 Th. 1999 tentang Analisis mengenai Dampak Lingkungan. Keputusan Presiden yang mengatur pengelolaan lingkungan hidup adalah Keputusan Presiden No.196 Th. 1998 tentang Badan Pengendalian Dampak Lingkungan dan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup diantaranya adalah pedoman-pedoman umum, baku mutu.

3. SISTEM PEMERINGKAT BANGUNAN HIJAU

Beberapa sistem yang digunakan untuk menilai bangunan hijau yang terkemuka adalah *Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)* system yang dikembangkan oleh *United States Green Building Council (USGBC)* dan *Green Globes system* yang dikembangkan oleh *Green Building Initiative (GBI)* yang dikembangkan di Eropa dan Canada. Versi yang dikembangkan di Eropa ini merujuk pada *Bulding Research Establishment's Environmental Assessment Method (BREEAM)*. Pada awalnya, LEED dikembangkan oleh arsitek dan *mechanical engineer* untuk melakukan efisiensi bidang energy, namun dikemudian hari mulai dipikirkan tentang efisiensi penggunaan air. Versi terbaru dari LEED adalah LEED-NC 2.2 (2007) untuk *New Conctruction and Major Renovations*, sedangkan edisi pertama LEED-NC 2.2 dirilis pada tahun 2005 yang menggantikan LEED-NC 2.1. Untuk pengembangan selanjutnya masih diperlukan keterlibatan dari berbagai pihak diantaranya para peneliti, dunia pendidikan dan dari praktisi untuk berbagai kasus yang terjadi di lapangan. Pada masa mendatang difokuskan pada keterlibatan teknik sipil dan lingkungan dalam sistem pemerinkatnya. Beberapa hal yang perlu dikaji lebih mendalam diantaranya adalah: (a) *construction and demolition (C&D) debris recycling and reuse*; (b) *design-procurement-construction process integration and optimization*; (c) *construction management processes*; (d) *stormwater management and low-impact development (LID)*.

4. KAJIAN PUSTAKA

PEMANASAN GLOBAL

Perkembangan proyek konstruksi dianggap memiliki peran besar terhadap perubahan lingkungan di permukaan bumi ini, dimulai dari tahap konstruksi hingga tahap operasional tidak dapat terhindar dari pemanfaatan sumber daya alam yang jumlahnya semakin terbatas, belum lagi dampak lain yang timbul dari penggunaan fasilitas bangunan serta pemilihan material bangunan yang terkait dengan peningkatan suhu di bumi. Melihat dari peningkatan pemanasan global yang semakin memprihatinkan ini sudah saatnya proyek konstruksi perlu dikelola untuk mengantisipasi situasi agar tidak terjadi kerusakan lingkungan alam yang semakin parah. Keadaan inipun juga telah didukung dan dilindungi melalui peraturan-peraturan perundangan baik dalam skala lokal, nasional maupun internasional.

Ancaman serius akibat kegiatan manusia adalah pemanasan global, gas yang menjadi tertuduh utama sebagai penyebabnya adalah karbon dioksida (CO₂). Gas ini banyak dihasilkan akibat aktifitas industri, asap kendaraan bermotor dan terbakarnya hutan di berbagai wilayah di bumi. Karbon dioksida dapat menimbulkan efek rumah kaca atau yang dikenal dengan *greenhouse effect*, dimana efek ini dapat berakibat memantulkan kembali panas bumi kembali ke bumi dan akibatnya adalah lapisan atmosfer bawah menjadi semakin panas. Karbon dioksida sebagai buangan kendaraan bermotor setiap 1 liter premium menghasilkan 2,34 kg CO₂, 1 liter solar menghasilkan 2,61 kg CO₂, 1 liter kerosin menghasilkan 2,52 kg CO₂. Klorofluorocarbon (CFC) adalah kumpulan zat kimia yang terdiri dari klor (Cl), fluor (F), dan karbon (C) yang bersifat tidak beracun, tidak dapat dibakar dan sangat stabil karena tidak mudah bereaksi. CFC banyak digunakan untuk bahan pendingin lemari es dan AC mobil. Halon adalah kumpulan zat kimia yang terdiri dari klor (Cl), fluor (F), karbon (C), dan brom (Br). Halon digunakan sebagai alat pemadam kebakaran yang potensi merusak lapisan ozon lebih besar dibandingkan CFC. Meningkatnya efek rumah kaca dikarenakan adanya peningkatan kadar gas-gas rumah kaca, seperti pada tabel 1. Pencemaran secara tidak langsung oleh zat kimia (CFC, halon, metana) dapat mengakibatkan terjadinya lubang ozon. Perusakan lapisan ozon di stratosfer (15-25 km di atas permukaan bumi) dapat meningkatkan radiasi UV-B yang dapat menyebabkan meningkatnya kanker kulit melanoma, serta dapat mengganggu ekosistem di darat maupun rantai pangan di laut.

Tabel 1. Gas rumah kaca dan sumbangan terhadap rumah kaca

Gas rumah kaca	Waktu tinggal Di atmosfer (tahun)	Kemampuan Penyerapan panas	Sumbangan terhadap Efek rumah kaca (%)
Karbondioksida	50-200	1	50
Metana	10	21	13
Ozon troposfir	0,1	2.000	7
Dinitrogenoksida	150	206	5
Klorofluorokarbon CFC R-11	65	12.400	5
Klorofluorokarbon CFC R-12	130	15.800	12
Lain-lain	-	-	8

Sumber: Messmer, Maja/Stutz, Erika. Pemanasan Global, Malang 1996

UNSUR EKOLOGIS

Dalam menerapkan konsep pembangunan berkelanjutan sebaiknya dipahami lebih dahulu tentang berbagai unsur ekologis yang hendak dijaga kelestariannya. Disetiap terjadinya proses pembangunan berbagai jenis proyek konstruksi tidak pernah terlepas dari unsur-unsur berikut: air, tanah, udara, dan energi. Keempat unsur tersebut dominan dalam aktifitas pembangunan, dengan demikian sudah selayaknya dilakukan kajian yang mendalam dalam pemanfaatannya.

Air, merupakan salah satu komponen yang cukup dibutuhkan untuk proses pembangunan. Kebutuhan air dalam proses pembentukan berbagai material bangunan berbeda satu sama lain, diantaranya adalah pada pembentukan 1 ton semen dibutuhkan 3.600 liter air, 1 m³ beton dibutuhkan 200 liter air sedangkan untuk membangun 1 rumah sederhana adalah 25.000 liter (Frick H, Suskiyanto B., 2007).

Tanah, sebagian besar manusia membuat tempat tinggal terletak diatas permukaan tanah, dan membuat tempat untuk tinggal dari bahan-bahan tradisional yang diambil dari dalam bumi seperti: pasir, kerikil, batu-batuan, tanah liat, logam, dan mineral lainnya. Sedangkan sepertiganya membuat hunian dari tanah liat (Frick H, Suskiyanto B., 2007).

Udara, adalah campuran berbagai gas yang tidak berwarna dan tidak berbau dan dihirup manusia ketika bernapas. Keterkaitan antara udara dengan kehidupan manusia adalah semakin tercemarnya udara semakin mengalami kesulitan untuk bernapas dan berakibat pada menurunnya kualitas kehidupan. Dengan berkembangnya teknologi membangun pada saat ini, dipercaya mengakibatkan kualitas udara mengalami penurunan yang disebabkan karena tidak berjalannya sistem pembersihan udara secara alamiah. Di pusat kota dapat ditengerai terjadinya konsentrasi karbondioksida yang berlebihan dan pada tempat tertentu terjadi konsentrasi tinggi zat pencemar. Pencemaran udara dapat diatasi dengan cara mencuci atau mengikat, yang dibutuhkan hujan yang cukup dimana partikel air akan mengikat debu dan debu tersebut akan mengikat dengan tanah atau dialirkan melalui sungai. Berbagai jenis tanaman memiliki sifat mengikat debu pada permukaan daunnya, sehingga pada lahan hijau tanaman dapat menyaring 85% debu yang ada. Beberapa jenis tanaman yang memiliki ketahanan menyerap debu semen diantaranya adalah: Mahoni, Tanjung, Kenari, Meranti Merah (Fandeli, Kaharuddin, Mukhlison, 2003). Debu dapat dibedakan menjadi dua, yaitu debu kasar Ø 10-200 µm dan debu halus Ø < 10 µm., yang paling berbahaya adalah debu halus Ø < 2,5 µm jika terisap dapat menyebabkan terjadinya gangguan respiratorik (infeksi saluran pernapasan), kekambuhan akut pada asma bronkial dan partikel halus Ø < 1 µm dapat masuk alveolus paru-paru dimana debu dapat bertahan bertahun-tahun dan dapat menyebabkan penyakit paru obstronik kronik dan penurunan faal paru.

Energi, dalam kehidupan manusia sehari-hari tidak dapat terlepas dari eksistensi energi yang berfungsi untuk berbagai keperluan yang mendukung manusia, diantaranya adalah: menyediakan makanan, membakar batu bata, membuat berbagai peralatan selama proses produksinya. Berbagai bentuk energi selalu mempunyai manfaat dan juga mengandung aspek negatif jika tidak dikelola dengan baik. Energi dapat di kategorikan menjadi dua, yaitu: energi yang terbarukan dan energi yang tak terbarukan. Pada saat ini kecenderungan pemanfaatan energi yang tak terbarukan lebih besar dibandingkan yang terbarukan. Dalam proses konstruksi berbagai proyek selalu membutuhkan energi dimulai dari penyediaan berbagai material yang dibutuhkan, proses transportasi ke lokasi proyek, tahap pembangunan dilokasi pekerjaan, pembuangan limbah/sisa konstruksi ke tempat pembuangan akhir. Sumber energi terbarukan dan tak terbarukan seperti tabel 2 dan tabel 3.

Tabel 2. Sumber dan potensi energi terbarukan

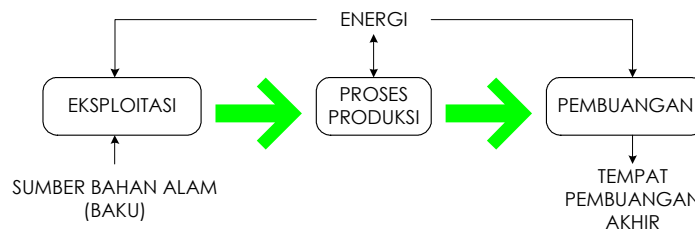
ENERGI TERBARUKAN	
SUMBER ENERGI	POTENSIAL
Tenaga surya aktif	1.2 kW/m ²
Tenaga surya pasif	1.2 kW/m ²
Tenaga air (global)	2.8 . 10 ⁶ MW
Tenaga angin (9 m/detik)	0.2 kW/m ²
Kayu bakar	1.8 kWh/kg
Biogas	10 kWh/m ³
Etanol/biodiesel	

Sumber: Krusche, Per et al. Oekologisches Bauen Wesibaden: Bauverlag, 1982

Tabel 3. Sumber dan potensi energi tak terbarukan

ENERGI TAK TERBARUKAN	
SUMBER ENERGI	CADANGAN
Batubara	3.23. 10 ¹⁷ MW
Minyak bumi	1.50 . 10 ¹⁶ MW
Minyak gas	9.41 . 10 ¹² MW
Tenaga nuklir	

Sumber: Vale, Brenda dan Robert. Green Architecture. London: Thames and Hudson Ltd, 1996



Gambar 1. Penggunaan energi dalam rantai bahan

SUMBERDAYA PROYEK KONSTRUKSI

Setiap proyek konstruksi membutuhkan berbagai sumberdaya proyek yang tidak dapat ditinggalkan, diantaranya adalah: bahan bangunan, metoda, alat, pekerja, uang. Dari kelima sumberdaya proyek yang tidak secara langsung mempengaruhi dalam mengimplementasikan proyek pembangunan berkelanjutan adalah uang, sedangkan empat lainnya berpengaruh langsung.

Bahan bangunan alami seperti: batu alam, bambu, kayu, tanah liat tidak mengandung zat-zat yang dapat mengganggu kesehatan penghuni, sedangkan bahan bangunan buatan mengandung zat kimia yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Dalam proses konstruksi, pelaksana pembangunan sebaiknya mengenali dengan baik berbagai jenis bahan bangunan yang dapat berpengaruh negatif bagi kesehatan manusia dan mengantisipasi dengan cara menggunakan peralatan perlindungan kesehatan pada saat pelaksanaan pekerjaan. Perkembangan material bangunan dewasa ini cukup pesat, ditandai dengan munculnya berbagai jenis dan bentuk material bangunan dimana produk yang dihasilkan berpihak pada lingkungan. Bahan bangunan dapat diklasifikasikan menjadi dua: (a) bahan bangunan alami seperti batu alam, kayu, bambu, dan tanah liat tidak mengandung zat yang mengganggu kesehatan penghuni; (b) bahan bangunan buatan seperti; pipa, plastik, rock wool, cat kimia, dan perekat mengandung zat kimia yang membahayakan kesehatan manusia. Zat yang mempengaruhi kesehatan manusia adalah zat-zat yang menghilang dalam udara (berbentuk limbah gas), baik bau maupun gas yang dihirup. Penggolongan bahan bangunan menurut penggunaan bahan mentah dan tingkat transformasi seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Penggolongan ekologis berbagai jenis bahan bangunan

No	PENGGOLONGAN EKOLOGIS	CONTOH BAHAN BANGUNAN
1	Bahan bangunan yang dapat dibudidayakan kembali (regeneratif)	Kayu, bambu, rotan, rumbia, alang-alang, serabut kelapa, kulit kayu, kapas, kapuk, kulit

No	PENGGOLONGAN EKOLOGIS	CONTOH BAHAN BANGUNAN
		binatang, wol
2	Bahan bangunan alam yang dapat digunakan kembali	Tanah, tanah liat, lempung, tras, kapur, batu kali, batu alam
3	Bahan bangunan yang dapat digunakan kembali (recycling)	Limbah, potongan, sampah, ampas, bahan kemasan, mobil bekas, ban mobil, serbuk kayu, potongan kaca
4	Bahan bangunan alam yang mengalami perubahan transformasi sederhana	Batu merah, genting tanah liat, batako, conblok, logam, kaca, semen
5	Bahan bangunan alam yang mengalami beberapa tingkat perubahan transformasi	Plastik, bahan sintesis, epoksi
6	Bahan bangunan komposit	Beton bertulang, pelat serat semen, beton komposit, cat kimia, perekat.

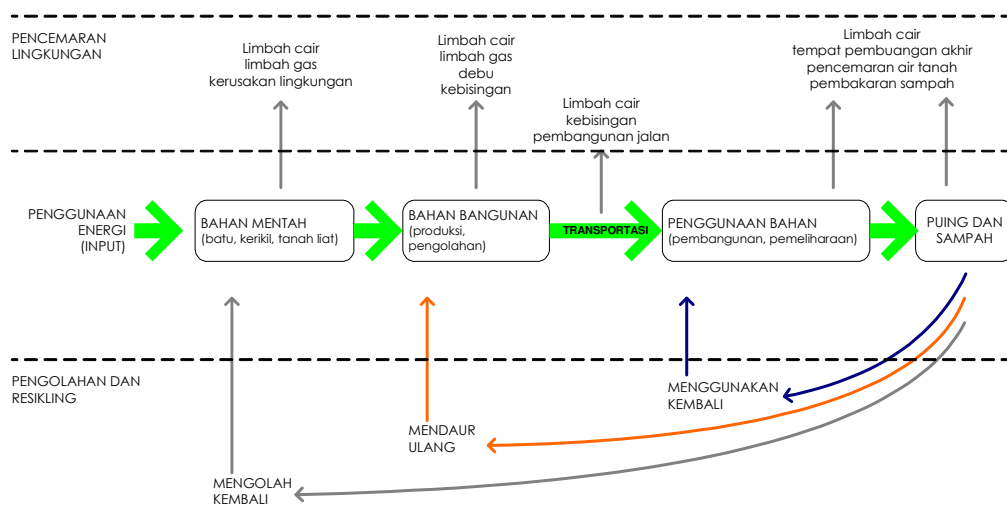
Sumber: Frick, Heinz/Koesmartadi, Ch, Penerbit Kanisius, 1999.

Metoda, dewasa ini cara membangun di lokasi proyek berangsur-angsur mengalami berbagai perubahan. Dimulai dari jaman dahulu hingga kini telah banyak terjadi perubahan dilakukan guna mendapatkan cara terbaik dalam membangun, disesuaikan dengan perkembangan jaman dan tujuannya. Dewasa ini cara membangun mulai mengalami perubahan dari konvensional menuju pabrikasi, dengan tujuan untuk lebih mempercepat waktu konstruksi sehingga diperoleh biaya yang efisien. Dengan berkembangnya konsep membangun yang ramah lingkungan tentunya akan mengubah tatanan dalam pengelolaan proyek konstruksi.

Salah satu tahap dalam siklus hidup proyek konstruksi adalah tahap pelaksanaan yang membutuhkan berbagai alat bantu dari yang sederhana hingga yang berteknologi tinggi sesuai dengan kebutuhan di lapangan. Keberadaan peralatan konstruksi tidak lain adalah untuk mendukung proses sehingga dimungkinkan tercapainya efisiensi yang baik guna mencapai target yang telah ditetapkan. Disadari atau tidak, keberadaan peralatan konstruksi ini ikut memberikan kontribusi terjadinya pemanasan global yang diakibatkan oleh buangan bahan bakar dari berbagai jenis peralatan yang digunakan dan dirasakan telah berkontribusi pada tidak seimbangannya alam lingkungan sekitar.

MEMBANGUN SECARA EKOLOGIS

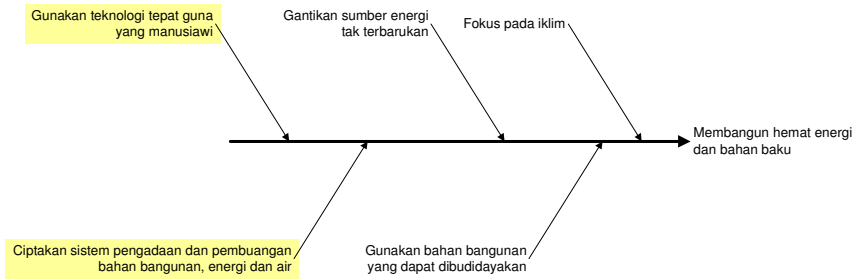
Pada prinsipnya pembangunan berbagai infrastruktur harus didasarkan pada teknologi bangunan lokal dan tuntutan ekologis alam. Pembangunan yang berkelanjutan memuat empat asas pembangunan berkelanjutan yang ekologis adalah: (1) menggunakan bahan baku alam tidak lebih cepat daripada alam mampu membentuk penggantinya; (2) menciptakan sistem yang menggunakan sebanyak mungkin energi terbarukan; (3) mengizinkan hasil sambilan (potongan, sampah) yang dapat dimakan atau yang merupakan bahan mentah untuk produksi bahan lain; (4) meningkatkan penyesuaian fungsional dan keanekaragaman biologis.



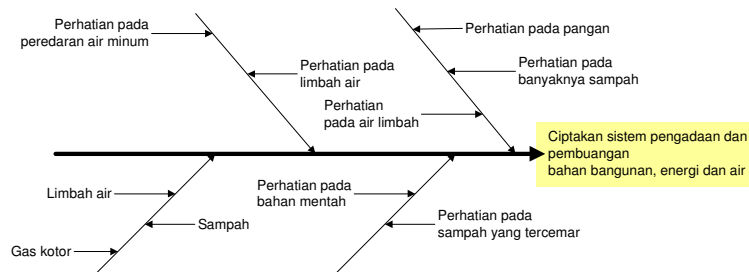
Sumber: Steiger, Peter, Bauen und Oekologie im Dialog. Dalam: Dasar-dasar arsitektur ekologis, Frick H, Suskiyanto B., Penerbit Kanisius, Yogyakarta 2007

Gambar 2. Rantai bahan, penggunaan energi, dan pencemaran lingkungan

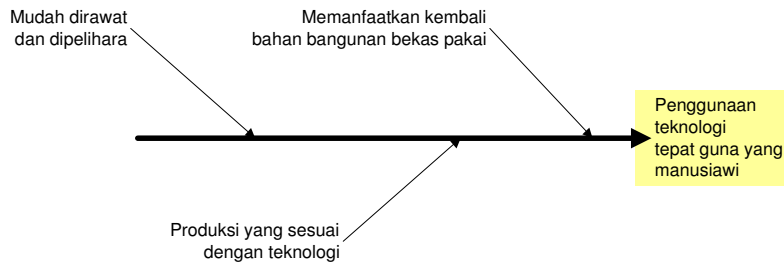
Berdasarkan kebutuhan sumberdaya dalam pembangunan sudah selayaknya dipenuhi berbagai hal yang mengarah pada membangun secara ekologis. Pada tahap konstruksi setidaknya dapat dipetakan sebagai berikut:



Gambar 3. Membangun yang ekologis



Gambar 4. menciptakan sistem pengadaan dan pembuangan bahan bangunan, energi dan air



Gambar 5. Penggunaan teknologi tepat guna yang manusiawi

JEJAK EKOLOGIS

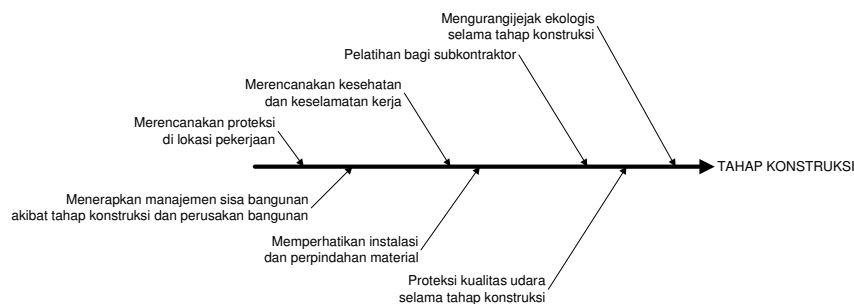
Jejak ekologis ditujukan untuk mengukur kebutuhan bahan baku alam yang digunakan oleh setiap bangsa dan setiap orang, misalnya menghitung luasnya tanah subur. Air tawar, lautan, dan banyaknya energi yang tak terbarukan dan yang dibutuhkan manusia untuk memenuhi kebutuhan atas pangan, sandang, papan serta mobilitas. Indikator jejak ekologis diantaranya adalah berapa luas lahan yang dibutuhkan untuk membangun gedung dan jaringan infrastruktur termasuk bahan bangunan seperti pasir, kerikil, batu alam, dan sebagainya serta berapa luas hutan untuk menghasilkan kayu yang dibutuhkan dan hutan yang diperlukan untuk mengikat CO₂ yang terjadi oleh pembakaran minyak bumi dan gas.

Jejak ekologis dan pengaruhnya terhadap pembangunan pada dasarnya semua sumberdaya yang diambil dari dalam perut bumi lebih dari 50% harus dipertimbangkan kembali. Selain pemanfaatan sumberdaya alam juga harus diperhatikan bahan-bahan tersebut dari tempatnya ke tempat pembangunan mengingat masalah transportasi juga merupakan salah satu faktor yang memberikan kontribusi terhadap pencemaran lingkungan. Perpindahan rata-rata berbagai material ke tempat pembangunan adalah sebagai berikut (Krusche, 1982): kayu, ± 100 km; pasir dan kerikil

± 100 km; kapur ± 300 km; semen ± 400 km; batu bata ± 500 km; kaca ± 650 km; plastik ± 3000 km; logam dan besi ± 4900 km.

TAHAP KONSTRUKSI

Dalam merencanakan dan merealisasikan pembangunan berkelanjutan diperlukan totalitas dari tim proyek dengan cara: (a) memperbaiki sistem perpindahan dan penyimpanan material serta mengurangi sisa material konstruksi; (b) mendaur ulang material seperti top soil, aspal, beton untuk bangunan baru; (c) menyiapkan persyaratan tata cara instalasi produk dan material untuk mengantisipasi terjadinya permasalahan kualitas udara; (d) memberikan pelatihan yang intensif kepada subkontraktor tentang manajemen sisa konstruksi; (e) memperhatikan tingkat kelembaban pada berbagai aspek pada saat tahap konstruksi; (f) memperhatikan kekerasan tanah pada lokasi pekerjaan untuk menjamin tidak terjadinya erosi dan sedimentasi; (g) meminimalkan pengaruh tahap konstruksi, seperti pemadatan dan perusakan pepohonan dalam lokasi pekerjaan. Berbagai kegiatan yang dapat digunakan oleh tim pelaksana konstruksi/kontraktor untuk mencapai proyek pembangunan berkelanjutan adalah sebagai berikut:



Gambar 6. Kegiatan dalam tahap konstruksi

Proteksi lokasi pekerjaan

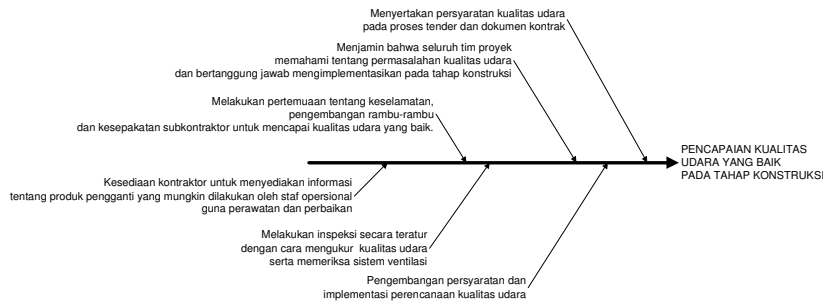
Proteksi di lokasi pekerjaan bertujuan mengurangi kerusakan ekologi dan kerusakan lainnya dan menjalin relasi yang baik dengan berbagai pihak selama proses konstruksi terjadi. Hal ini mencakup berbagai aspek penting yang dapat menjadikan proyek konstruksi lebih berpihak pada lingkungan. Beberapa hal yang pantas dipertimbangkan dalam hal proteksi lokasi pekerjaan adalah: (a) merencanakan proteksi untuk seluruh vegetasi dan pepohonan yang berada di lokasi pekerjaan; (b) menyelamatkan vegetasi dan pepohonan yang terpaksa dipindahkan dikarenakan lokasi dimana vegetasi dan pepohonan tersebut berada di lokasi bangunan. Dalam kasus ini sebaiknya vegetasi dan pepohonan dipindahkan ke taman atau diberikan kepada pihak yang bertanggungjawab mengurus akan hal tersebut; (c) merencanakan akses ke lokasi pekerjaan dengan mempertimbangkan aspek kerusakan lingkungan serendah mungkin. Termasuk juga merencanakan lokasi untuk sisa material serta akses dan lokasi untuk resikling material termasuk material akibat tidak efisiennya perencanaan; (d) merencanakan sedetil mungkin tentang pemanfaatan air, termasuk didalamnya adalah mengukur limpasan air permukaan serta erosi; (e) melakukan pemanfaatan kembali lapisan topsoil yang dikupas pada saat pembersihan lahan/land clearing; (f) merencanakan pengurangan debu, asap, bau tidak sedap dengan berbagai pengaruhnya; (g) melakukan pengontrolan suara selama proses konstruksi berlangsung. Dengan mengimplementasikan hal-hal tersebut diatas, kontraktor dapat memastikan bahwa segala sesuatu yang dikerjakan pada tahap konstruksi mampu menjaga sistem alamiah dalam lokasi pekerjaan, mencegah terjadinya erosi, memaksimalkan infiltrasi air ke dalam lapisan tanah dilokasi pekerjaan dan secara umum semua aktifitas konstruksi dapat dipertanggungjawabkan.

Perencanaan program kesehatan dan keselamatan kerja

Kesehatan dan keselamatan pekerja selama pelaksanaan proyek konstruksi merupakan hal penting yang harus dipenuhi oleh pelaksana konstruksi. Selain itu, kesehatan dan keselamatan pengguna bangunan pasca konstruksi juga harus mendapatkan perhatian dari konsultan perencana. Kedua hal tersebut selayaknya menjadi bagian dalam dokumen perencanaan dan pelaksanaan konstruksi atau yang dikenal dengan kontrak konstruksi. Salah satu hal yang perlu direncanakan dengan baik adalah memperhatikan kualitas udara untuk hal berikut: (a) memisahkan bangunan untuk tinggal para pekerja konstruksi dengan lokasi proyek yang sedang dibangun; (b) melindungi berbagai saluran dari berbagai jenis debu, kelembaban, partikel halus, mikroba sebagai akibat dari pelaksanaan/pembongkaran bangunan; (c) memperbanyak ventilasi/exhaust di lokasi proyek; (d) merencanakan jadwal pelaksanaan pekerjaan

untuk meminimalisasi bahan-bahan yang berdaya serap dalam keadaan terbuka terlalu lama sehingga dapat menimbulkan emisi; (e) melakukan tindakan yang tepat untuk menghindari berbagai hama yang merugikan.

Meskipun perencanaan proyek dihasilkan oleh tim perencana yang sangat baik namun pelaksanaan konstruksi di lapangan kurang sempurna sehingga sangat berpotensi menimbulkan berbagai masalah di kemudian hari. Pelaksana konstruksi dapat menurunkan terjadinya resiko kesehatan bagi pekerja konstruksi yang diakibatkan oleh residu akibat kualitas udara yang kurang baik. Berbagai cara yang mungkin dilakukan untuk menghasilkan kualitas udara yang baik seperti pada gambar 7

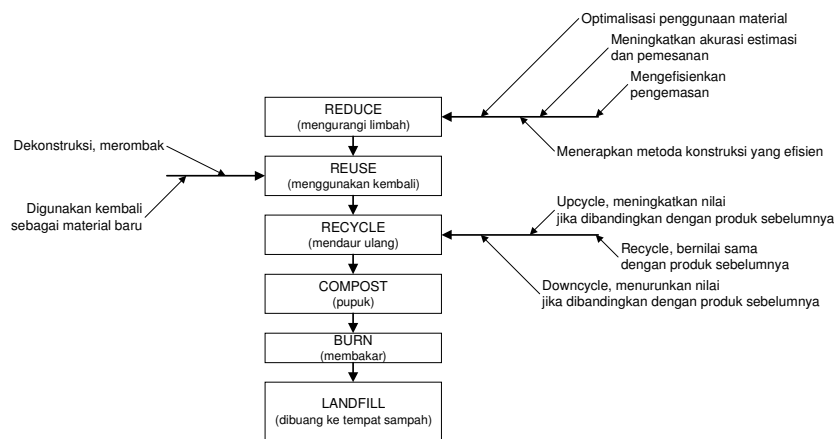


Gambar 7: Pencapaian kualitas udara yang baik pada tahap konstruksi

Pengelolaan limbah akibat pembangunan dan pembongkaran bangunan

Manajemen limbah akibat kegiatan konstruksi dan pembongkaran bangunan bertujuan untuk mengurangi pemanfaatan berbagai sumber material bangunan, mamakai kembali, dan mendaur ulang. Mengurangi pemanfaatan sumber material bangunan berkaitan erat dengan pembangunan proyek baru dan proyek yang sedang melakukan renovasi yang cukup besar yang menyangkut pengurangan limbah pada proses pemesanan material, proses rekayasa nilai pada disain bangunan dan komponennya. Pada proses renovasi dan pembongkaran bangunan, komponen bangunan mempunyai nilai yang memungkinkan untuk digunakan kembali pada proyek tersebut, disimpan dan digunakan pada proyek lain, atau dijual untuk tetap digunakan sesuai dengan fungsinya. Daur ulang material bangunan dapat dimanfaatkan manakala jumlah yang tersedia cukup dan adanya permintaan pasar. Dalam studinya USEPA pada tahun 1998, banyaknya limbah akibat pembangunan dan perusakan di Amerika lebih dari 135 juta ton, yang terdiri dari 77 juta ton dihasilkan dari aktifitas komersial. Adapun besarnya adalah 19,5 kg/m² akibat aktifitas pembangunan proyek baru dan renovasi sedangkan 757 kg/m² akibat pembongkaran bangunan. Dalam beberapa proyek, material yang dapat didaur ulang seperti kayu, beton, bata merah, metal mencapai 75% dari total limbah. Pada prinsipnya, limbah konstruksi dan biaya yang ditimbulkannya harus dikelola seperti sumberdaya lain dalam proyek konstruksi dengan mempertimbangkan pengaruhnya terhadap lingkungan, tanah dan sumber air.

Berbagai jenis limbah yang dihasilkan dari komponen bangunan seperti pintu, asesoris lampu, bahan kemasan material, material yang berbahaya dan berbagai macam limbah konstruksi seperti botol, berbagai macam kaleng dan kertas. Berdasarkan hal tersebut diatas maka sudah sepantasnya bahwa dalam dokumen kontrak ditambahkan bahwa kontraktor atau kepala proyek bertanggung jawab dalam hal pengelolaan limbah yang dihasilkan dari kegiatan pembangunan yang meliputi: (a) menyelamatkan berbagai material; (b) proses daur ulang; (c) pengemasan; (d) material berbahaya; (e) material yang harus dilindungi.



Gambar 8: Pengelolaan limbah konstruksi

Pelatihan bagi subkontraktor

Dalam pelaksanaan pembangunan berbagai jenis proyek konstruksi, peran subkontraktor merupakan faktor penting dalam pencapaian tujuan adanya proyek yang telah ditetapkan sesuai dalam dokumen kontrak. Pada saat ini, keterlibatan kontraktor umum dalam melaksanakan pekerjaan berangsur-angsur semakin berkurang dan beralih peran menjadi pihak yang mengatur dari berbagai subkontraktor untuk merealisasikan bangunan. Untuk mencapai tujuan utama dalam proyek bangunan hijau, subkontraktor diharuskan memahami dan menguasai bagaimana melaksanakan pekerjaan pembangunan yang berbeda dengan konvensional. Beberapa hal yang wajib dipahami oleh subkontraktor adalah: (a) rencana pengelolaan limbah konstruksi, seluruh subkontraktor harus merencanakan secara efektif dan membekali para pekerjanya tentang cara mereduksi limbah dan menangani limbah. Hal ini menjadi kunci keberhasilan untuk meminimalkan limbah; (b) rencana penyediaan kualitas udara yang baik, setiap subkontraktor dalam menjalankan aktifitasnya berpotensi menghasilkan berbagai macam debu yang dapat menyebabkan menurunnya kualitas udara di sekitar proyek. Oleh karenanya subkontraktor wajib memahami cara-cara pencegahannya.

Mengurangi bekas pembangunan

Tujuan adanya footprint dari proyek adalah untuk mendokumentasikan histori dari proyek guna keperluan ekologi, dengan cara diantaranya adalah: (a) membuat dokumen tentang eksisting lahan proyek, sejarah, fitur budaya dan membuat rencana yang jelas untuk pelestariannya; (b) menyediakan lokasi untuk trailer dan berbagai peralatan; (c) mengalokasikan area yang bebas dari lalu lintas, peralatan dan penyimpanan; (d) larangan untuk menebang vegetasi pada radius 12,2 meter dari bangunan; (e) menjelaskan cara melakukan proteksi vegetasi, seperti merencanakan akses jalan dan parkir; (f) menetapkan metoda yang tepat untuk kegiatan pembersihan dan perataan tanah dengan pengaruh lingkungan yang minimal; (g) melakukan simulasi air limpasan selama masa konstruksi dan pengaruhnya terhadap lingkungan.

KESIMPULAN

Dari kajian tersebut dapat disimpulkan bahwa implementasi pembangunan berkelanjutan perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut: berbagai aspek yang patut diperhatikan adalah:

1. Melakukan proteksi tanaman dan ekosistem
2. Perencanaan program kesehatan dan keselamatan kerja
3. Melakukan efisiensi pemanfaatan sumberdaya alam dan mengurangi sisanya pada tahap konstruksi/pembongkaran bangunan dengan melakukan *construction waste management plan*
4. Melakukan pelatihan pada subkontraktor tentang pembangunan berorientasi lingkungan dan program keselamatan kerja.
5. Mengurangi kerusakan akibat bekas pembangunan

DAFTAR PUSTAKA

- Choesin D., Taufikurrahman, Esyanti R (2004). *Pengetahuan Lingkungan*, Penerbit ITB, Bandung
- Fandeli, Kaharuddin, Mukhlison. (2004). *Perhutanan Kota*. UGM, Yogyakarta
- Frick H., Suskiyanto B. (2007). *Dasar-Dasar Arsitektur Ekologis*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Haselbach L. (2008). *The Engineering Guide to LEED–New Construction*. Mc Graw Hill, New York.
- Kibert C. (2008). *Sustainable Construction*. John Wiley & Sons, Canada.
- Krusce P et al. (1982). *Oekologisches Bauen Wesibaden*, Bauverlag.
- Messmer, Maja, Erika.(1996). *Pemanasan Global*. Malang.
- Vale, Brenda, Robert. (1996). *Green Architecture*, Thames and Hudson, London

**KoNTekS 4, UNUD-UAJY-UPH
Sanur, 2-3 Juni 2010**