

KONSTRUKSI

PEMULIHAN DAN REKONSTRUKSI HIJAU: PERANGKAT PELATIHAN UNTUK BANTUAN KEMANUSIAAN



Penerjemah Modul:
Andree Prasusetya, Irma Nurhayati & Deny Firmansjah

Editor & Administator Terjemahan Modul
Tri Agung Rooswiadji & Indiani Saptiningsih



Pendanaan:
WWF Indonesia & WWF Amerika

.....

Perangkat Pemulihan dan Rekonstruksi Hijau ini didedikasikan bagi seluruh warga dunia yang memiliki semangat kuat untuk kembali pulih paska bencana. Dokumen panduan ini disusun berdasarkan pengalaman-pengalaman langsung di lapangan dan ditujukan untuk menjamin masa depan yang aman dan berkelanjutan bagi kita semua.

.....

KONSTRUKSI

Jeffrey Klenk, InterWorks L LC

CATATAN UNTUK PENGGUNA: Toolkit Pemulihan dan Rekonstruksi Hijau adalah program pelatihan yang dirancang untuk meningkatkan kesadaran dan pengetahuan mengenai pendekatan ramah lingkungan dan berkelanjutan bagi proses pemulihan dan rekonstruksi paska bencana. Setiap modul pelatihan terdiri dari (1) materi pelatihan workshop, (2) panduan bagi para pemateri/trainer (3) slide, dan (4) dokumen teknis yang berisi informasi pendukung bagi pelatihan. Dokumen teknis tersebut dapat digunakan dalam sesi pelatihan satu hari yang membahas penggabungan pendekatan-pendekatan ramah lingkungan yang berkelanjutan ke dalam rancangan proyek, pemantauan dan evaluasi.

Foto Sampul © Daniel Cima / America Red Cross

© 2010 World Wildlife Fund, Inc. dan 2010 Palang Merah Amerika. Dokumen ini berada di bawah lisensi Creative Commons Attribution-Noncommercial-No Derivative Works 3.0 Unported License. Untuk melihat salinan lisensi, kunjungi <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/> atau kirim surat ke Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA.

UCAPAN TERIMA KASIH

Manager Proyek

Jonathan Randall, World Wildlife Fund

Pakar Pelatihan

Paul Thompson, InterWorks LLC

Direktur Kreatif

Melissa Carstensen, QueenBee Studio

Komite Penasehat

Erika Clesceri, U.S. Agency for International Development

Veronica Foubert, Sphere

Christie Getman, American Red Cross

Ilisa Gertner, American Red Cross

Chris Herink, World Vision

Emma Jowett, Consultant

Charles Kelly, Consultant

Robert Laprade, American Red Cross

Anita van Breda, World Wildlife Fund

Pakar Peninjau

Joseph Ashmore, Consultant

Rick Bauer, Oxfam-UK

Gina Castillo, Oxfam-America

Prem Chand, RedR-UK

Scott Chaplowe, International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies

Marisol Estrella, United Nations Environment Programme

Chiranjibi Gautam, United Nations Environment Programme

Toby Gould, RedR-UK

Tek Gurung, United Nations Environment Programme

Yohannes Hagos, American Red Cross

James Kennedy, Consultant

Earl Kessler, Consultant

John Matthews, World Wildlife Fund

Andrew Morton, United Nations Environment Programme

Radhika Murti, International Union for Conservation of Nature

Marcos Neto, CARE

Jacobo Ocharan, Oxfam-America

Judy Oglethorpe, World Wildlife Fund

Robert Ondrusek, International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies

Adrian Ouvry, Danish Refugee Council

Megan Price, RedR-UK Catherine Russ, RedR-UK
Graham Saunders, International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies

Ron Savage, U.S. Agency for International Development

Hari Shrestha, Save the Children

Rod Snider, American Red Cross

Margaret Stansberry, American Red Cross

Karen Sudmeier, International Union for Conservation of Nature

Nigel Timmins, Tearfund

Muralee Thummarukudy, United Nations Environment Programme

Anne-Cécile Vialle, United Nations Environment Programme

Penyusunan dokumen panduan ini dilakukan secara bersama-sama dengan melibatkan tim yang terdiri dari para pakar internasional dalam sektor kemanusiaan dan lingkungan. Dalam masa penyusunan dua tahun, dokumen panduan ini merangkum berbagai pengalaman dari 15 orang lebih penulis teknis dan pakar pelatihan, 30 pakar peninjau, dan tim desain grafis serta editor. Terima kasih kepada Paul Thompson yang memiliki pengalaman mendalam dalam pelatihan kemanusiaan dan berkomitmen kuat dalam membantu membentuk dan merealisasikan proyek ini. Terima kasih kepada Anita van Breda, Robert Laprade, dan Ilisa Gertner untuk wawasan, ide dan kontribusi waktu dalam meninjau rancangan dokumen pelatihan dari waktu ke waktu. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para partisipan workshop percontohan Perangkat Pemulihan dan Rekonstruksi Hijau di Sri Lanka dan Indonesia atas seluruh respon yang baik. Terima kasih kepada Gerald Anderson, Marcia Marsh, Alicia Fairfield, Achala Navaratne, Julia Choi, Bethany Shaffer, Owen Williams, Brad Dubik, Leah Kintner, Tri Agung Rooswiadji, Tom Corsellis, Eric Porterfield, Brittany Smith, Sri Eko Susilawati, Jan Hanus dan Manishka de Mel.

— Jonathan Randall, WWF

MODUL 6: PANDUAN BERWAWASAN LINGKUNGAN BAGI KONSTRUKSI

Daftar Isi

1	Pendahuluan	1
1.1	Tujuan Modul	1
1.2	Panduan untuk Pemulihan Rekonstruksi yang Berwawasan Lingkungan	1
1.3	Target Pembaca	2
1.4	Konsep Kunci Utama Modul	2
1.5	Asumsi Modul	2
1.6	Istilah-istilah Penting yang digunakan dalam Modul	3
2	Siklus Proyek dan Konstruksi yang Berkelanjutan	4
3	Konsep - Konsep dalam Rancangan yang Berkelanjuta	8
3.1	Kebutuhan akan Rancangan yang Berkelanjutan dari Segi Lingkungan	8
3.2	Rancangan untuk Meningkatkan Efisiensi Bahan	14
3.2.1	Menolak untuk Membangun	16
3.2.2	Mengurangi Penggunaan Sumber Daya	16
3.2.3	Membangun dengan Ukuran Bahan Standar	16
3.2.4	Penggunaan Kembali Bahan	17
3.2.5	Bahan - Bahan Daur Ulang	19
3.2.6	Memperbaiki Infrastruktur yang Ada	21
3.2.7	Pulihkan Energi	21
3.2.8	Pertimbangkan untuk Mencari Sumber dan Pengadaan Bahan	21
3.3	Rancanglah sesuai Feksibilitas dan Rentang Usia	22
3.4	Rancanganlah sesuai Iklim	23
3.4.1	Orientasi Terhadap Matahari	23
3.4.2	Modifikasi Lokasi	24
3.4.3	Insulasi	25
3.4.4	Perlindungan dari Cuaca	26
3.4.5	Masa Termal	26

3.4.6 Ventilasi	27
3.4.7 Naungan	28
3.4.8 Persoalan - persoalan Spesifik terkait Iklim	28
3.5 Efisiensi Energi	31
3.5.1 Bangunan	31
3.5.2 Pencahayaan dan Pompa	33
3.5.3 Bahan Bakar untuk Memasak	33
3.6 Limbah Padat	35
3.7 Sistem Limbah dan Air Limbah	35
3.8 Masyarakat Lokal dan Penerimaan Kultural	36
3.8.1 Penerimaan Lokal	36
3.8.2 Partisipasi Masyarakat dan Analisa terhadap Praktik yang Berlaku Saat ini..	38
3.8.3 Teknik - teknik Konstruksi dan Alih Pengetahuan	38
4 Konsep-konsep Manajemen Konstruksi	40
4.1 Latar Belakang	40
4.2 Perencanaan dan Penataan Lokal Konstruksi	41
4.3 Penanganan Bahan-bahan	42
4.3.1 Tempat Penyimpanan	42
4.3.2 Bahan - bahan Basah dan Cair	42
4.3.3 Perlindungan dari Air dan Angin	43
4.4 Penanganan Peralatan	44
4.4.1 Penyimpanan	44
4.4.2 Perawatan	44
4.4.3 Kendaraan	44
4.4.4 Pembersihan	44
4.5 Penanganan Limbah / Zat Buangan	44
4.5.1 Pembersihan dari Bahan Bangunan	45
4.5.2 Pembuangan	45
4.5.3 Sarana Sanitasi	45

4.6 Pencegahan Polusi	45
4.6.1 Bahan - bahan Beracun	46
4.6.2 Aliran Air	46
4.6.3 Pembersihan	46
4.6.4 Kotoran dan Bekasnya	46
4.6.5 Pengendalian Kotoran Jejak Kendaraan	47
4.6.6 Peltihan dan Penegakan Aturan	47
Lampiran 1 : Sumber-Sumber Tambahan	48
Glossarium	50
Daftar Singkatan	58

PENDAHULUAN

1.1 Tujuan Modul

Modul pelatihan ini mengetengahkan dua aspek kunci dalam konstruksi yang berkelanjutan, yaitu: 1) prinsip-prinsip berkelanjutan dalam rancangan dan arsitektur, dengan berfokus pada rancangan arsitektur, bahan bangunan, dan siklus usia suatu bangunan; dan 2) manajemen konstruksi, dengan fokus pada prinsip-prinsip dan praktiknya yang mencoba untuk meminimalkan dampak-dampak dari proses konstruksi terhadap masyarakat yang tengah mencoba untuk memulihkan diri pasca terjadinya bencana, melalui perlindungan terhadap lingkungan.

Tujuan-tujuan pembelajaran yang spesifik dalam modul ini adalah sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan prinsip-prinsip kunci dalam rancangan dan arsitektur bangunan yang berkelanjutan dari segi lingkungan untuk melindungi masyarakat yang tengah memulihkan diri pasca terjadinya bencana.
2. Mendeskripsikan prinsip-prinsip kunci dalam pengelolaan konstruksi di lokasi secara berkelanjutan dari segi lingkungan.
3. Menunjukkan bagaimana cara menerapkan prinsip-prinsip kunci dalam rancangan bangunan dan manajemen konstruksi yang berkelanjutan pada proyek yang berbasis masyarakat.

1.2 Panduan untuk Pemulihan dan Rekonstruksi yang Berwawasan Lingkungan

Dokumen ini adalah Modul 6 di dalam rangkaian sepuluh modul yang terdiri dari Panduan Pemulihan dan Rekonstruksi Berwawasan Lingkungan (*Green Recovery and Reconstruction Toolkit/GRRT*). Secara kolektif, modul-modul GRRT menyajikan informasi dan panduan untuk meningkatkan hasil proyek bagi masyarakat yang tengah memulihkan diri dari bencana dengan cara meminimalisasi akibat buruk terhadap lingkungan dan memanfaatkan kesempatan yang ada untuk meningkatkan lingkungan. Modul 1 mengantarkan pendahuluan singkat mengenai konsep pemulihan dan rekonstruksi berwawasan lingkungan untuk membantu menjadikan masyarakat lebih kuat dan tangguh dalam menghadapi bencana yang dapat terjadi di masa yang akan datang. Caranya adalah dengan mengintegrasikan persoalan-persoalan lingkungan ke dalam proses pemulihan tersebut. Modul 2 GRRT memberikan panduan mengenai cara agar rancangan, monitoring dan evaluasi proyek dapat menyertakan dan menyelesaikan persoalan-persoalan lingkungan dengan cara yang lebih baik di dalam siklus proyek yang sifatnya tipikal. Modul 3 GRRT merupakan pengembangan Modul 2. Fokusnya secara spesifik adalah pada perangkat penilaian yang dapat dipergunakan untuk menentukan dampak proyek kemanusiaan terhadap lingkungan hidup, terlepas dari jenis proyek atau sektornya. Modul 4, 5 dan 6 GRRT secara khusus berkaitan dengan konstruksi bangunan. Modul 4 berfokus pada perencanaan dan pembangunan lokasi, Modul 5 pada bahan bangunan dan rantai suplai, dan Modul 6 pada rancangan bangunan dan manajemen konstruksi. Modul 7 GRRT sampai dengan Modul 10 menyajikan informasi spesifik per sektor untuk melengkapi Modul 2 dan 3, termasuk mata pencaharian, minimalisasi risiko bencana, air dan sanitasi, serta 'menghijaukan' kerja-kerja yang dilakukan organisasi perusahaan.

1.3 Target Pembaca

Modul 6 diperuntukkan bagi penyelia konstruksi, insinyur lapangan, kontraktor, manajer proyek perumahan, perwakilan penyedia *shelter* perlindungan kemanusiaan atau manajer program, perencana tata ruang, serta teknisi lainnya yang bertanggung jawab terhadap perencanaan dan pelaksanaan konstruksi perumahan dan upaya rekonstruksi jangka panjang pasca bencana.

1.4 Konsep Kunci Utama Modul

Modul ini dikembangkan di atas konsep berikut ini.

1. Konstruksi yang berkelanjutan merupakan penerapan prinsip pembangunan berkelanjutan ke dalam siklus konstruksi yang komprehensif, mulai dari ekstraksi dan pemrosesan bahan-bahan baku hingga perencanaan, rancangan dan konstruksi bangunan dan infrastruktur hingga pembongkaran tahap akhir serta pengelolaan bahan buangnya.
2. Strategi-strategi untuk mencapai konstruksi yang berkelanjutan meliputi 1) penolakan untuk membangun (yaitu memilih untuk tidak membangun jika memang ada alternatif pilihan lain); 2) mengurangi penggunaan sumber daya; 3) mempergunakan kembali bahan yang ada; 4) mendaur ulang bahan; 5) memperbaiki infrastruktur yang ada; dan 6) memulihkan energi bahan-bahan tersebut.
3. Konstruksi yang berkelanjutan dari segi lingkungan harus secara aktif mempertimbangkan dan menjawab persoalan dalam fleksibilitas penggunaan, rentang usia bahan dan bangunan, variabilitas iklim setempat, efisiensi energi, pengelolaan bahan buangan padat, serta sistem bahan buangan dan air buangan.
4. Pengelolaan konstruksi di lapangan harus memperhatikan penanganan bahan, peralatan dan bahan buangan; pencegahan polusi; pendidikan tenaga kerja; serta perencanaan dan penataan lokasi konstruksi yang berwawasan lingkungan.
5. Agar dapat meminimalkan pemubaziran bahan dan sumber daya konstruksi, maka perancang proyek harus mengupayakan bangunan dengan ukuran bahan sesuai standar.
6. Selama aksi tanggap berbentuk kerja pemulihan dan konstruksi, masyarakat harus berpartisipasi aktif dalam pengambilan keputusan. Idealnya, masyarakatlah yang semestinya menjalankan sebagian besar kegiatan untuk memunculkan rasa memiliki terhadap proyek. Partisipasi masyarakat tidak hanya penting bagi keberhasilan jangka panjang, akan tetapi juga membantu mengurangi pemubaziran sumber daya, baik finansial maupun alam.

1.5 Asumsi Modul

Modul ini mengasumsikan bahwa penggunanya sudah familier terhadap rancangan, konstruksi, pengoperasian, dan/atau pengelolaan bangunan atau proyek konstruksi lainnya. Karena modul ini berfokus pada cara pengintegrasian persoalan-persoalan lingkungan ke dalam proses pemulihan pasca bencana dan kondisi

rekonstruksinya, maka diharapkan bahwa para peserta memiliki komitmen terhadap tujuan integrasi tersebut. Selain itu, peserta juga diharapkan agar terus mempelajari tentang serta mendukung terciptanya integrasi ini meskipun pelatihan telah selesai. Substansi teknis dari modul ini menekankan banyak persoalan kunci dalam keberlanjutan dari segi lingkungan.

Modul ini mengakui adanya kelanjutan kegiatan yang dilakukan untuk mendukung korban yang selamat dari bencana, dimulai dari kebutuhan awal akan *shelter* perlindungan darurat hingga saatnya mereka memperoleh kembali rumah permanen. Modul ini tidak secara langsung berhubungan dengan kebutuhan aksi tanggap bencana atau dampak terhadap lingkungan selama fase darurat, meskipun ada banyak prinsip di dalamnya yang sama dan berlaku untuk fase awal tersebut, termasuk yang terkait dengan pengelolaan kamp. Aksi tanggap yang berkelanjutan terhadap bencana adalah hal yang dibutuhkan, khususnya untuk pendirian *shelter* perlindungan sementara dan bangunan-bangunan permanen seperti rumah, sekolah, pasar dan pusat kesehatan.

1.6 Istilah - istilah Penting yang digunakan dalam Modul

Berikut ini adalah istilah-istilah kunci yang dipergunakan. Daftar istilah yang lengkap disajikan dalam Glosarium.

Konstruksi: Konstruksi dalam modul ini diartikan secara luas sebagai proses atau mekanisme yang dibuat untuk mendirikan pemukiman masyarakat dan infrastruktur yang menyokong pembangunan. Hal ini meliputi ekstraksi dan pemrosesan bahan baku, pembuatannya hingga menjadi bahan dan komponen bangunan, siklus proyek konstruksi mulai dari studi kelayakan hingga pembongkaran, serta pengelolaan dan pengoperasian lingkungan yang nantinya akan terbangun.

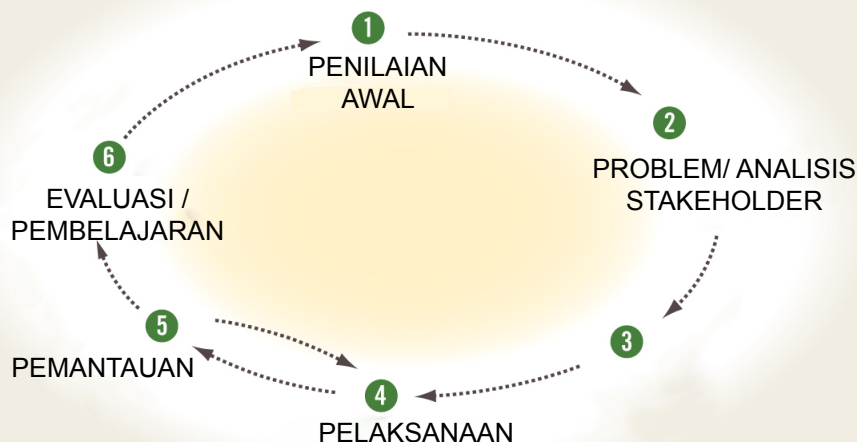
Konstruksi berwawasan lingkungan: Konstruksi berwawasan lingkungan adalah perencanaan dan pengelolaan suatu proyek konstruksi sesuai dengan rancangan pembangunannya, dengan tujuan untuk meminimalkan dampak dari proses tersebut terhadap lingkungan. Ini meliputi 1) peningkatan efisiensi proses konstruksi tersebut; 2) pelestarian energi, air, dan sumber-sumber daya lainnya selama berlangsungnya konstruksi; dan 3) minimalisasi jumlah bahan konstruksi yang terbuang. Suatu bangunan ramah lingkungan ('bangunan hijau') merupakan bangunan yang memenuhi persyaratan performa bangunan yang spesifik, sekaligus meminimalkan gangguan terhadap dan peningkatan berfungsinya ekosistem lokal, regional dan global, baik selama dan pasca kegiatan konstruksi struktur bangunan tersebut, maupun usia manfaatnya yang tertentu.

Konstruksi yang berkelanjutan: Konstruksi yang berkelanjutan bergerak melampaui definisi 'konstruksi berwawasan lingkungan'. Ia menawarkan suatu pendekatan yang lebih holistik bagi pengistilahan hubungan antara konstruksi dan lingkungannya. Konstruksi yang berkelanjutan berarti bahwa prinsip-prinsip pembangunan yang berkelanjutan diterapkan dalam siklus konstruksi yang komprehensif (mulai dari ekstraksi dan pemrosesan bahan baku hingga perencanaan, perancangan, dan konstruksi suatu bangunan dan infrastruktur). Konstruksi semacam ini juga memperhatikan pembongkaran akhir suatu bangunan dan pengelolaan bahan buangan yang dihasilkannya. Proses holistiklah yang dituju saat mengembalikan dan mengelola keharmonisan antara lingkungan alami dan lingkungan terbangun, serta saat menciptakan pemukiman yang menegaskan martabat manusia dan mendorong kesetaraan ekonomi.

2 SIKLUS PROYEK DAN KONSTRUKSI YANG BERKELANJUTAN

Dalam merencanakan dan melaksanakan kegiatan aksi tanggap bencana, banyak lembaga kemanusiaan yang mengikuti siklus pengelolaan proyek standar sebagaimana dijelaskan dalam Gambar 1.

GAMBAR 1: SIKLUS PENGELOLAAN PROYEK STANDAR

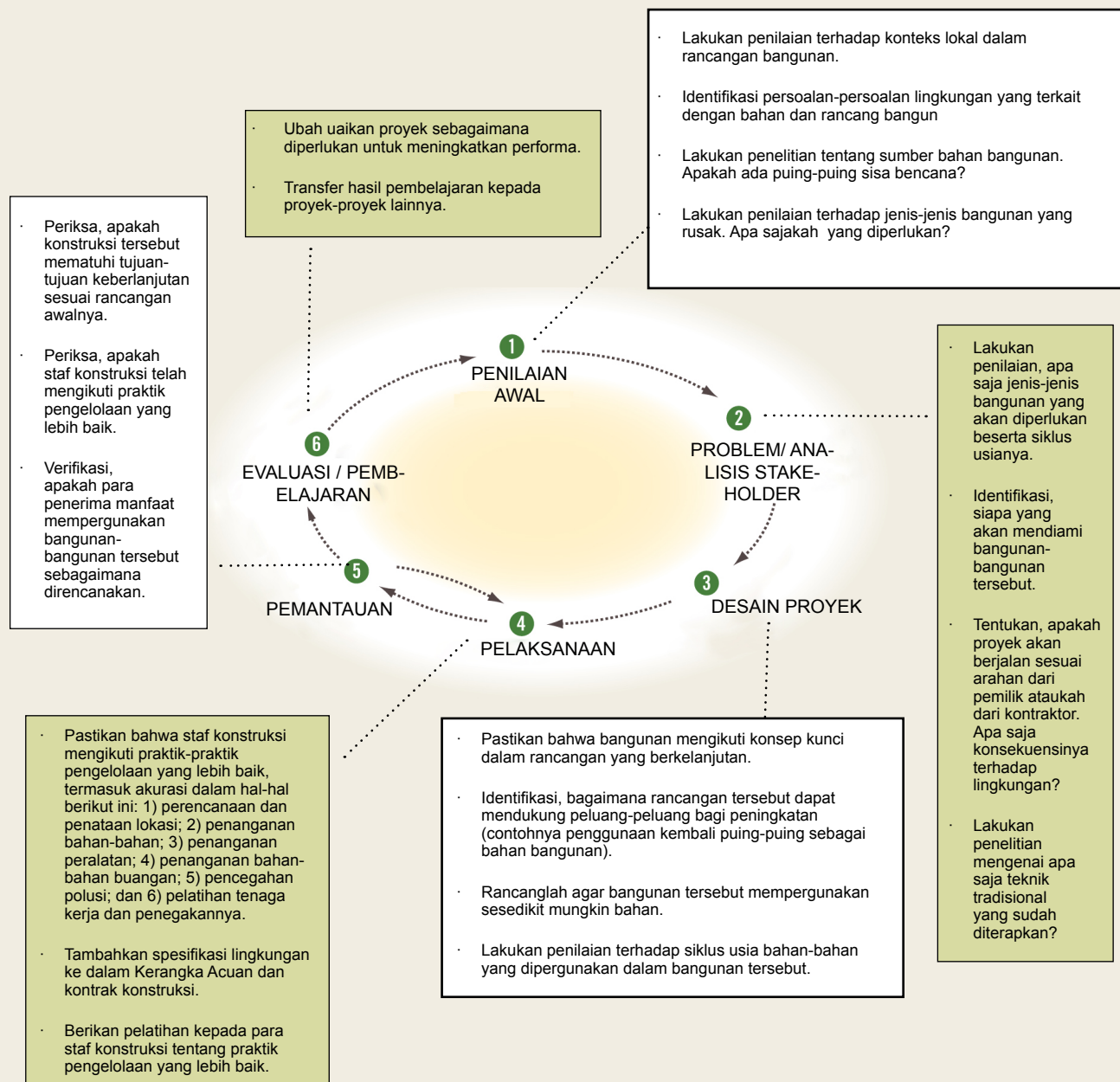


Sebagaimana diindikasikan oleh siklus di atas, suatu proyek yang dikelola baik merupakan serangkaian kegiatan yang berurutan secara logis dan berkaitan, yang dilaksanakan untuk menghasilkan *output* sebagaimana direncanakan. Siklus pengelolaan proyek standar yang digambarkan di sini mengidentifikasi suatu keberurutan dalam kegiatan, yakni penilaian, analisis, rancangan, pelaksanaan, monitoring dan evaluasi. Tujuan uraian ini adalah jelas, yaitu untuk menekankan pentingnya pembelajaran pada masing-masing tahap siklus dan merealisasikannya dalam bentuk kegiatan untuk meningkatkan hasil di masa mendatang.

Perancang proyek dan petugas pengadaan harus mempertimbangkan dampak yang ditimbulkan bahan bangunan terhadap lingkungan semenjak tahapan paling awal sampai selesai seluruh siklus proyek, sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 2.

Sebagian besar kandungan teknis dalam modul pelatihan ini dikategorikan ke dalam Tahap 3 siklus pengelolaan (Rancangan Proyek) sebagaimana didiskusikan pada Bagian 3, dan Tahap 4 (Implementasi) sebagaimana didiskusikan lebih lanjut pada Bagian 3 dan 4.

GAMBAR 2: SIKLUS PENGELOLAAN PROYEK DAN PERTIMBANGAN TERHADAP KONSTRUKSI YANG BERKELANJUTAN

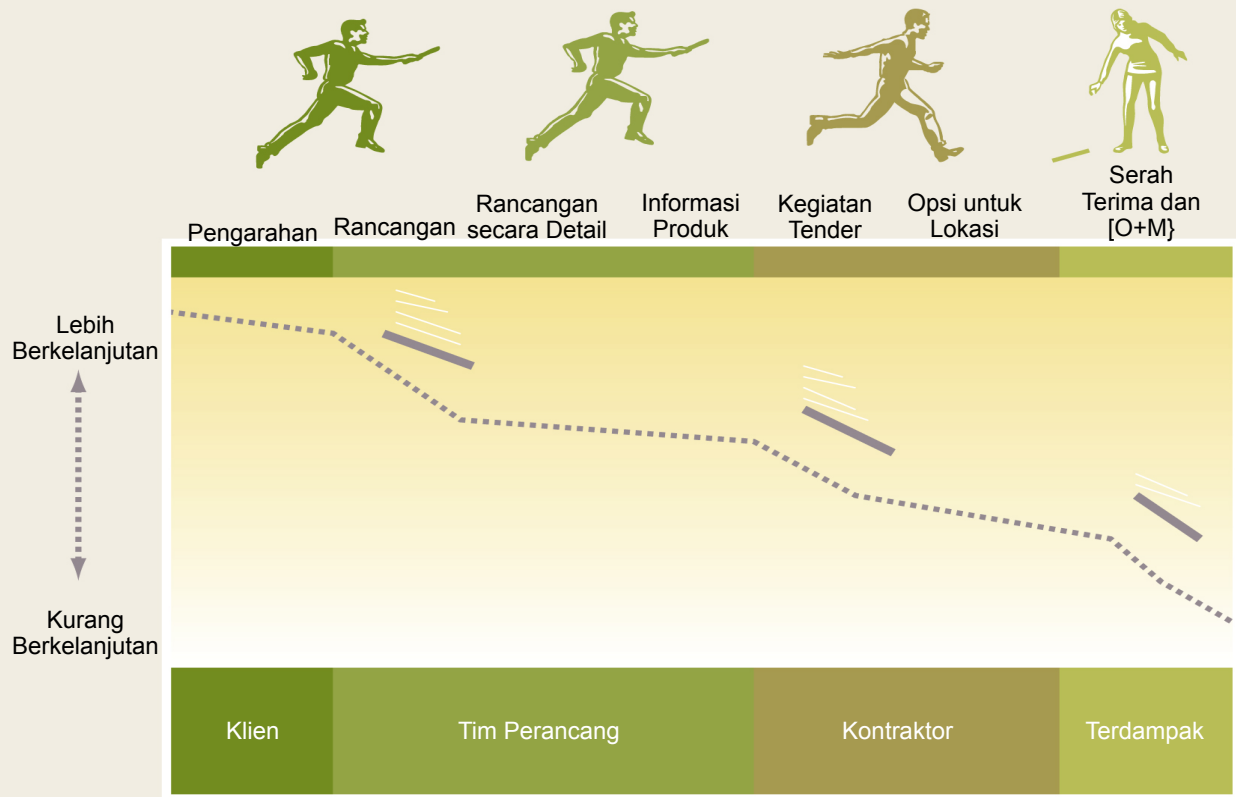


Dalam situasi pasca bencana, terlalu sering keputusan yang diambil dalam perencanaan didasarkan sepenuhnya hanya pada membangun ‘sesuatu’ untuk membantu masyarakat korban bencana. Hal ini menghasilkan dampak terhadap lingkungan yang justru membahayakan masyarakat itu sendiri, baik dalam jangka pendek maupun panjang. Dampak-dampak ini bisa termasuk polusi atau kerusakan pada aset-aset lingkungan seperti hutan, tempat mencari ikan, lahan-lahan pertanian, bukit-bukit pasir di daerah pesisir pantai, atau bakau tempat masyarakat menggantungkan pencaharian mereka. Infrastruktur yang dirancang atau dibangun dengan tidak semestinya juga dapat membawa kepada terbuangnya banyak bahan bangunan secara sia-sia, belum lagi harga yang harus dibayar terkait dengan kondisi sosial dan budaya masyarakat yang tertimpa bencana yang awalnya diniatkan oleh respons tersebut untuk dibantu.

Pentingnya perencanaan secara seksama dan teliti dalam seluruh siklus proyek diilustrasikan oleh konsep ‘tongkat estafet hijau’ dari Howard Lidell, sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 3. Konsep ini mengibaratkan proses konstruksi dengan perlombaan lari estafet di mana tanggung jawab terhadap konstruksi bangunan diserahkan antara orang-orang yang terlibat di dalamnya, dari donor kepada perancang (berkonsultasi dengan masyarakat yang bersangkutan), dan kemudian kepada pihak kontraktor dan seterusnya. Masing-masing anggota tim konstruksi harus memastikan bahwa bagian/tugasnya di dalam proses konstruksi telah mencapai tujuan-tujuan lingkungan sebelum dia bisa menyerahkan tanggung jawabnya kepada anggota tim proyek yang selanjutnya. Sebagai contoh, **donor** dapat meminta agar kerangka kerja proyek memiliki indikator yang spesifik untuk mengukur performa lingkungan. Sementara **tim perancang** dapat mengambil langkah untuk memastikan bahwa rancangan bangunan telah memasukkan efisiensi energi. Hal serupa juga berlaku bagi **kontraktor** yang harus berusaha untuk memastikan bahwa dia telah meminimalkan terbuangnya bahan-bahan padat di lokasi konstruksi. Tiap-tiap anggota tim proyek memiliki peran untuk dimainkan. Pada tiap tahap proses konstruksi, terdapat risiko tidak terpenuhinya potensi proyek dalam mencapai tujuan-tujuan keberlanjutan. Tongkat estafet keberlanjutan dapat diletakkan, khususnya pada saat tanggung jawab tersebut dialihkan dari masyarakat kepada tim perancang, kemudian kepada kontraktor (atau pelaksana proyek), dan kembali lagi kepada masyarakat yang bersangkutan.¹

1 Halliday, Sandy. 2008. *Sustainable Construction*. Oxford: Elsevier.

GAMBAR 3: PEMBAGIAN TANGGUNG JAWAB PADA MASING-MASING TAHAP DI DALAM SIKLUS PROYEK



Yang harus dicatat adalah, meskipun 'tongkat estafet hijau' tersebut menekankan pentingnya pengambilan tindakan untuk memenuhi keberlanjutan lingkungan di setiap tahapan dalam siklus proyek, tidak ada kata terlambat untuk selalu meningkatkan performa proyek. Contohnya jika peluang untuk dapat merancang suatu bangunan mempergunakan bahan-bahan yang berkelanjutan ternyata terlewatkan, maka sebenarnya masih ada peluang untuk menempatkan bangunan yang bersangkutan di lokasi yang lebih berkelanjutan atau membentuk praktik-praktik pengelolaan konstruksi yang lebih baik selama pembangunannya.

3 KONSEP-KONSEP DALAM RANCANGAN YANG BERKELANJUTAN

Konstruksi yang berkelanjutan memiliki arti bahwasanya prinsip-prinsip pembangunan yang berkelanjutan diterapkan ke dalam siklus konstruksi yang menyeluruh, mulai dari ekstraksi dan pemrosesan bahan baku hingga perencanaan, rancangan dan konstruksi bangunan-bangunan dan infrastruktur, berujung pada pembongkaran dan pengelolaan bahan-bahan buangan yang dihasilkan. Proses holistiklah yang dituju saat mengembalikan dan mengelola keharmonisan antara lingkungan alami dan lingkungan terbangun, serta saat menciptakan pemukiman yang meninggikan martabat manusia dan mendorong kesetaraan ekonomi.² Pada intinya, konstruksi yang berkelanjutan mencoba mengusahakan untuk 'Tidak Mengganggu' dengan mendukung martabat manusia bersamaan dengan meminimalisasi dampak negatif terhadap lingkungan alam.³

Karena adanya beberapa komponen yang berbeda dalam konstruksi yang berkelanjutan, maka GRRT menghadirkan bahan-bahan tersebut melalui serangkaian yang terdiri dari tiga modul yang berbeda. Modul ini meliputi rancangan arsitektur, dan manajemen konstruksi yang berkelanjutan pada tingkat lapangan. Sementara Modul 4 (Panduan Berwawasan Lingkungan untuk Pemilihan dan Pembangunan Tempat yang Strategis) berfokus pada perencanaan ruang, dan Modul 5 (Panduan Berwawasan Lingkungan untuk Bahan dan Rantai Suplai) berfokus pada seleksi bahan-bahan dan proses pengadaannya.

3.1. Kebutuhan akan Rancangan yang Berkelanjutan dari Segi Lingkungan

Meskipun industri konstruksi sangat penting keberadaannya bagi manusia sebagai penyedia kebutuhan akan perlindungan, industri ini juga sebetulnya tidak dapat dipisahkan dari degradasi lingkungan dan perusakan ekosistem. Kegiatan konstruksi adalah salah satu dari kontributor yang paling signifikan terhadap emisi CO₂ dan telah menyebabkan masih banyak lagi dampak negatif lainnya di seluruh dunia, seperti degradasi tanah, polusi udara dan air, konsumsi energi secara intensif, limbah buangan dan deforestasi. WorldWatch Institute memperkirakan bahwa 40 persen dari bahan baku dan konsumsi energi dunia diserap oleh bangunan, dan bahwa 55 persen dari pemotongan kayu untuk tujuan-tujuan selain bahan bakar adalah untuk konstruksi. Situasi ini turut bertanggung jawab terhadap permasalahan-permasalahan lingkungan seperti hujan asam, polusi udara, kehilangan keanekaragaman hayati dan habitat bagi spesies hewan dan tumbuhan, deforestasi, serta aliran beracun dari tambang dan limbahnya.⁴ Upaya pembangunan kembali dengan cara yang masif pada saat pasca bencana membutuhkan jumlah bahan bangunan yang luar biasa besarnya, dan oleh karenanya merupakan bagian dari permintaan global akan bahan baku. Masyarakat perlu untuk membangun ulang infrastruktur yang, meskipun dapat memakan waktu dalam hitungan dekade atau bahkan abad, akan tetapi harus dilakukan dalam kerangka waktu pemulihan yang jauh lebih singkat. Hal ini berarti akan ada permintaan yang sangat cepat dan intens akan bahan dan juga tanah dalam hal perlunya dilakukan relokasi

2 du Plessis, Chrisna. 2002. *Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries*. Pretoria, Afrika Selatan: Bangunan dan Teknologi Konstruksi CSIR.

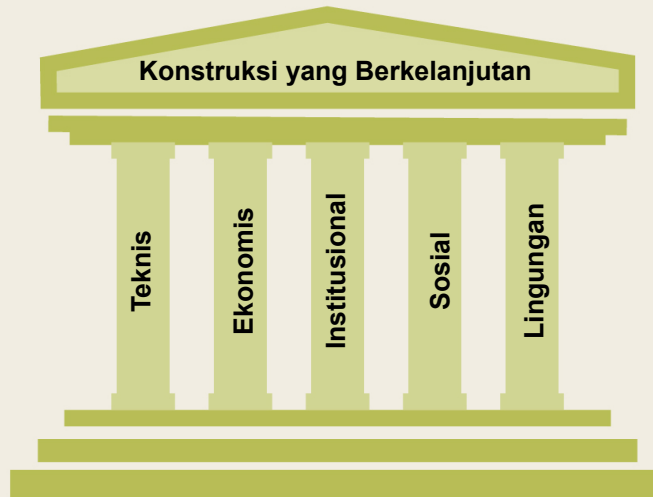
3 Kennedy, Joseph E., ed. 2004. *Building Without Borders: Sustainable Construction for the Global Village*. Gabriola Island, British Columbia: New Society Publishers.

4 Roodman, David M., dan Nicholas Lenssen. 1995. *A Building Revolution: How Ecology and Health Concerns Are Transforming Construction*. Paper Worldwatch No. 124, Washington, D.C.

perumahan. Apa yang selama ini berjalan dengan laju yang berkelanjutan dalam ekstraksi mineral, pasir atau tanah liat sebelum terjadinya bencana, berpotensi untuk menjadi tidak lagi berkelanjutan pada tahun-tahun pasca terjadinya bencana, khususnya jika tujuannya adalah untuk membangun kembali infrastruktur pada tingkat yang sama dengan apa yang sudah pernah ada sebelumnya.

Menurut seorang pekerja kemanusiaan yang familier dengan upaya-upaya melakukan pembangunan kembali pasca tsunami 2004 di Sri Lanka:

“(Kami) menjadi saksi atas terjadinya kerusakan yang lebih dahsyat dalam upaya rekonstruksi yang dilakukan ketimbang bencana tsunami itu sendiri, khususnya pembukaan bakau dan penambangan bukit pasir yang dilakukan secara serampangan, serta pembuangan puing-puing dengan cara yang tidak semestinya sehingga menyebabkan kontaminasi air dan terhambatnya kanal buang.”⁵



Sebagian dari sejumlah besar tantangan yang menghadang para manajer proyek dalam konstruksi yang berkelanjutan dapat termasuk pemilihan dan penyediaan bahan-bahan bangunan dengan cara yang tepat, pembuatan rancangan yang efektif dari segi biaya, pengidentifikasian dan penerapan praktik-praktik konstruksi yang tepat dari segi lingkungan, dan terwujudnya penerimaan dan rasa memiliki dari masyarakat. Selain itu, manajer proyek dalam situasi pasca bencana sering kali menghadapi tekanan yang besar, baik dari segi waktu maupun biaya yang dikeluarkan, dikarenakan pihak donor maupun publik pada umumnya menghendaki hasil yang relatif instan. Tekanan untuk mampu bergerak cepat tersebut sejatinya bertentangan dengan pertimbangan konstruksi yang berkelanjutan. Meski demikian seperti dijabarkan dalam modul ini, perencanaan yang lebih baik tidak mesti berarti harus lebih lambat atau memakan sumber daya yang lebih

5 Channa Banbaradeniya, IUCN Sri Lanka. Komunikasi personal. Sebagaimana dikutip dari: Sudmeier-Rieux, K., H. Masundire, A. Rizvi, S. Rietbergern. 2006. *Ecosystems, Livelihoods and Disasters: An integrated approach to disaster risk management*. Gland, Switzerland: IUCN.

besar. Sebab faktanya adalah, konstruksi yang berkelanjutan dari segi lingkungan akan menghemat sumber daya dan melindungi masyarakat pada jangka waktu yang lama.

Kerangka kerja yang lazim untuk mempertimbangkan berbagai macam komponen penyusun konstruksi yang berkelanjutan adalah pendekatan 'lima pilar'⁶ yang meliputi hal-hal berikut.

Teknis. Persoalan-persoalan teknis dari konstruksi yang berkelanjutan menghendaki adanya solusi yang praktis, kuat, dan layak dilakukan secara teknis. Tujuannya untuk membangun struktur bangunan yang tahan lama, dapat diandalkan, dan fungsional, serta mengusahakan untuk bisa memastikan kualitas dalam menciptakan suatu lingkungan yang terdapat bangunan di dalamnya.

Ekonomis. Perhatian terhadap upaya-upaya konstruksi berkelanjutan terkait aspek ekonomi meliputi kebutuhan akan solusi-solusi yang berbiaya efektif dan memastikan keterjangkauan secara finansial bagi para penerima manfaat, dorongan terhadap lapangan pekerjaan untuk mendukung pencaharian, penyeleksian para penyuplai dan kontraktor yang bertanggung jawab dari segi lingkungan, serta penanaman modal sosial dan modal yang dihasilkan melalui kerja (*human-made capital*) untuk memaksimalkan transfer pengetahuan.

Institusional. Titik fokus pada bidang kelembagaan meliputi dipastikannya perumusan dan penegakan peraturan perundang-undangan yang sejalan dengan dukungan terhadap keberlanjutan. Selain itu, yang juga harus dipastikan adalah adanya dukungan, pelibatan, dan pembiayaan terhadap lembaga-lembaga yang bertanggung jawab dalam melindungi lingkungan, serta bahwa lembaga-lembaga tersebut memiliki kecakapan dalam menjalankan tugas-tugasnya.

Sosial. Perhatian dalam bidang sosial untuk konstruksi yang berkelanjutan meliputi peningkatan kualitas hidup manusia, fasilitasi terhadap perencanaan konstruksi yang spesifik secara kultural, diusahakannya distribusi biaya sosial dan manfaat konstruksi secara merata (termasuk perhatian akan keadilan jangka panjang dan antar generasi).

Lingkungan. Aspek lingkungan yang berfokus kepada konstruksi yang berkelanjutan mencakup dipastikannya hal-hal berikut ini.

- Pertimbangan lingkungan (mencakup penilaian dampak lingkungan/AMDAL) yang digabungkan ke dalam seluruh aspek konstruksi.
- Proses pengambilan keputusan dalam konstruksi mendukung tindakan-tindakan yang meminimalkan dampak terhadap lingkungan dan ekstraksi sumber daya; mengurangi penggunaan energi, air, bahan, dan tanah; serta memilih sumber daya yang dapat diperbaharui ketimbang yang tidak. Proses konstruksi juga meminimalkan penggunaan bahan-bahan yang membawa potensi merusak/berbahaya (contohnya asbestos), dan bahan-bahan lainnya yang tidak dapat

6 Diadaptasikan dari:

Roseberry, Rachel. 2008. *A Balancing Act: An assessment of the environmental sustainability of permanent housing constructed by the international development community in post-disaster Aceh*. University of Sussex. United Nations Environment Programme (UNEP) dan Swiss Resource and Consultancies for Development (SKAT). 2007. *After the Tsunami: Sustainable Building Guidelines*.

dipergunakan kembali dan/atau tidak dapat terurai oleh lingkungan (*non-biodegradable*), yang dapat memberikan efek negatif terhadap lingkungan pasca bencana.

- Keragaman ekologis dikelola dan/atau dipulihkan kembali.

Konsep-konsep yang disebutkan di sini berlaku pada semua jenis bangunan, termasuk sekolah, pusat kesehatan, pusat masyarakat, bangunan-bangunan peribadatan, pasar, dan *shelter* perlindungan. Yang terakhir (*shelter*) adalah yang paling banyak mengaplikasikan konsep tersebut dalam skenario pemulihan dari bencana. Tergantung pada persyaratan-persyaratan dan fungsi masing-masing jenis bangunan secara spesifik, perbedaan jenis bangunan dapat menghadirkan tantangan yang berbeda pula jika konteks yang hendak dicapai adalah keberlanjutan dari segi lingkungan. Sebagai contoh, pusat kesehatan harus mengatasi persoalan limbah medis selama pengoperasian dan perawatannya. Meskipun sebagian besar dari konsep-konsep yang dijelaskan dalam modul pelatihan ini juga dapat berlaku bagi konstruksi jenis-jenis infrastruktur lainnya seperti sistem air dan sanitasi serta jalan raya, fokusnya di sini adalah bangunan. Dan walaupun kami mengakui bahwa pemahaman yang komprehensif terhadap konstruksi berkelanjutan membutuhkan adanya pertimbangan terhadap kelima pilar perhatian/fokus di atas, akan tetapi modul pelatihan ini hanya fokus pada pilar lingkungan.

Bagian berikut ini membahas mengenai prinsip-prinsip konstruksi yang berkelanjutan dari segi lingkungan secara lebih jauh dan mendetail. Poin kuncinya diringkas dalam kotak di bawah ini.

PRINSIP-PRINSIP KUNCI DALAM KONSTRUKSI YANG BERKELANJUTAN DARI SEGI LINGKUNGAN

- Pertimbangkanlah secara aktif siklus usia bahan-bahan bangunan, termasuk biaya ekonomis dan biaya lingkungan (untuk informasi tambahan, lihat Modul 5: Panduan Berwawasan Lingkungan untuk Bahan dan Rantai Suplai).
- Pergunakan bahan-bahan dan sumber daya yang ada selama memungkinkan.
- Keputusan terkait pencarian sumber dan pengadaan bahan harus mempertimbangkan kelayakan lokal terhadap bahan, legalitas, biaya, jarak pengangkutan, dan dampak terhadap lingkungan (untuk informasi tambahan, lihat Modul 5).
- Rentang usia bangunan, berbagai penggunaannya, serta fleksibilitasnya harus dipertimbangkan secara aktif dalam rancangan bangunan.
- Rancangan bangunan harus mampu menjawab variabilitas iklim dan efisiensi energi.
- Penggunaan bangunan pada umumnya menghasilkan bahan buangan padat. Oleh karena itu, hal ini harus turut dipertimbangkan dalam rancangan dan perawatan bangunan.
- Pemilihan lokasi harus mempertimbangkan ketersediaan sumber daya air tawar. Proses rancangan harus mempertimbangkan cara-cara untuk mengurangi limbah bangunan dan meminimalisasi polusi terhadap air.
- Partisipasi masyarakat dan analisis praktik-praktik pembangunan yang ada merupakan hal penting untuk keberhasilan dalam konstruksi bangunan dan minimalisasi dampak dan limbah/buangan ke lingkungannya.

STUDI KASUS: REKONSTRUKSI YANG BERKELANJUTAN DARI SEGI LINGKUNGAN MEMBERIKAN MANFAAT KEPADA KORBAN YANG SELAMAT DARI GEMPA BUMI 1999 DI KOLOMBIA

Pasca bencana gempa bumi besar di Kolombia tahun 1999, upaya rekonstruksi yang signifikan dibutuhkan di wilayah-wilayah perkebunan kopi yang memiliki peran vital bagi negara tersebut. Sebagai bagian dari upaya ini dan dengan pendampingan dari LSM yang bekerja di bidang pemulihan, Bank Dunia mempergunakan suatu kerangka kerja partisipatif masyarakat untuk menyusun suatu rencana pengelolaan lingkungan (di Indonesia dikenal dengan RKL) untuk memandu proses rekonstruksi. Staf proyek yang berbasis di Kolombia menyusun suatu rencana yang berfokus pada lima titik utama dampak, yaitu: penghancuran, pengendalian erosi, pengangkutan bahan-bahan konstruksi, pengelolaan bahan-bahan buangan, dan keamanan bagi masyarakat. RKL tersebut dimaksudkan untuk memastikan bahwa seluruh fase dalam proses rekonstruksi mendukung penggunaan sumber daya alam secara berkelanjutan. Proyek tersebut meninggalkan beberapa pembelajaran kunci mengenai pentingnya konstruksi berkelanjutan sebagai berikut.

- Pembuangan puing-puing sisa bencana pada tahap awal memungkinkan untuk dilakukannya daur ulang bahan untuk keperluan pembangunan kembali, sehingga akan menghilangkan baik kebutuhan akan banyak bahan baru yang mahal harganya maupun potensi dampak yang serius terhadap lingkungan alam yang ada di sekelilingnya.
- Rekonstruksi dapat dipergunakan untuk meningkatkan kondisi lingkungan untuk waktu yang lama, yang menurunkan risiko kerusakan di masa yang akan datang. Sebagai contoh, perhatian yang diberikan untuk memperbaiki dan meng-*upgrade* jalur air dan selokan untuk menghilangkan kebocoran akan memberikan keberlanjutan suplai air untuk jangka panjang yang memberikan manfaat baik bagi masyarakat maupun lingkungannya.
- RKL juga dipergunakan untuk mengarustengahan pengurangan risiko bencana menjadi perencanaan tata guna lahan. Dengan disusunnya rencana tata guna lahan yang dibuat oleh proyek tersebut, ada lebih dari 13.226 rumah dan infrastruktur yang bisa direlokasi dari wilayah yang memiliki tingkat kerawanan tinggi akan bencana.
- Penerapan RKL tersebut memungkinkan bagi munculnya pertimbangan keberlanjutan selama seluruh proses rekonstruksi yang dilakukan, dari penentuan lokasi hingga penyelesaian proyek.

Proyek tersebut memperoleh penghargaan Sasakawa untuk Pengurangan Bencana dari PBB sebagai pengakuan terhadap peranan rencana pengelolaan lingkungannya dalam mengurangi paparan/kontribusi kegiatan manusia terhadap terjadinya bencana. Keberhasilan proyek ini menunjukkan bagaimana suatu proses rekonstruksi dapat yang dipandu oleh komitmen kuat terhadap nilai-nilai yang berkelanjutan sedari awal hingga selesainya dapat menuai hasil positif baik untuk masyarakat maupun lingkungannya.

Sumber: Bank Dunia. 2000. *Colombia Earthquake Recovery Project*.

3.2 Rancanglah untuk Meningkatkan Efisiensi Bahan

Permintaan yang intensif akan bahan baku dalam kegiatan rekonstruksi pada akhirnya membawa dampak terhadap lingkungan dan masyarakat yang bergantung kepadanya. Menurut penulis *The Ecology of Building Materials*, industri bangunan adalah pengonsumsi bahan-bahan baku terbesar di dunia pada saat ini setelah produksi pangan. Para staf bantuan kemanusiaan yang terlibat dalam konstruksi bangunan memerlukan berbagai bahan bangunan untuk bisa menyelesaikan pekerjaannya, terlepas dari apakah yang kegiatan konstruksinya berupa pendirian *shelter* perlindungan sementara bagi orang-orang yang kehilangan tempat tinggalnya, pembangunan kembali suatu pusat kesehatan atau sekolah, atau pemasangan sistem sanitasi. Beberapa dari bahan-bahan ini adalah **aluminium** untuk atap dan bagian-bagian kerangka; **batu** untuk kerangka dan dinding; **minyak fosil** untuk tar, lilin, cat dan plastik; dan **tanaman** (contohnya jerami dan kayu) untuk bagian kerangka, dinding dan pintu; serta masih banyak lagi lainnya. Untuk dapat memastikan bahwa upaya pemulihan pasca terjadinya suatu bencana tidak malah membuat masyarakat menjadi lebih rentan, maka para staf yang terlibat di dalam rancangan bangunan harus memastikan bahwa bahan-bahan yang mereka pilih memanfaatkan peluang untuk memaksimalkan performa proyek mereka terkait dengan lingkungan.

Rancangan yang berkelanjutan harus mempertimbangkan tidak hanya dampak langsung dari suatu bahan tertentu, akan tetapi juga potensi akan terjadinya dampak-dampak jangka panjang pada masing-masing tahap dalam siklus usia bahan yang bersangkutan. Siklus usia dari suatu bahan bangunan mengacu kepada berbagai tahapannya, mulai dari ekstraksi atau pengambilan dari alam terhadap bahan mentah hingga pemrosesan, pengangkutan dan pengemasannya, kemudian dilanjutkan lagi dengan penggunaannya kembali, daur ulang, atau pembuangannya. Pemahaman terhadap siklus usia suatu bahan bangunan merupakan bagian kunci dari pemahaman terhadap konsekuensi yang terjadi pada lingkungan yang disebabkan oleh pilihan bahan yang dipergunakan dan kemampuan dalam mengambil keputusan yang akan meningkatkan performa suatu bangunan terkait dengan lingkungannya. Diskusi yang lebih mendetail terhadap topik ini dicakup di dalam Modul 5: Panduan Berwawasan Lingkungan bagi Bahan-Bahan dan Rantai Suplai. Diskusi singkat disajikan di bawah ini, karena pilihan bahan merupakan suatu aspek kunci dalam rancangan yang berkelanjutan, bersama dengan konsep-konsep lainnya seperti perancangan untuk iklim, efisiensi energi, serta sistem air dan pembuangan.

Penggunaan dan penggunaan kembali bahan-bahan yang ada secara kreatif masih merupakan sumber daya yang sebagian besarnya belum dimanfaatkan. Padahal sumber daya ini menawarkan banyak potensi, khususnya dalam konteks pasca bencana. Ketika para perancang bangunan mencoba untuk melaksanakan praktik-praktik konstruksi yang berkelanjutan, maka menjadi sangat penting sedari awalnya untuk membuat keputusan rancangan yang mendasar mengenai apakah bahan-bahan yang ada pada saat itu akan dipergunakan/dipergunakan kembali atau tidak, dan bagaimana caranya.⁷ Keputusan untuk memanfaatkan sumber daya yang ada tersebut harus didasarkan atas 1) integritas rangka struktural; 2) apakah bahan-bahan tersebut menjadi suatu potensi yang berbahaya bagi kesehatan; 3) nilai ekonomisnya; dan 4) penerimaannya

⁷ Halliday, Sandy. 2008. *Sustainable Construction*. Oxford: Elsevier.

secara kultural. Informasi tambahan mengenai penggunaan kembali dan daur ulang bahan bangunan dimuat dalam Modul 5: Panduan Berwawasan Lingkungan bagi Bahan-Bahan dan Rantai Suplai. Sementara, sebagaimana dicatat di dalam Sphere Project:⁸

“Yang harus diidentifikasi adalah para pengguna, laju ekstraksi dan regenerasi, serta kepemilikan atau penguasaan secara adat atas sumber-sumber daya ini. Sumber-sumber suplai alternatif atau pelengkap dapat... mengurangi segala dampak buruk jangka panjang apapun terhadap lingkungan setempat. Sumber-sumber ganda dan penggunaan kembali bahan-bahan yang masih bisa diselamatkan, bahan-bahan alternatif dan proses produksi (seperti penggunaan bata press) harus dijelaskan secara spesifik, bersama dengan penerapan praktik-praktik berkelanjutan seperti program yang berfungsi sebagai pelengkap dalam penanaman kembali atau regenerasi.”

PERMASALAHAN DAN SOLUSI DI ACEH, INDONESIA, PASCA BENCANA TSUNAMI TAHUN 2004

Pasca terjadinya bencana alam Tsunami Laut Hindia, permintaan akan bahan-bahan baku di Aceh, Indonesia, menjadi sangat tinggi. Kayu dan sumber-sumber daya alam lainnya yang disediakan secara lokal (seperti pasir, kerikil, batu dari pegunungan, tanah liat dan gamping) diekstrak pada tingkat yang belum pernah terjadi sebelumnya. Dalam rangka untuk meminimalisasi terjadinya ekstraksi secara melampaui batas (*over extraction*) terhadap suatu sumber daya, beberapa institusi mengubah rancangan rumah dan memvariasikan penggunaan bahan-bahan.

Dalam suatu proyek perumahan yang dibiayai oleh Palang Merah Jerman, para perempuan setempat memproduksi dan mempergunakan batako (yaitu sejenis bata yang terbuat dari batu gamping, pasir, dan semen, yang semuanya dicampur dan dipres bersama-sama hingga kering di bawah terik matahari) melalui proyek pengembangan usaha yang dirancang oleh organisasi-organisasi mitranya. Para pemangku kepentingan dalam proyek tidak lagi mempergunakan kayu dalam proyek konstruksi rumah yang mereka jalankan, dan sebagai gantinya mempergunakan batako untuk menghindari penggunaan tanah liat untuk batu bata dan bahan bakar kayu yang diperlukan dalam pembuatannya.

Namun demikian, adalah penting untuk mencatat bahwa manakala melakukan pergantian antara jenis-jenis bahan bangunan yang berbeda, maka selain dari sifat berkelanjutan dari segi lingkungan, adalah sangat penting untuk memastikan bahwa bahan-bahan bangunan yang baru tersebut mampu memenuhi segala karakteristik mendasar yang diperlukan untuk penggunaan dalam jangka panjang. Sebagai contohnya, penerimaan lokal, resistensi terhadap bahaya, ketahanan dan efektivitasnya dari segi biaya. Dalam beberapa contoh, kayu bisa memiliki kelebihan-kelebihan tertentu ketimbang batako/bata di

8 Sphere Project. 2004. *Minimum Standards in Shelter, Settlement and Non-food Items*. Buku Pegangan Sphere. Geneva: Oxfam Publishing.

wilayah-wilayah dengan tingkat bahaya seismik yang tinggi.

Selain itu, adalah penting juga untuk memastikan bahwa para pekerja bangunannya memiliki pengetahuan dan keahlian yang memadai dalam mempergunakan bahan baru tersebut. Hal ini karena penggunaan batako/bata atau beton yang diperkeras, membutuhkan teknik yang spesifik untuk mengendalikan kualitas bahan dan praktik konstruksinya jika bangunan yang akan dibuat dikehendaki untuk tahan gempa.

Sumber: Roseberry, Rachel. 2008. *A Balancing Act: An assessment of the environmental sustainability of permanent housing constructed by the international development community in post-disaster Aceh*. University of Sussex.

Dari perspektif desain/perancangan, ada bermacam-macam opsi yang dapat dipertimbangkan oleh manajer proyek untuk memaksimalkan efisiensi pemilihan bahan. Hal ini meliputi berikut ini.

3.2.1 Menolak untuk Membangun

Ini mengacu pada keputusan rancangan untuk tidak melakukan pembangunan, yaitu pekerjaan yang dianggap oleh manajer proyek sebagai hal-hal yang tidak penting atau tidak diinginkan, apapun alasannya. Sebagai alternatif, manajer proyek dapat membuat proyek yang memanfaatkan penggunaan bangunan-bangunan yang ada, seperti mencoba mencari pusat pelatihan baru yang berlokasi di dalam bangunan pemerintah yang ada atau mendukung relokasi masyarakat ke rumah-rumah milik anggota keluarganya.

3.2.2 Mengurangi Penggunaan Sumber Daya

Keputusan dalam perancangan untuk mengurangi jumlah sumber daya yang dipergunakan dalam proyek konstruksi tersebut haruslah dipertimbangkan, dengan catatan bahwa hal ini didasarkan pada pertimbangan bahwa pengurangan tersebut tidak akan menurunkan kualitas dari solusi rancangan yang baik. Peluang untuk mengurangi persyaratan terhadap ruang dan bahan atau unsur-unsur bangunan lainnya yang spesifik, juga harus dipertimbangkan.

3.2.3 Membangun dengan Ukuran Bahan Standar

Bangunan dengan ukuran bahan standar akan mengurangi baik jumlah bahan yang terbuang dan biaya bahan selama memungkinkan. Alasannya, karena kebutuhan akan pemotongan, pengubahan, atau pembuatan bahan oleh pekerja konstruksi akan banyak berkurang. Bangunan dengan ukuran bahan standar diawali dengan perencanaan dan rancangan bangunan.⁹

9 Glavinich, Thomas E. 2008. *Contractor's Guide to Green Building Construction: Management, Project Delivery, Documentation, and Risk Reduction*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

3.2.4 Penggunaan Kembali Bahan

Keputusan perancangan untuk mempergunakan kembali komponen yang masih tersedia dalam bentuknya yang tidak diubah dan untuk fungsi yang serupa harus dipertimbangkan. Contohnya adalah penggunaan kembali batu bata juga sebagai batu bata atau terpal biru untuk atap. Konsep kunci dalam ekologi industri adalah bahwa 'bahan buangan' harus dilihat tidak sebagai sampah, akan tetapi justru sebagai sumber daya yang sedang berada tidak pada tempatnya, sehingga belum sepenuhnya mencapai potensinya. Perancangan untuk penggunaan kembali membutuhkan pertimbangan bahan dan teknik untuk memasang bahan-bahan tersebut sehingga akan memungkinkan penggunaan kembali dan penggantian komponen-komponennya, baik secara sebagian maupun seluruhnya. Faktor-faktor dalam keputusan mencakup kemudahan dan profitabilitas: yaitu komponen-komponen dimaksud haruslah dalam kondisi layak untuk dipergunakan kembali untuk membuka ruang bagi pasar barang-barang bekas untuk berkembang. Selain itu, penggunaan kembali haruslah cukup mudah agar bisa menghasilkan keuntungan. Contoh yang baik untuk ini adalah penggunaan adukan semen dari gamping yang memungkinkan penggunaan kembali batu bata, padahal penggunaan kembali batu bata yang disambungkan dengan adukan semen sering kali sangat sulit dan biayanya tidak efektif.

Dalam situasi pasca bencana, penggunaan kembali puing bekas bencana adalah hal yang lazim. Contohnya perahu kayu yang rusak dapat dipergunakan kayunya untuk bahan bangunan. Balok-balok dari semen dapat dipergunakan sebagai isian. Dengan mendukung penggunaan kembali bahan-bahan di dalam konstruksi bangunan, manajer proyek juga dapat menyediakan peluang ekonomis untuk masyarakat korban bencana dengan menciptakan pasar bagi pembongkaran struktur bangunan yang ada dan penggunaan kembali bahan-bahannya. Penggunaan bahan-bahan lokal dan arsitektur yang khas dari daerah tersebut (metode konstruksi dapat mempergunakan sumber daya yang tersedia secara lokal beserta cara sesuai tradisi masyarakat setempat) sering kali menjadi standar pegangan. Sebagai hasilnya, bangunan sering dibangun sedemikian rupa sehingga dapat dibongkar kembali nantinya dan komponen-komponennya pun bisa dipergunakan kembali. Praktik-praktik dalam pembongkaran bangunan dapat menawarkan suatu sumber bahan yang berkualitas tinggi untuk membantu di dalam peningkatan kualitas hidup. Jika yang dipilih adalah mempergunakan kembali bahan-bahan, maka harus diberikan perhatian khusus untuk memastikan bahwa bahan-bahan tersebut memiliki kualitas yang cukup tinggi agar bisa dipergunakan untuk konstruksi yang mampu bertahan lama. Alasannya, kekuatan bahan-bahan tersebut bisa berkurang dikarenakan penggunaan harian atau dampak bencana. Proses untuk menilai jumlah puing bekas bencana yang masih tersedia, serta biaya pengangkutan dan pemrosesan untuk bahan-bahan ini harus dipertimbangkan dalam penganggaran proyek.

Daur ulang dan penggunaan kembali dapat difasilitasi dengan sangat baik jika para perencana *shelter* perlindungan darurat atau sementara bisa merancang pembongkaran yang mudah dilakukan. Struktur bangunan rumah sementara harus dirancang sedemikian rupa sehingga memungkinkan penggunaan kembali bahan-bahan yang ada untuk proyek konstruksi perumahan. Charles Kibert mengusulkan 'prinsip rancangan untuk pembongkaran kembali'¹⁰ sebagai berikut:

10 Kibert, Charles J. 2003. *Deconstruction: the start of a sustainable materials strategy for the built environment*. Industri dan Lingkungan UNEP, April-Juni: 84-89.

- ☐ gunakan bahan-bahan yang sudah maupun dapat didaur ulang;
- ☐ minimalisasi jumlah jenis bahan;
- ☐ hindari penggunaan bahan yang beracun dan berbahaya;
- ☐ hindari bahan-bahan campuran dan satukan produk-produk dari bahan yang sama;
- ☐ hindari penyelesaian sekunder/tambahan untuk bahan;
- ☐ berikan identifikasi standar dan permanen untuk jenis-jenis bahan;
- ☐ minimalisasi jumlah jenis komponen yang berbeda;
- ☐ pergunakan penghubungan mekanis, bukan dari bahan kimia;
- ☐ pergunakan sistem bangunan terbuka dengan bagian-bagian yang bisa ditukar satu sama lain;
- ☐ pergunakan desain/rancangan modular;
- ☐ pergunakan teknologi pemasangan yang kompatibel dengan praktik konstruksi standar;
- ☐ pisahkan struktur/rangka bangunan dari dinding luar;
- ☐ sediakan akses kepada semua komponen bangunan;
- ☐ rancanglah komponen-komponen yang ukurannya dapat ditangani pada semua tahap;
- ☐ sediakan komponen-komponen yang bisa dipegang selama pemasangan dan pembongkaran;
- ☐ berikan toleransi secukupnya untuk pembongkaran;
- ☐ minimalisasi jumlah pengencang dan penghubung;
- ☐ minimalisasi jumlah jenis-jenis penghubung;
- ☐ rancanglah sambungan dan penghubung agar tahan terhadap pemasangan dan pembongkaran berulang kali;
- ☐ rancang untuk bisa melakukan pembongkaran paralel;
- ☐ berikan identifikasi permanen untuk tiap komponen;
- ☐ pergunakan lembar bergaris (*structural grid*) standar untuk gambar bangunan;
- ☐ pergunakan bagian sub rakitan yang sudah dibuat di pabrik;
- ☐ pergunakan bahan-bahan dan komponen yang ringan;
- ☐ identifikasi secara permanen titik-titik untuk pembongkaran;

- ☐ sediakan suku cadang dan tempat penyimpanannya; dan
- ☐ simpan informasi bangunan dan proses pemasangannya.

3.2.5 Bahan-bahan Daur Ulang

Daur ulang berarti melebur, menghancurkan, atau setidaknya mengubah suatu komponen dan memisahkannya dari bahan-bahan lainnya yang awalnya satu bagian dengannya ketika diproduksi. Komponen tersebut kemudian masuk kembali ke dalam proses pembuatan sebagai bahan baku. Contohnya antara lain adalah balok beton ringan yang dibuat menjadi bahan agregat, pengubahan dari plastik berkualitas tinggi menjadi pot bunga hasil daur ulang, atau daur ulang terhadap logam. Manajer proyek harus mempertimbangkan penggunaan bahan bangunan dengan kandungan hasil daur ulang selama memungkinkan untuk mengurangi permintaan akan sumber daya alam dan dampak proyek tersebut terhadap manusia dan lingkungan. Sebagai contoh, abu terbang dari pembangkit listrik berbahan bakar batu bara dapat digabungkan ke dalam produksi semen. Saat memilih bahan-bahan bangunan, mungkin para perancang proyek juga perlu mempertimbangkan bagaimana rancangannya dapat mendukung daur ulang di masa depan terhadap bahan-bahan tersebut setelah bangunan tersebut tidak lagi dibutuhkan. Suatu keputusan perancangan untuk mendaur ulang komponen bangunan secara keseluruhan maupun sebagiannya harus dipertimbangkan seandainya tidak dapat dipergunakan dengan mudah.

TIGA TINGKATAN DALAM DAUR ULANG

Penggunaan kembali: Penggunaan seluruh komponen yang ada dalam bentuk yang sebagian besarnya tidak berubah dan untuk fungsi yang serupa. Contohnya adalah penggunaan kembali batu bata untuk dipergunakan juga sebagai batu bata.

Daur Ulang: Peleburan atau penghancuran komponen beserta pemisahannya menjadi bahan-bahan penyusun aslinya, yang kemudian masuk kembali ke dalam proses pembuatan sebagai bahan baku.

Pemulihan: Pembakaran produk yang sudah dihancurkan untuk menghasilkan energi. Kegunaannya bahan baku tersebut sebagai sumber daya menjadi hilang, dan hanya kandungan energinya saja yang dipulihkan.

Sumber: Berge, Bjørn. 2009. *The Ecology of Building Materials*, Edisi Kedua. Oxford: Architectural Press.

MENDAUR ULANG PUING-PUING BEKAS BENCANA

Bagaimana cara suatu masyarakat dalam mengelola puing-puing bekas bencana bergantung pada jenis-jenis puing yang dihasilkan dan opsi pengelolaan bahan buangan yang tersedia. Banyak masyarakat yang menemukan cara efektif untuk menyelamatkan, mempergunakan kembali dan mendaur ulang semua macam puing hasil bencana. Tanah, bahan buangan dari tanaman, serta bahan-bahan dari konstruksi dan penghancuran bangunan dapat didaur ulang atau dijadikan kompos sehingga berubah menjadi komoditas yang bermanfaat. Sebagai contohnya:

- Bahan buangan dari tanaman seperti pepohonan dan semak-semak dapat 'didaur ulang' menjadi bahan organik yang bernilai, seperti misalnya kompos atau serutan kayu untuk tanaman.
- Beton dan aspal dapat dihancurkan dan dijual untuk dipergunakan sebagai basis pembangunan jalan raya.
- Logam dapat didaur ulang dan dijual oleh pedagang besi rongsok.
- Batu bata dapat dijual untuk dipergunakan kembali atau bagian tanah dapat untuk dijadikan aplikasi penataan lingkungan (*landscaping*).
- Kotoran tanah/lumpur dapat dipergunakan sebagai tutupan tempat buangan sampah atau sebagai unsur hara bagi petani.

Keuntungan mendaur ulang puing bencana meliputi berikut ini.

- Pemulihan sejumlah besar bahan untuk dipergunakan kembali.
- Pengurangan beban berupa sejumlah besar bahan bagi tempat pembuangan sampah lokal.
- Penghematan uang dengan dihindarinya biaya pembuangan dan melalui penjualan kembali bahan-bahan.

Sumber: U.S. Environmental Protection Agency. 2008. *Planning for Natural Disaster Debris*.

3.2.6 Memperbaiki Infrastruktur yang Ada

Suatu konsekuensi yang lazim dalam bencana adalah sejumlah besar bangunan yang meskipun rusak, akan tetapi masih bisa dijumpai di lokasi bencana. Perlu diambil keputusan terkait perlu tidaknya memperbaiki infrastruktur yang telah ada sebelumnya serta bagaimana keputusan tersebut dijalankan. Banyak orang yang memperbaiki rumah-rumah mereka sendiri tanpa bantuan. Faktor keputusan kunci meliputi keamanan, kemudahan dan biaya struktur bangunan. Strategi yang dijalankan untuk melestarikan sumber daya dan mengurangi permintaan akan sumber daya alam adalah dengan mengutamakan untuk memperbaiki infrastruktur yang ada, selama mungkin untuk dilakukan, ketimbang membangun kembali dengan semua bahan-bahan yang sama sekali baru.

3.2.7 Pulihkan Energi

Biaya dan manfaat dari apapun keputusan untuk membakar produk-produk yang telah dihancurkan untuk menghasilkan energi haruslah dipertimbangkan dengan seksama. Ini merupakan bentuk dari daur ulang 'tingkat rendah', karena bahan-bahan bakunya menjadi hilang dan yang bisa dipulihkan hanyalah energi yang tersimpan di dalamnya. Contohnya adalah bahan-bahan yang dibakar dalam suatu pembangkit untuk menghasilkan tenaga listrik, atau membakar kayu buangan di tungku/kompor. Faktor-faktor keputusan meliputi biaya pengangkutan dan tingkat racun yang dihasilkan bahan-bahan tersebut.

3.2.8 Pertimbangkan untuk Mencari Sumber dan Pengadaan bahan

Keputusan perancangan di seputar penggunaan bahan-bahan baru harus memasukkan pertimbangan mengenai apakah bahan tersebut berasal dari sumber yang berkelanjutan dari segi lingkungan. Pada kenyataannya, situasi pasca bencana dapat menyulitkan pencarian sumber bahan. Namun demikian, manajer proyek harus mengusahakan untuk mengadakan bahan-bahan dengan cara yang tidak menurunkan kualitas lingkungan ataupun mendatangkan dampak negatif bagi masyarakat lokal. Hal ini membantu para perancang proyek untuk memenuhi kaidah keharusan dalam bidang kemanusiaan, yaitu 'Jangan Merusak'. Keputusan dalam pencarian sumber dan penyediaan harus dipertimbangkan dalam kaitannya dengan kelayakan lokal dari bahan tersebut, legalitasnya, biaya, jarak pengangkutan, dan dampaknya terhadap lingkungan. Sebagaimana dijelaskan di dalam Sphere Project: *"Sumber ganda, bahan-bahan alternatif dan proses produksi, atau pengadaan bahan lintas negara atau juga dikenal dengan istilah sistem penyediaan non lokal [(proprietary shelter systems)] yang diperoleh dari suatu wilayah, baik nasional maupun internasional, adalah hal yang perlu untuk dilakukan jika pengambilan dan suplai bahan lokal berpotensi untuk menimbulkan dampak buruk pada ekonomi atau lingkungan setempat"*.¹¹ Untuk informasi lebih lanjut, lihat Modul 5 : Panduan Berwawasan Lingkungan untuk Bahan-Bahan dan Rantai Suplai.

11 The Sphere Project. 2004. *Minimum Standards in Shelter, Settlement and Non-food Items*. Sphere Handbook. Geneva: Oxfam Publishing.

3.3 Rancanglah sesuai Fleksibilitas dan Rentang Usia

Konstruksi yang berkelanjutan harus mempertimbangkan penggunaan struktur yang sudah ada sebelumnya dalam rancangan konstruksi. Hal ini mencakup, di antaranya, penggabungan bahan-bahan dari *shelter* perlindungan darurat atau sementara dalam konstruksi rumah-rumah permanen. Semenjak awal dari suatu bencana, manajer proyek harus mempertimbangkan rancangan-rancangan *shelter* perlindungan darurat atau rumah sementara yang mempergunakan komponen-komponen yang dapat dipergunakan kembali, sehingga mengurangi bahan-bahan yang terbuang dari modifikasi terhadap konstruksi. Lihat Standar 6 *Shelter* Perlindungan dan Pemukiman dalam Sphere Project (2004).

Ada suatu faktor kunci di dalam penggunaan struktur bangunan yang sudah ada sebelumnya, yaitu harapan terhadap siklus usia proyek. Sebagai contoh, jika rumah-rumah yang sedang dibangun diharapkan untuk bisa dipergunakan oleh banyak generasi, maka perancangnya harus mempergunakan sumber daya yang mendukung daya tahan, mengurangi persoalan-persoalan perawatan dan dapat diakses secara lokal. Di beberapa situasi, daya tahan mungkin perlu dipertimbangkan dari segi kemampuan untuk memperbaiki atau mengganti bahan-bahan atau elemen tertentu, ketimbang hanya panjangnya usia konstruksi awal semata. Dalam sejumlah aksi tanggap pasca bencana, telah terbukti bahwa tidak dipertimbangkannya siklus usia rumah berakibat mahal. Sebagai contohnya, dalam aksi tanggap bencana Tsunami dari Samudera Hindia tahun 2004:

[O]rganisasi-organisasi yang ada membangun rumah yang materialnya sebagian besar terdiri dari kayu, yang pada awalnya mereka maksudkan untuk bisa menjadi rumah permanen bagi para korban yang selamat dari tsunami. Dalam waktu setahun, ada banyak persoalan, termasuk kerusakan akibat rayap yang memecah dan menekuk kerangka kayunya, serta persoalan pengendalian kualitas lain yang ditemukan di sebagian besar rumah-rumah tersebut.¹² [CATATAN PENULIS: Persoalan tersebut bukan terkait dengan apakah kayu merupakan bahan yang ‘tahan lama’ atau ‘permanen’, dengan melihat contoh kuil-kuil di Jepang peninggalan abad ke empat belas, atau rumah era Tudor di Inggris yang masih bertahan hingga kini, akan tetapi kualitas kayu yang dipergunakannya. Permasalahan utamanya adalah bahwa banyak dari organisasi yang memberikan bantuan tersebut tidak sepenuhnya mengontrol kualitas atau menjaga kayu yang mereka pergunakan, dan bahwa Badan Rehabilitasi dan Rekonstruksi (BRR) selanjutnya malah menentukan bahwa semua rekonstruksi harus dilakukan dengan bahan batu.]

12 Roseberry, Rachel. 2008. *A Balancing Act: An assessment of the environmental sustainability of permanent housing constructed by the international development community in post-disaster Aceh*. University of Sussex.

3.4 Rancanglah sesuai Iklim

Kebanyakan bangunan dan kota hingga awal abad kedua puluh berkembang dengan cara yang responsif terhadap iklim, di mana rancangannya adalah supaya efisien secara ruang. Pemukiman-pemukiman tradisional yang ada di tengah iklim dingin menghindari bagian puncak bukit yang berangin serta bagian lembah yang dingin agar bisa mengurangi permintaan akan energi sekaligus meningkatkan kenyamanan. Dan di daerah dengan iklim hangat, pola yang terjadi adalah sebaliknya. Bangunan-bangunan tradisional cenderung untuk bersifat responsif terhadap iklim dengan memosisikan diri terpapar dengan sinar matahari dan angin hanya sebatas manfaat yang bisa diperoleh saja, dan jika tidak maka bangunan akan dilindungi dari kedua unsur tersebut. Wilayah-wilayah yang ternaungi, halaman, bagian yang mendapatkan sinar matahari, pepohonan dan semak-semak pada umumnya merupakan bagian dari strategi bangunan untuk beradaptasi secara pasif dengan iklim mikro dan aliran udara. Pada masa kini, ada ketergantungan yang semakin besar pada masukan energi artifisial. Sementara strategi khusus untuk perancangan terkait iklim justru dianggap kurang penting. Sejatinya perancangan terhadap iklim dapat menjadi strategi penting untuk perencanaan pembangunan pasca bencana agar bisa mengurangi permintaan akan energi, sekaligus meningkatkan level kenyamanan bangunan sebagaimana dijelaskan di bawah ini.

3.4.1 Orientasi terhadap Matahari

Orientasi terhadap matahari berkaitan dengan perubahan tahunan jalur matahari. Sebagian perancang tradisional memahami bahwa perubahan-perubahan musiman ini memungkinkan dibuatnya rumah yang dingin secara alamiah tatkala musim panas dan hangat di musim dingin. Rumah dengan orientasi yang baik dapat menurunkan biaya, sekaligus semakin meningkatkan kenyamanan dan mengurangi permintaan akan sumber daya alam.

PERANCANGAN TERKAIT VARIASI IKLIM DI TAMIL NADU, INDIA

Suatu studi yang dipublikasikan Institute for Applied Sustainability to the Built Environment (ISAAC) memperlihatkan pentingnya pengintegrasian pertimbangan lingkungan maupun kebudayaan ke dalam rekonstruksi pasca bencana. Setelah bencana tsunami tahun 2004, rumah-rumah masyarakat di Tamil Nadu, India, mengalami kerusakan berat. Menurut studi ini, penggantian yang dilakukan secara luas terhadap kerangka bangunan tradisional dengan semen beton yang diperkuat (*reinforced concrete cement/RCC*) merupakan pilihan yang keliru dalam rekonstruksi. Studi tersebut menguatkan bahwa penggunaan teknologi konstruksi modern seperti RCC meskipun sering kali dikatakan sebagai satu-satunya pilihan untuk rumah yang tahan terhadap bahaya ganda, mungkin bukan pilihan yang terbaik bagi rekonstruksi yang berkelanjutan. Pertimbangan analisis biaya, komponen rancangan bagi **adaptasi iklim** (desain atap, ventilasi, dsb.), dan dampak bahan terhadap lingkungan semuanya merupakan variabel teramat penting dalam rekonstruksi. Berdasarkan studi ini, direkomendasikan bahwa di Tamil Nadu, rumah dengan penutup dari kelapa dan jerami semestinya merupakan pilihan bangunan yang terbaik untuk menciptakan keberlanjutan ekonomi, **memperkuat kenyamanan terkait iklim**, dan mengurangi dampak terhadap lingkungan.

Sumber: Barenstein, Jennifer dan Daniel Pittet. 2007. *Post-disaster Housing Reconstruction: Current Trends and Sustainable Alternatives for Tsunami-affected Communities in Coastal Tamil Nadu*. Institute for Applied Sustainability to the Built Environment (ISAAC).

3.4.2 Modifikasi Lokasi

Suatu bangunan harus dibangun pada tempat yang memberikannya sinar matahari ketika musim dingin, angin yang lembut, dan perlindungan dari angin kencang saat musim dingin. Walaupun suatu lokasi yang kurang ideal terpaksa dipergunakan untuk konstruksi, maka lokasi tersebut sering kali dapat ditingkatkan kondisinya melalui penataan lanskap. Pohon-pohon yang memiliki naungan besar di sisi barat dan timur adalah yang paling penting. Pemecah angin dapat dipergunakan untuk menghalangi angin kencang dan udara yang membuat saluran menjadi dingin. Informasi tambahan mengenai modifikasi, perencanaan dan pengembangan lokasi dijelaskan di dalam Modul 4 GRRT: Panduan Berwawasan Lingkungan untuk Pemilihan dan Pembangunan Tempat yang Strategis.

PERUMAHAN RAMAH LINGKUNGAN DI SRI LANKA: PERHATIAN PADA TANAH DAN VEGETASI

Prioritas utama dalam Proyek Demonstrasi Perumahan Ramah Lingkungan Damniyangama adalah mengembalikan tutupan vegetasi yang tadinya sudah banyak yang dihancurkan. Penataan lanskap direncanakan untuk memaksimalkan ventilasi dalam ruangan, memberikan naungan, dan mendorong pendinginan melalui proses penguapan (evaporatif). Digunakan pula tanaman sebagai pemecah angin.

Pertimbangan lainnya mencakup pengurangan erosi tanah dan diselenggarakannya pertanian berbasis keluarga/tradisional (*subsistence farming*). Dipilihlah spesies-spesies pepohonan multi-tujuan yang memiliki nilai ekonomis. Pepohonan tersebut dipilih melalui kerja sama dengan masyarakat untuk menghindari potensi konflik. Saluran drainase dibangun sesuai dengan pola drainase yang ada untuk mencegah erosi tanah. Pola drainase yang ada pada saat itu tidak diubah. Limpasan dari wilayah konstruksi dialihkan melalui saluran drainase dengan dampak negatif kecil terhadap lingkungan.

Sumber: UNEP. 2006. *Eco-housing Guidelines for Tropical Regions*. Bangkok

3.4.3 Insulasi

Meskipun orientasi keruangan merupakan langkah pertama dalam perancangan yang baik, insulasi juga penting untuk menyimpan panas dari siang hari yang memiliki cukup cahaya matahari di musim dingin untuk malam harinya yang dingin. Sebagai contoh, dinding tebal berbahan lumpur cocok untuk iklim gurun yang kering dengan suhu yang tinggi di siang hari dan rendah di malamnya karena lambatnya kemampuan transfer panas pada bahan ini. Dinding dengan perpaduan jerami-tanah liat dan jerami saja juga memberikan insulasi yang sangat baik dan memungkinkan dipenuhinya kenyamanan yang sangat baik dan performa di tengah kondisi lingkungan yang ekstrem. Sebagai contoh, penggunaan bahan bakar untuk pemanas di Ulaan Bator, Mongolia, dihemat sebesar 50 hingga 70 persennya dengan penggunaan bangunan berbalut jerami jika dibandingkan dengan struktur bangunan konvensional.¹³ Di wilayah-wilayah yang penduduknya lebih miskin atau wilayah non-industrial, penggunaan dua buah jendela dengan satu lapisan kaca (*single-pane*) bersama-sama dapat memberikan insulasi tambahan, dengan memperkirakan pemasangan jendela dengan dua lapisan kaca. Tutupan jendela dan tirai yang diinsulasi juga dapat meningkatkan performa jendela.

Loteng atau atap yang diberikan pelapisan adalah sangat penting. Untuk bangunan di daerah iklim panas yang tidak berpendingin ruangan, lapisan pelindung suhu tidak boleh dipergunakan di dinding karena ini akan memerangkap panas di dalam bangunan tersebut. Pergunakan lapisan tambahan hanya untuk atap yang terpapar radiasi matahari secara langsung. Lindungi struktur bangunan dari panas berlebih dengan mempergunakan bahan lapisan yang tepat. Sebagai contoh, bahan *mineral wool* yang diikat dapat dipergunakan untuk pelapisan bagian langit-langit di bawah lantai. Bahan *mineral wool* yang diikat dengan

13 UNDP. *Energy-Efficient Straw-Bale Housing. East Asia: Mongolia*. Lembar Fakta 8 UNDP.

resin dapat diperoleh dalam bentuk slab (lembaran) maupun gulungan. Bahan-bahan ini tersedia dengan atau tanpa dilapisi dengan *aluminium foil*. Atau, alih-alih mempergunakan pelapisan atap, taman atap di wilayah atap yang terbuka, atau atap bernaungan bisa membantu mengurangi masuknya panas.¹⁴

3.4.3 Perlindungan dari Cuaca

Perlindungan dari cuaca adalah praktek perlindungan kepada bangunan dan interiornya, khususnya dari unsur-unsur cahaya matahari, hujan dan angin, serta pemodifikasian bangunan untuk mengurangi konsumsi energi dan mengoptimalkan efisiensi energi. Aliran udara adalah alasan setengah dari hilangnya panas di dalam bangunan yang, meskipun diberikan pelapis dengan baik, memiliki kebocoran. Idenya adalah untuk merancang suatu rumah dengan aliran udara yang terkendali, kapan dan di mana dikehendaki. Kualitas udara harus dipertimbangkan untuk bisa memastikan pertukaran udara yang baik. Contohnya jika memasak mempergunakan gas atau kayu di dalam rumah, maka harus dipastikan adanya ventilasi yang layak.

3.4.5 Massa Termal

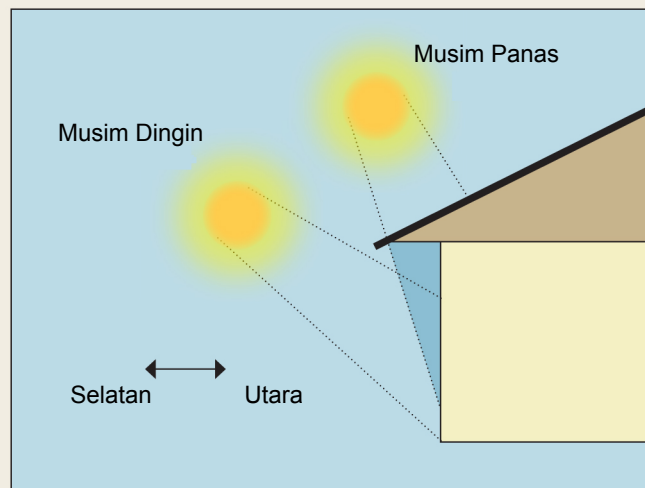
Massa termal adalah massa di dalam suatu bangunan (termasuk struktur dan perabotannya) yang dipergunakan untuk menyerap panas selama siang hari untuk kemudian dilepaskan pada saat bangunan mendingin di malam harinya. Bahan dengan massa termal yang tinggi adalah bangunan yang efisien dari segi energi. Sebagaimana telah disebutkan di atas, panas yang didapat dari siang hari yang memiliki cukup cahaya matahari di musim dingin dapat disimpan untuk malam harinya yang dingin. Untuk bisa melakukan hal demikian, maka diperlukan massa termal di dalam wadah yang memiliki lapisan pelindung yang baik. Sebagai contohnya, lapisan plester yang tebal di dinding berbalut jerami memberikan massa yang sangat besar, yang kemudian dapat diperbesar lagi dengan beton ekspose, bata lumpur (*adobe*), ataupun lantai bermassa tinggi, dudukan *adobe* (*banco*), batu, atau tangki air. Eternit ganda (dua lapis) membantu menyimpan panas di rumah berangka (*frame house*), sementara pada rumah-rumah tradisional, permukaan tembok atau partisi meningkatkan massa termal yang ada. Semakin banyak massa termal, semakin stabil pula temperatur suatu bangunan. Ini adalah alasan mengapa massa termal yang sama juga membantu menyimpan suhu dingin dari malam hari di musim panas untuk siangnya yang panas. Meski demikian, pelapisan bagian luar masih diperlukan untuk mencegah panas yang berlebihan pada musim panas dan kedinginan di musim dingin.

14 UNEP. 2006. *Eco-housing Guidelines for Tropical Regions*. Bangkok.

3.4.6 Ventilasi

Ventilasi yang baik merupakan hal penting untuk memastikan keberadaan udara segar, kesejukan demi kenyamanan, dan penghilangan panas dari struktur suatu bangunan. Suatu rancangan bangunan yang berventilasi baik harus mempertimbangkan iklim, bentang alam di sekelilingnya, dan vegetasi, serta pola angin dan aliran udara lingkungan setempat. Kesemua hal tersebut memberikan dampak bagi ventilasi bangunan. Ventilasi alami dapat terdiri dari dua jenis. Yang pertama disebabkan oleh tekanan angin, dan dampaknya tergantung pada arah dan kecepatan angin serta bentuk bangunan. Ventilasi tekanan angin dapat memberikan ventilasi yang berasal dari satu sisi saja ataupun secara bersilangan. Jenis kedua dalam ventilasi alami disebabkan oleh perbedaan kerapatan udara antara yang ada di dalam bangunan (yang lebih hangat) dengan di luar. Ini disebut 'efek tumpukan'. Jika udara yang ada di dalam lebih dingin, maka berlakulah 'efek tumpukan' yang arahnya berkebalikan dan akan membawa masuk udara hangat yang ada di luar.¹⁵

Penempatan jendela di posisi yang semestinya dan rancangan interior yang baik dapat menangkap aliran udara sejuk pada musim panas dan meningkatkan kenyamanan secara signifikan. Lubang angin tersaring yang diberikan lapisan luar bisa menjadi lebih ekonomis daripada jendela. Pintu dan jendela yang ditempatkan pada bagian depan dan belakang tiap-tiap rumah memanfaatkan penyejukan alami yang memungkinkan udara bergerak dari satu ventilasi masuk mengarah ke ventilasi keluarnya (*through draft cooling*). Bagian bukaan di dalam bangunan harus didistribusikan dengan baik dan ditempatkan pada sisi datangnya angin di tempat yang rendah. Sementara bukaan saluran keluar harus ditempatkan di sisi keluarnya angin. Aliran udara di dalam ruangan dapat ditingkatkan jika pintu dipotong satu atau dua inci di atas permukaan lantai, dan jika terdapat lubang udara dan jendela yang ditempatkan di atas pintu tersebut. Di iklim panas, lantai yang ditinggikan dan langit-langit tinggi dapat meningkatkan ventilasi dan kenyamanan. Udara sejuk untuk ventilasi dapat diambil dari wilayah bernaungan dekat permukaan tanah dan bisa juga dari penataan lanskap, yang cenderung untuk tetap lebih sejuk di tengah iklim yang panas.



15 UNEP. 2006. *Eco-housing Guidelines for Tropical Regions*. Bangkok.

3.4.7 Naungan

Orientasi dan naungan adalah kunci menjaga rumah tetap sejuk kala musim panas. Overstek dan/atau rumah naungan tanaman akan menahan terik matahari musim panas, akan tetapi membiarkan masuk sinar matahari musim dingin yang diinginkan. Rumah naungan tanaman, sirip vertikal, tutupan jendela, naungan, atau pepohonan dapat dipergunakan untuk menaungi jendela. Persoalan perancangan: jendela yang besar di tempat yang salah dapat membuat rumah menjadi tidak nyaman tanpa adanya pendingin udara (AC). Dan akhirnya jika para penghuninya harus mempergunakan AC, maka biaya pengoperasian rumah akan naik.

Informasi tambahan mengenai seleksi lokasi dan pembangunan dimuat di dalam Modul 4: Panduan Berwawasan Lingkungan untuk Pemilihan dan Pembangunan Tempat yang Strategis.

3.4.8 Persoalan-persoalan Spesifik terkait Iklim

Masing-masing jenis rancangan yang berbeda cocok untuk iklim yang berbeda pula, karena kebutuhan rumah dan naungan bervariasi tergantung pada iklimnya. Rumah, naungan, dan konstruksi lainnya harus dirancang dan didukung untuk menahan kondisi cuaca lokal yang paling buruk sekalipun. Variasi-variasi terkait musim memiliki dampak yang sangat besar pada jenis dan biaya struktur bangunan yang dibutuhkan.

Pertimbangkan persoalan-persoalan terkait iklim berikut ini.

Iklim panas-kering

Pemukiman: Di iklim panas-kering, naungan dari terik matahari adalah pertimbangan utama selama siang hari. Dingin juga menjadi perhatian dalam iklim panas-kering karena malamnya bisa tiba-tiba dingin, khususnya di daerah-daerah kering. Debu juga merupakan masalah, sehingga *shelter* perlindungan harus dirancang untuk menutup selama badai pasir. Jalan-jalan sempit dan pemukiman yang tertutup akan memaksimalkan naungan yang diciptakan oleh bangunan-bangunan. Sekumpulan bangunan ini mempergunakan massa termalnya untuk menjaga agar pemukiman tetap sejuk, dan dapat mengurangi debu yang beterbangan karena angin. Namun demikian, jika bangunan-bangunan tersebut ditempatkan terlalu berhimpitan, kebakaran dapat menyebar dengan lebih mudah, khususnya jika bangunan tersebut dibuat dari bahan-bahan yang mudah terbakar.

Bangunan: Massa termal dalam bangunan harus dipastikan dengan membangun dinding tebal dan atap dengan pelapis luar, sehingga membuatnya sejuk sepanjang siang hari dan tidak terlalu dingin ketika malamnya. Jika membangun dengan lembaran plastik, maka sediakanlah atap dengan dua kulit yang ventilasinya terletak di antara kedua lapisan tersebut untuk memperkecil radiasi panas. Pintu dan jendela harus diposisikan jauh dari arah angin yang bertiup, yang kemungkinan sifatnya sangat panas. Rumah-rumah tradisional sering kali ditempatkan dalam halaman tertutup yang menawarkan proteksi, naungan dan pagar untuk ternak. Pertimbangkan kemungkinan untuk memberikan naungan eksternal untuk kegiatan-kegiatan luar ruangan, tergantung pada konteks iklim dan budayanya.

Iklim panas-basah

Pemukiman: Di lingkungan yang basah, lokasi yang dipilih haruslah berada di atas dataran banjir dan tidak terletak di jalur sungai musiman maupun daerah genangannya saat pasang tahunan yang paling tinggi. Tempat miring yang ideal untuk suatu tempat pemukiman harus memberikan drainase yang layak selama musim penghujan, akan tetapi tidak terlalu curam sehingga mengancam kestabilan bangunan. Di iklim panas-basah, pemukiman harus terbuka, dengan hunian-hunian pribadi yang berlokasi jauh terpisah satu sama lainnya untuk meningkatkan aliran udara. Pepohonan dan dedaunan harus dilestarikan selama memungkinkan agar bisa memberikan naungan.

Bangunan: Atap harus memiliki kemiringan atap yang cukup untuk pembuangan/pengaliran air hujan: di atas 30° untuk genteng dan rumbia normal, dan di atas 20° untuk seng bergelombang yang tersusun baik. Overstek yang besar membantu melindungi bagian yang terbuka dari kemasukan air selama musim penghujan. Harus disediakan bagian bukaan yang cukup untuk ventilasi dan konveksi udara, baik di dinding maupun atap. Akan tetapi harus dipastikan bahwa bahan-bahan tidak kebasahan dan membusuk. Bagian bukaan yang berukuran besar, pintu, dan jendela, merupakan keuntungan di iklim hangat-basah, selama bagian-bagian tersebut terproteksi secara efektif dari radiasi matahari, hujan dan serangga.¹⁶ Dengan meninggikan bangunan di atas kaki (seperti rumah panggung) sekurangnya 30 cm di atas tanah, maka hal tersebut akan memungkinkan pendinginan lantai dari bawah dan membantu mencegah permasalahan kelembaban. Ini juga memberikan perlindungan dari banjir di wilayah-wilayah rawan banjir.

Iklim dingin

Pemukiman: Variasi-variasi lokal terkait iklim harus dipertimbangkan saat mendirikan pemukiman. Sebagai contoh, angin dapat disalurkan melalui celah-celah di pegunungan, atau lokasinya dapat ternaungi dari sinar matahari di lembah yang dalam. Khusus pada posisi ketinggian yang tinggi, letak di bawah naungan bisa sangat lebih dingin daripada ketika terpapar sinar matahari. Angin dan kelembaban meningkatkan pendinginan.

Bangunan: Di iklim dingin, pemberian lapisan luar dan pengurangan aliran udara adalah kunci dalam menjaga agar rumah tetap hangat. Perancangan ruangan yang hangat dengan ruang penyangga (*buffer zone*) termal merupakan pendekatan yang lazim terhadap masalah tersebut. Infiltrasi udara hingga tingkatan tertentu harus dibiarkan, dalam arti bahwa udara yang masuk haruslah hangat, yang bisa dilakukan dengan panas tubuh atau sumber-sumber buatan. Ventilasi adalah penting untuk mencegah penyakit saluran pernafasan yang disebabkan oleh kegiatan memasak atau asap dari pemanas. Rumah-rumah dengan dinding tebal dan atap yang memiliki lapisan luar dapat menjadi sangat dingin jika ada kebocoran pada jendela atau pintu. Pemasangan lembaran plastik dapat dilakukan untuk menciptakan ruang penyangga termal. Khusus untuk jendela, pemasangan dua lembar akan sangat lebih baik ketimbang satu karena kedua lembar tersebut mendekati efek yang diberikan oleh dua kaca sekaligus. Kompor dan pemanas adalah bagian esensial dalam strategi pemanasan untuk

16 UNEP. 2006. *Eco-housing Guidelines for Tropical Regions*. Bangkok.

shelter perlindungan di iklim dingin. Ruang-ruang besar harus dipartisi untuk mengurangi volume udara yang akan dipanaskan. Setelah ruangan dipanaskan, adalah penting untuk memastikan bahwa panas yang sudah dihasilkan tidak terbuang keluar. Pemberian lapisan luar dari lantai dengan mempergunakan matras adalah juga tindakan yang efektif. Panas berkonduksi dengan cepat dari tubuh ke permukaan tanah yang dingin, dan udara hangat di dalam *shelter* perlindungan sementara akan meningkat, sehingga hal ini akan menyebabkan wilayah lantai tersebut menjadi wilayah paling dingin.

Untuk informasi tambahan mengenai penggunaan tenda-tenda pasca bencana di iklim dingin, lihat 'Design of Humanitarian Tents for Use in Cold Climates' oleh Peter Manfield, Joseph Ashmore dan Tom Corsellis dalam Jurnal *Building Research and Information* 32: 368–378.

MENYESUAIKAN DENGAN IKLIM DI SRI LANKA

Di Proyek Demonstrasi Perumahan Ramah Lingkungan Damniyangama, sejumlah tindakan pendinginan secara pasif diimplementasikan untuk bisa mengurangi permintaan akan energi untuk jangka panjang yang telah memberikan manfaat kepada masyarakat. Ini meliputi:

- penempatan bangunan sesuai dengan pola angin untuk memastikan ventilasi alami yang semestinya di dalam rumah-rumah tersebut;
- pembuatan bukaan untuk jalan masuk dan keluar (keduanya dengan luasan wilayah yang hampir sama) pada tinggi yang sama di dalam bangunan, di mana jalan masuknya ditempatkan di sisi datangnya angin dan jalan keluarnya di sisi perginya angin;
- memastikan bahwa bagian bukaan tempat jalan masuk tidak terhalangi oleh bangunan atau pepohonan yang saling berdampingan;
- menempatkan jendela di ruang keluarga untuk secara langsung membuka ke arah ruang terbuka, dan menempatkan dua jendela di tiap ruangan;
- mempergunakan genteng sebagai bahan atap untuk meminimalkan penyerapan panas;
- mempergunakan pohon dan vegetasi untuk meningkatkan tingkat kelembaban, penauangan, dan menyejukkan lingkungan terdekat; dan
- memasang sistem pencahayaan yang efisien untuk pelestarian energi.

Sumber: UNEP. 2006. *Eco-housing Guidelines for Tropical Regions*. Bangkok.

3.5 Efisiensi Energi

3.5.1 Bangunan

Bahan bakar fosil menyuplai 80 persen dari energi utama dunia pada saat ini,¹⁷ akan tetapi habisnya sumber daya dan dampak jangka panjang terhadap lingkungan dapat membatasi penggunaannya di masa yang akan datang. Sebagai konsumen besar terhadap energi, industri konstruksi dapat memainkan peranan yang besar dalam mencapai efisiensi energi. Para perancang kegiatan konstruksi yang berkelanjutan harus menasar pada bangunan yang mampu bertahan lama, sehat dan bermanfaat di satu sisi, dan sekaligus juga melestarikan sumber daya yang kian menurun serta mempergunakan rancangan-rancangan yang efisien dari segi energi dan sumber-sumber dan mekanisme energi yang netral dari segi lingkungan. Sehubungan dengan panjangnya usia rumah-rumah permanen sesuai dengan yang diharapkan, fase pengoperasiannya akan mengonsumsi porsi terbesar sumber daya energi jika dibandingkan dengan siklus usia struktur bangunan secara keseluruhan. Oleh karena itu, optimalisasi penggunaan energi adalah hal yang krusial dalam upaya-upaya konstruksi yang berkelanjutan.

Rancangan yang baik dalam penggunaan energi sinar matahari secara pasif akan mengurangi permintaan akan kayu bakar atau bentuk masukan energi lainnya yang dibutuhkan untuk keperluan pemanasan. Hampir separuh dari kayu yang dipergunakan di dunia diperuntukkan bagi kayu bakar. Pencarian kayu bakar sering merupakan penugasan sepanjang waktu yang dikerjakan oleh satu atau lebih anggota keluarga. Pengambilannya, dimulai dari pohon, kemudian tunggul kayu, semak belukar, dan segala sesuatu yang dapat dibakar, menciptakan cincin kerusakan besar di sekitar wilayah perkotaan. Ada lebih dari semiliar orang yang mengumpulkan kayu bakar dengan lebih cepat daripada waktu tumbuh pepohonannya. Sementara 100 juta orang terus menerus menderita kekurangan sumber energi.

Penggunaan energi oleh suatu bangunan dapat ditingkatkan kualitasnya dengan mengurangi permintaan akan energi, sehingga akan meningkatkan efisiensi energi dan/atau akan mendorong untuk mempergunakan sumber-sumber energi yang bisa diperbaharui. Pemaksimalan efisiensi energi, pengurangan penggunaan bahan bakar fosil, dan peningkatan penggunaan sumber energi yang bisa diperbaharui akan menjadi fitur permanen dalam pembangunan yang berkelanjutan, serta merupakan tujuan dari rancangan konstruksi manapun yang berkelanjutan.

Ketika mencoba untuk memaksimalkan efisiensi energi, manajer proyek harus menghindari menurunnya kualitas hidup. Sebagai contoh, efisiensi ini tidak seharusnya mengakibatkan berkurangnya ventilasi dan meningkatnya konsentrasi polutan dalam suatu pemukiman. Harus diperhatikan untuk menghindari naiknya jumlah jam penggunaan peralatan hemat energi sebab hal ini dapat membuat segala manfaat yang diperoleh dari efisiensi energi menjadi sia-sia.

17 UNEP. 2006. *Eco-housing Guidelines for Tropical Regions*. Bangkok.

Penggunaan bentuk-bentuk energi yang dapat diperbaharui berbasis tenaga surya, angin dan biomassa dapat membantu mengurangi permintaan akan bahan bakar fosil atau sumber energi berbasis kayu bakar yang bersifat pencemar. Kemungkinan paling besar dalam penggunaan energi yang dapat diperbaharui di sektor perumahan adalah yang berbasis pada tenaga surya, angin, atau biomassa. Sebelum menerapkan teknologi yang dapat diperbaharui, coba terlebih dahulu untuk mengurangi konsumsi energi dan tingkatkan efisiensi energi. Hal ini dapat sangat mengurangi beban investasi yang dilakukan pada awalnya.

BIOGAS DI NEPAL MENURUNKAN BIAYA ENERGI DAN PERSYARATAN PEMBUANGAN LIMBAH

“Suatu hari saya katakan kepada suami bahwa saya tidak akan merisikokan nyawa saya lagi untuk mengumpulkan kayu dari hutan, dan bahwa kami akan membeli kompor biogas saja, pun seandainya kami mesti mencari pinjaman,” ujar Jari Maya Tamang, 41, sambil berdiri dengan bangga di samping reaktor biogas di desanya.

Jari Maya mengambil pinjaman mikro dan menjadi orang pertama yang memasang reaktor biogas yang tersambung dengan toiletnya di Badreni, sebuah desa kecil di dekat perbatasan dengan Taman Nasional Chitwan di Terai, Nepal. Kini, 80 persen dari 82 rumah tangga di Badreni memiliki reaktor biogas yang tersambung dengan toilet melalui bantuan dari WWF. Terai memiliki populasi yang padat, keanekaragaman hayati yang tinggi, dan ekosistem yang rapuh. Deforestasi adalah persoalan utamanya. Enam puluh satu persen dari semua rumah tangga di Terai menggantungkan diri pada kayu bakar untuk memasak, dan 49 persennya mengambil kayu dari hutan-hutan terdekat yang dikelola pemerintah. Suatu keluarga berukuran biasa mempergunakan rata-rata antara 1,3 hingga 2,5 kg kayu setiap harinya, dan berdasarkan bukti, prakteknya tidak dilakukan dengan cara berkelanjutan. Dengan populasi lebih dari 6,7 juta di Nepal Terai, deforestasi akan menjadi masalah akut seandainya tidak mendapatkan intervensi berwawasan lingkungan.

Pengelolaan limbah dan dukungan energi secara alternatif merupakan suatu strategi yang penting untuk menangani limbah padat pertanian maupun rumah tangga, mengurangi beban tekanan pada hutan, serta meningkatkan pencaharian lokal di Terai tersebut. Di Nepal, reaktor biogas berkubah tetap yang dirancang dan dikembangkan secara lokal adalah bentuk yang populer. Model ini dianggap handal, fungsional dan sederhana. Selain itu, biaya perawatannya juga murah dan dirancang untuk bertahan lama.

Di Nepal, harga satu reaktor biogas dengan ukuran medium (yaitu yang paling populer) adalah sekitar 500 Dollar AS. Teknologi biogas masih belum terjangkau bagi sebagian besar kalangan masyarakat miskin di wilayah tersebut. Meski demikian, LSM-LSM lokal telah membiayai skema pembiayaan mikro melalui partner akar rumput seperti Kelompok Pengguna Hutan Masyarakat. Upaya ini telah mempermudah masyarakat miskin dan kurang beruntung untuk mengakses pinjaman dengan bunga rendah untuk membangun reaktor biogas. Letak jamban rumah di rumah-rumah tersebut dirancang untuk memberi input/masukan kepada reaktor biogas yang juga disuplai oleh limbah halaman pertanian.

Sumber: Gurung, Trishna. 2007. *Biogas: saving nature naturally in Nepal*. www.panda.org (Accessed on June 28, 2010)

3.5.2 Pencahayaan dan Pompa

Tenaga surya fotovoltaik (mengalihkan dari energi cahaya menjadi energi listrik) dapat dipergunakan untuk pencahayaan dan memenuhi kebutuhan akan tenaga yang rendah. Untuk menjalankan pompa, pengolahan gandum, dan tempat pengelasan di desa, diperlukan pembangkit yang lebih kuat, khususnya dengan mesin berkekuatan antara 5 sampai 10 Daya Kuda (DK), yang sudah disediakan dari India.¹⁸ Pembangkit-pembangkit tersebut pada saat ini berbasis BBM, akan tetapi juga bisa dijalankan dengan biofuel cair, padat maupun gas seandainya ditopang oleh riset yang memadai.

3.5.3 Bahan Bakar untuk Memasak

Dengan semakin intensnya kekurangan akan bahan bakar, maka harga kayu bakar dan arang menjadi naik, bahkan sering sama mahalannya dengan harga makanan yang dimasak itu sendiri. Kekurangan kayu menyulitkan untuk memasak makanan dengan semestinya, memasak air, serta mandi dan membersihkan pakaian di daerah-daerah dengan parasit yang menular melalui air karena semua kegiatan tersebut meningkatkan risiko penyakit. Pada saat meningkatnya konsumsi kayu bakar, dan semua pepohonan dan semak belukar ditebang dan dibakar, maka akan menjadi lebih sulit untuk menjaga produktivitas pertanian. Deforestasi juga mengakibatkan erosi dan tanah longsor. Pada akhirnya sisa-sisa pupuk dan tumbuhan dibakar, sehingga mengakibatkan penurunan bertahap dalam produktivitas pertanian karena nutrisi menjadi tidak dikembalikan ke tanah.

MENGOORDINASIKAN STRATEGI BAHAN BAKAR DALAM KRISIS KEMANUSIAAN

Sejumlah organisasi yang bekerja untuk aksi tanggap bencana secara aktif mendukung efisiensi bahan bakar serta sumber-sumber energi dan teknologi alternatif. Pada bulan April 2009, suatu gugus tugas antar badan yang salah satu pimpinannya berasal dari Program Makanan Dunia (WFP), suatu organisasi di bawah Komisioner Tinggi PBB untuk Pengungsi (UNHCR) dan Komisi Pengungsi Perempuan, meluncurkan panduan baru untuk penyelesaian persoalan krisis kemanusiaan.

Panduan tersebut mendefinisikan peranan dan tanggung jawab badan yang diperlukan untuk mengembangkan strategi-strategi bahan bakar yang terkoordinasikan, dalam krisis kemanusiaan dan membantu para pekerja kemanusiaan memilih strategi bahan bakar yang paling tepat untuk situasi mereka masing-masing. Perangkat ini telah didistribusikan ke kantor lapangan badan-badan PBB dan LSM-LSM di seluruh dunia. Jaringan Kerja Internasional untuk Energi Rumah Tangga dalam Pekerjaan Kemanusiaan (Jaringan Kerja Bahan Bakar) yang didirikan tahun 2007 mengatur suatu forum untuk saling berbagi informasi, inisiatif, dan inovasi teknologi terkait dengan persoalan-persoalan yang berhubungan dengan energi rumah tangga.

Sumber: van Dorp, Mark. 2009. *Dealing with energy needs in humanitarian crisis response operations*. IUCN dan Institute for Environmental Security.

18 UNEP. 2006. *Eco-housing Guidelines for Tropical Regions*. Bangkok.

Ada beberapa sumber daya yang disarankan sehubungan dengan bagaimana energi berkelanjutan dapat diintegrasikan ke dalam rancangan proyek. Sumber-sumber daya ini dapat dicari dengan menanyakan langsung ke Jaringan Global untuk Energi dalam Pembangunan Berkelanjutan (GNESD) yang didukung oleh UNEP (www.gnesd.com) atau menelaah 'Access to Energy for the Base of the Pyramid' oleh Hystra (2009) atau www.hystra.com.

PANDUAN PENGINTEGRASIAN ADAPTASI IKLIM KE DALAM KONSTRUKSI

Periode pemulihan dan rekonstruksi pasca bencana merupakan peluang yang penting bagi para perencana proyek untuk menggabungkan **adaptasi iklim** ke dalam kegiatan pemulihan yang mereka laksanakan untuk membuat proyek menjadi lebih kuat menghadapi perubahan iklim dan mengurangi risiko bencana di masa yang akan datang. Ada dua kategori utama dalam adaptasi iklim, yaitu: **fasilitasi terjadinya transisi kepada kondisi yang baru**, serta **membangun kekuatan dan menyediakan lebih banyak waktu** untuk mengadaptasikan kejadian-kejadian cuaca ekstrem. Fasilitasi terjadinya transisi kepada kondisi yang baru adalah hal yang diperlukan apabila apa yang dulunya dianggap 'normal' bagi masyarakat kini tidak lagi merupakan norma, seperti perubahan dalam sistem air tawar terkait dengan wilayah es dan naiknya permukaan air laut. Dibangunnya ketahanan terhadap peristiwa-peristiwa cuaca ekstrem membantu manusia dan alam menahan perubahan tiba-tiba dan kembali ke keadaan normal setelah peristiwa-peristiwa ekstrem seperti badai besar, kekeringan atau banjir. Pada praktiknya, salah satu atau kedua pendekatan berikut ini mungkin diperlukan di belahan bumi tertentu. Pembangunan kekuatan dapat menjadi tindakan jangka pendek, meskipun untuk jangka panjangnya diperlukan suatu transisi ke arah keadaan baru, dengan menyediakan lebih banyak waktu supaya dapat memfasilitasi terjadinya perubahan.

Ada banyak tindakan yang disarankan dalam modul ini, yang dapat diterapkan untuk membantu menghadapi ekstremitas iklim setelah diketahui, seberapa rentan manusia dan ekosistem terhadap perubahan dan variabilitas iklim. Contohnya adalah ventilasi dan naungan bagi masyarakat yang hidup di iklim ekstrem panas, penguatan struktur bangunan untuk menahan badai, dan penghindaran dilakukannya konstruksi di wilayah-wilayah rawan banjir. Jika lokasinya berkemungkinan untuk menjadi rentan di masa yang akan datang, maka mungkin perlu diperkenalkan batasan-batasan keamanan yang lebih besar. Dalam hal ini contohnya adalah pemunduran batas garis pantai untuk menghadapi pasang permukaan laut, termasuk ruang bagi pantai dan bakau untuk dimigrasikan naik ke wilayah yang lebih tinggi jika bentang alamnya memungkinkan. Di lembah-lembah yang terletak di bawah gletser, terdapat risiko tersendiri dari banjir limpaan danau glasial saat danau yang dibentuk oleh gletser yang mencair tersebut tumpah melampaui tepian penahannya yang tidak stabil. Lokasi rawan semacam ini harus dihindari dalam rekonstruksi. Jika di suatu wilayah ada suatu spesies sumber daya alam yang dipergunakan dalam atau sebagai bahan bakar untuk konstruksi, yang semakin berkurang populasinya, maka cobalah untuk mengurangi tekanan pada dan ketergantungan akan spesies tersebut dengan mencari bahan-bahan alternatifnya, atau mendorong pemakaian energi yang dapat diperbaharui atau mengefisienkan bahan bakar.

Jadikan daftar pengecekan untuk adaptasi terhadap iklim berikut ini sebagai pertimbangan pada saat merancang proyek-proyek konstruksi.

- Perencana proyek telah menghubungi pejabat pemerintah setempat atau pihak ahli untuk menentukan dampak-dampak dari perubahan iklim di dalam wilayah proyek.
- Proyek tersebut meliputi tindakan-tindakan yang spesifik untuk mengatasi perubahan-perubahan yang diperkirakan terjadi dalam keadaan-keadaan cuaca ekstrem selama 5-10 tahun mendatang (contohnya bencana kekeringan yang semakin memburuk, semakin seringnya terjadi banjir, dan siklon yang lebih dahsyat).
- Rancangan proyek menggabungkan konsekuensi dampak yang ditimbulkan oleh perubahan iklim regional untuk jangka panjang (contohnya tekanan panas dari suhu yang semakin meningkat, berkurangnya aliran air karena hilangnya wilayah es, dan naiknya permukaan air laut akibat melelehnya dataran es).
- Kegiatan-kegiatan alternatif telah dipertimbangkan dilihat dari segi ketersediaannya untuk memperhitungkan risiko iklim di masa mendatang.

Untuk informasi lebih detail mengenai peranan adaptasi iklim dalam pengurangan risiko bencana, lihat Modul 9: Panduan Berwawasan Lingkungan bagi Pengurangan Risiko Bencana.

3.6 Limbah Padat

Adanya pemukiman menghasilkan limbah padat. Dimasukkannya taman rumah dan wilayah kompos ke dalam rancangan rumah dapat menjadi suatu teknik untuk mengatasi limbah padat di suatu masyarakat. Meski demikian, jika masyarakat mempergunakan plastik dalam jumlah yang lebih banyak dan menjauhi dihasilkannya limbah organik, maka limbah yang tidak dapat hancur secara alamiah melalui proses biologis (*non-biodegradable*) adalah persoalan baru yang perlu dipertimbangkan dalam proses rancangan bangunan tersebut. Informasi tambahan mengenai topik ini dimuat di dalam Modul 7: Panduan Berwawasan Lingkungan bagi Air dan Sanitasi.

3.7 Sistem Limbah dan Air Limbah

Pemilihan lokasi perlu mempertimbangkan ketersediaan air tawar untuk memasak, minum, dan mandi, serta apakah sumber-sumber dimaksud berkelanjutan dan dilindungi dari sumber-sumber pencemar untuk jangka panjang. Contohnya, kegiatan pertambangan di daerah hulu dapat mencemari sistem-sistem pengaliran air yang berbasis gravitasi. Rancangan bangunan harus menggabungkan tangkapan air di atap dan tangki air untuk mengurangi ketergantungan pada sistem yang terpusat dan sumber daya air tanah dalam, yang bisa jadi terbatas bagi beberapa wilayah.

Perancang harus mempertimbangkan cara-cara untuk mengurangi permintaan air rumah tangga, seperti penggunaan toilet kompos/kering atau penggunaan sistem yang memisahkan air limbah. 'Air hitam' (*black water*) adalah air limbah yang sudah sangat tercemar, seperti air limbah dari toilet. Air hitam sulit untuk dikelola

karena konsentrasinya yang tinggi sebagian besarnya berasal dari polusi organik. Sementara 'air abu-abu' (*grey water*) adalah air limbah yang dihasilkan dari proses-proses seperti pencucian alat makan, pakaian, dan mandi. Air abu-abu dapat dipergunakan kembali untuk menyiram tanaman, sehingga mengurangi permintaan akan dan meningkatkan efisiensi penggunaan air.

Air hitam harus dikelola dengan semestinya untuk memastikan bahwa sumber-sumber air yang berada di sekitarnya tidak terkontaminasi. Masyarakat sering mempergunakan sungai terdekat untuk mandi, mengambil air, memancing, dan kegiatan mata pencaharian lainnya. Adalah penting bahwa sistem pengelolaan air limbah harus berjalan. Penggunaan tangki kotoran (*septic tank*) dan lahan basah (sistem *wetland*) bisa menjadi solusi yang menjanjikan. Untuk informasi lebih lanjut lihat Modul 7: Panduan Berwawasan Lingkungan untuk Air dan Sanitasi.

3.8 Masyarakat Lokal dan Penerimaan Kultural

Sebagian besar dari bangunan yang ada di dunia tidak 'dirancang' atau dibangun oleh arsitek atau profesional yang berkompeten. Ini berarti setiap masyarakat memiliki kekayaan berupa pengetahuan dan keahlian lokal, tidak hanya yang berkaitan dengan tradisi dan teknik pembangunan saja, melainkan juga yang berkaitan dengan strategi untuk menangani situasi- dan bahaya yang khusus di tiap-tiap daerah. Di banyak tempat di dunia, telah dikembangkan teknik-teknik selama bertahun-tahun untuk mengatasi perbedaan dalam iklim lokal sekaligus untuk menolak dan memulihkan dari bencana alam. Maka dalam suatu upaya rekonstruksi, adalah penting untuk mengenali dan mengevaluasi tradisi, keahlian dan pengetahuan lokal.

3.8.1 Penerimaan Lokal

Sudah jelas bahwasanya arsitektur merupakan satu cara yang di dalamnya masyarakat mengekspresikan kepercayaan bersama yang bersifat kultural maupun religius. Dalam banyak hal, proses konstruksi sendiri dapat dihayati dengan makna tersendiri. Oleh karena itu untuk suatu rancangan yang akan bersifat berkelanjutan, tidak hanya dari sudut pandang ekologis akan tetapi juga dari sudut pandang sosio-ekonomi, maka penataan dan perencanaan suatu proyek konstruksi harus dipertimbangkan dalam merespon kebutuhan dan keinginan masyarakat lokal.

Arsitektur yang bersifat kedaerahan dapat merupakan hal yang sensitif secara ekologi karena seringkali mempergunakan bahan-bahan alam setempat, dengan mengasumsikan bahwa bahan-bahan lokal ini tidak berada dalam keadaan terancam dan ekstraksinya dapat berkelanjutan. Dikarenakan para tukang bangunan itu sendiri sering kali merupakan anggota dari masyarakat yang bersangkutan, maka proses konstruksi itu sendiri dapat menyokong keberlanjutan ekonomi maupun sosial melalui dukungan dan jaringan mata pencaharian.

Pada waktu yang bersamaan, mungkin ada masyarakat yang telah mengabaikan teknik-teknik konstruksi tradisional yang tahan bencana dikarenakan tidak berkelanjutannya bahan-bahan bangunan, atau telah menolak 'cara lama' tersebut demi metode konstruksi modern yang mungkin memiliki status yang lebih tinggi. Penilaian yang dilakukan atas pandangan masyarakat lokal mengenai teknik tradisional versus modern adalah penting sebelum mencoba untuk mengajukan solusi yang bisa jadi malah ditolak dikarenakan alasan-alasan yang mungkin tidak dapat dipahami orang luar. Dalam banyak praktiknya, rancangan akhir akan mengandung

beberapa pertukaran antara apa yang terbaik dari sudut pandang lingkungan dan apa yang bisa diterima bagi masyarakat yang terkena dampak bencana dalam hal budaya atau aspirasi. Sebagai contoh, di beberapa kultur, pintu atau jendela bisa jadi hanya ditempatkan sesuai arah mata angin tertentu, terlepas dari sisi terbit dan tenggelamnya matahari, arah optimum untuk pemanasan secara pasif, atau ventilasi pasif. Di kultur lainnya, privasi atau pemisahan kaum perempuan merupakan faktor penentu dalam penempatan dan orientasi bangunan.

BATU BATA DI AFRIKA SELATAN

Ada suatu cerita sukses dalam upaya konstruksi berkelanjutan, yaitu pengembangan versi modern batu bata. Batu bata adalah bahan tradisional yang dibuat dengan menekan bahan tanah hingga menjadi bentuk balok. Melalui penggunaan alat-alat dan teknik sederhana, dapat diciptakan versi batu bata tradisional yang lebih kuat, sehingga bersifat ramah lingkungan dan harganya terjangkau. Batu bata dapat dibuat hampir sepenuhnya dari bahan-bahan lokal, menghilangkan biaya dan dampak terhadap lingkungan akibat pengangkutan, sekaligus menjadi sumber pencaharian bagi masyarakat lokal.

Konstruksi batu bata telah menjadi usaha yang sangat berhasil di beberapa negara berkembang. Beberapa proyek percontohan di Afrika Selatan telah mempergunakan batu bata yang dibuat dengan peralatan sederhana yang dapat mempergunakan tenaga manusia atau mesin untuk memproduksi batu bata yang distabilkan dan memiliki kualitas tinggi. Baik rumah-rumah tradisional maupun modern di Afrika Selatan dibangun dengan batu bata. Teknologi ini menarik minat besar dari gerakan bangunan berkelanjutan di negara-negara berkembang, di mana gerakan tersebut mencoba mencari bahan dan metode pembangunan yang lebih alami dan ramah lingkungan.

Sumber: Kibert, Charles J. 2003. *Deconstruction: the start of a sustainable materials strategy for the built environment*. UNEP Industry and Environment April-Juni: 84-89.

Penggunaan teknik bangunan yang dipahami dengan jelas oleh masyarakat dapat membantu memastikan panjangnya usia proyek. Melalui program-program pelatihan, manajer proyek dapat memastikan bahwa pengetahuan akan metode konstruksi akan ditinggalkan untuk hidup bersama masyarakat, pun setelah intervensi berakhir. ©Daniel Cima/ American Red Cross



3.8.2 Partisipasi Masyarakat dan Analisa terhadap Praktik yang Berlaku Saat Ini

Semenjak masyarakat mulai melihat adanya opsi perumahan yang mampu memenuhi kebutuhan mereka yang sebenarnya, maka peluang-peluang untuk berpartisipasi pun meningkat dan pintu masuk semakin terbuka lebar untuk memperkenalkan solusi-solusi yang berwawasan lingkungan. Sumber pengetahuan lokal dan contoh yang terbaik untuk praktik-praktik yang ada saat ini dapat ditemukan di dalam masyarakat itu sendiri. Cara paling baik untuk menginformasikan desain/rancangan mulai dari penataan interior hingga pemilihan lokasi adalah, pengguna akhir harus dilibatkan di dalam tiap-tiap langkah proses rekonstruksi. Praktik yang tidak tepat dan berakibat pada bangunan yang menjadi tidak dipakai atau tidak dihuni adalah pembaziran luar biasa besar terhadap sumber daya dan dapat mengakibatkan dampak negatif yang sangat besar terhadap lingkungan.

STUDI KASUS: PENGINTEGRASIAN PRAKTIK TRADISIONAL DI IRAK UTARA (1991)

Di Irak Utara tahun 1991, Komite Penyelamatan Internasional (IRC) mewawancarai penduduk desa untuk menentukan beberapa aspek dalam proses rekonstruksi, termasuk di antaranya pembagian pekerja, daftar volume dan harga (*bestek*), dan dukungan yang dibutuhkan masyarakat untuk membangun kembali rumah-rumah mereka. Proyek tersebut menerapkan rancangan standar untuk konstruksi rumah batu tradisional. Atap datar yang dikompresi dipergunakan oleh para penduduk lokal untuk mengeringkan persediaan makanan ikut dimasukkan dalam rancangan tersebut. Para penduduk desa menyediakan para pekerja untuk membangun rumah mereka, sementara logistik dan bahan-bahan utama (misalnya peralatan, jendela, pintu dan atap) disediakan oleh IRC. Jika ada penduduk yang mengeluhkan kikisan akibat oleh hujan yang mengenai plester di tembok batu, maka komponen semen ditambahkan ke dalam campuran tersebut. Contoh ini menggambarkan secara jelas dimasukkannya praktik-praktik tradisional dan keterlibatan masyarakat ke dalam teknologi baru untuk solusi pembangunan jangka panjang.

Sumber: Richard Jacquot, Pimpinan Tim Operasi Darurat Global Mercy Corps, 12 Oktober 2009. Komunikasi Personal.

3.8.3 Teknik-teknik Konstruksi dan Alih Pengetahuan

Selama memungkinkan, manajer proyek harus mencoba untuk menyesuaikan dan meningkatkan metode konstruksi yang ada, bukannya menawarkan teknik-teknik baru yang mungkin sulit dipahami. Metode yang disempurnakan akan lebih mudah untuk diajarkan kepada masyarakat lokal dan para pekerja, serta lebih besar peluangnya untuk dapat diterapkan secara berkelanjutan. Penggunaan teknik bangunan yang dipahami dengan jelas oleh masyarakat dapat membantu memastikan panjangnya usia proyek. Untuk itu, sangat penting untuk meninggalkan pengetahuan tersebut untuk hidup bersama masyarakat. Untuk melengkapinya, manajer proyek harus memasukkan pelatihan untuk memastikan terlaksananya alih pengetahuan kepada sektor konstruksi di daerah tersebut. Adalah penting agar konstruksi dapat dikelola dengan mudah dan komponen-komponen bangunannya dapat tidak sulit untuk dicari dari sumbernya, atau diperbaiki oleh masyarakat sendiri dengan biaya yang relatif rendah.

KONSTRUKSI RUMAH BERBALUT JERAMI DI CINA

Di Cina sebelah barat laut, Adventist Development and Relief Agency (ADRA) memperkenalkan konstruksi bangunan berbalut jerami pada tahun 1998, dan teknik tersebut berkembang dengan baik. Keberhasilan ADRA secara langsung berkaitan dengan program pelatihannya yang intensif dan kemitraan yang dapat diterima oleh masyarakat dalam upaya untuk meningkatkan kemampuan masyarakat setempat dan memastikan bahwa teknik-tekniknya dapat dipahami dengan baik. Semua bangunan dirancang oleh para pekerja atau arsitek setempat yang dimentori oleh seorang spesialis yang bekerja untuk program tersebut sejak awalnya. ADRA telah memfokuskan upaya-upayanya untuk membangun keahlian lokal. Sasaran proyek adalah mengalihkan teknologi balutan jerami kepada para pekerja bangunan di Cina yang kemudian akan membangun struktur bangunan yang berwawasan arsitektur tanpa harus dibantu oleh orang luar.

Sumber: Kennedy, Joseph E., ed. 2004. *Building Without Borders: Sustainable Construction for the Global Village*. Gabriola Island, British Columbia: New Society Publishers.

4 KONSEP-KONSEP MANAJEMEN KONSTRUKSI

4.1 Latar Belakang

Manajemen proses konstruksi dapat menjadi salah satu faktor yang paling menentukan terciptanya keberlangsungan. Keberlangsungan dalam jangka panjang akan bergantung pada apakah fitur rancangan yang berkelanjutan diterapkan secara efektif selama fase konstruksi. Fase konstruksi yang dikonsep atau dilakukan dengan cara yang salah dapat mengakibatkan mahalanya konstruksi suatu bangunan, juga sulit serta mahal untuk dikelola oleh keluarga atau masyarakat yang bersangkutan.¹⁹ Bahkan yang lebih buruk lagi adalah, perencanaan yang buruk dalam proses konstruksi dan/atau persiapan lokasi konstruksi yang tidak dilakukan dengan semestinya dapat berujung pada dampak negatif yang sangat mendalam dan bertahan lama di sisi masyarakat yang harus berhadapan dengan lingkungan yang semakin menurun kualitasnya. Lokasi konstruksi yang salah dalam pengelolaannya sangat terkenal menjadi biang keladi pencemaran udara, tanah dan sumber daya air. Oleh karenanya adalah teramat penting untuk meminimalkan dampak terhadap lingkungan dengan mempertimbangkan keseluruhan proses, semenjak penataan dan persiapan lokasi hingga pengeluaran atau penggunaan kembali bahan buangan, sebelum dimulainya konstruksi.

Manajemen lokasi konstruksi dapat berdampak pada kualitas lingkungan melalui bahan-bahan buangan, limpasan air, penjejakan kotoran ban kendaraan ke area di luar lokasi, pengeluaran bahan buangan dan zat berbahaya dengan tidak semestinya, pembuangan, kebocoran, dan tumpahan. Kehati-hatian di bidang ini akan mengurangi paparan zat-zat pencemar pada sumber air, kesehatan publik dan kesehatan di tempat kerja, serta ekosistem. Terlepas dari apakah yang dipergunakan adalah peralatan pemindahan tanah atau peralatan genggam sekalipun, harus ada langkah-langkah yang diambil untuk memasukkan aspek keberlanjutan lingkungan ke dalam manajemen tempat konstruksi tersebut.

Praktik manajemen yang lebih baik adalah yang melibatkan kesadaran akan dampak pekerjaan konstruksi terhadap lingkungan. Hal ini seharusnya tidak perlu melibatkan upaya, biaya, atau bahkan waktu lebih di tempat konstruksi.

Dalam situasi bantuan kemanusiaan pasca bencana, bisa jadi sulit untuk mengendalikan manajemen konstruksi karena kegiatan konstruksi dapat dilakukan oleh si pemilik rumah sendiri melalui proyek konstruksi yang dikelola pemilik (*owner-driven construction projects*) atau 'kegiatan kerja untuk uang' (*cash-for-work/ CFW*) dengan kekeliruan teknis yang relatif kecil atau monitoring berjalan. Dalam hal-hal semacam ini, direkomendasikan agar organisasi melaksanakan sesi pelatihan yang spesifik untuk praktik manajemen konstruksi yang berwawasan lingkungan dengan melibatkan para pemilik rumah dan orang-orang lain yang terlibat di dalam proses konstruksi tersebut.

19 United Nations Environment Programme (UNEP) dan Swiss Resource and Consultancies for Development (SKAT). 2007. *After the Tsunami: Sustainable Building Guidelines*

MENCIPTAKAN KENDALI UNTUK MANAJEMEN KONSTRUKSI BERWAWASAN LINGKUNGAN

Konstruksi fisik suatu bangunan sering kali dijalankan oleh suatu tim berukuran besar dari satu atau beberapa perusahaan yang mengeluarkan kontrak serta oleh para pemilik rumah itu sendiri. Dalam situasi kemanusiaan pasca bencana, bahkan mungkin ada jumlah orang yang lebih besar terlibat dalam konstruksi, termasuk para donor, staf teknis dari badan pemberi bantuan, dan perwakilan pemerintah. Dengan adanya begitu banyak orang yang berbeda-beda terlibat dalam konstruksi di tahapan-tahapan proses yang berbeda, mungkin sulit untuk memastikan bahwa praktik manajemen konstruksi berwawasan lingkungan dapat dipahami oleh tim konstruksi. Manajer proyek dapat memastikan diterapkannya praktik-praktik ini dengan:

- memasukkan spesifikasi praktik lingkungan ke dalam Kerangka Acuan bagi para kontraktor dan penerima bantuan;
- menyelenggarakan sesi pelatihan rutin mengenai materi dalam modul ini di lapangan dengan para staf konstruksi, serta melakukan monitoring;
- memasukkan indikator lingkungan ke dalam rencana-rencana monitoring untuk konstruksi di lapangan (contohnya memverifikasi bahwa semua kemasan cat ditutup dan diletakkan di dekat area pencucian);
- menunjuk orang untuk menjalankan tugas pemantauan lingkungan; dan
- mengembangkan daftar pengecekan untuk memastikan bahwa manajemen konstruksi tersebut memenuhi tujuan-tujuan performa lingkungan.

4.2 Perencanaan dan Penataan Lokasi Konstruksi

Tujuan dari konstruksi berkelanjutan adalah untuk mengurangi dampak negatif di lapangan selama dilakukannya konstruksi untuk melestarikan kondisi dan habitat alami.²⁰ Perencanaan konstruksi yang sadar lingkungan dapat meminimalkan bahan buangan dalam prosesnya, penggunaan sumber daya, dan potensi dampak negatif terhadap lokasi yang bersangkutan. Manajer proyek harus mengusahakan untuk memastikan:

- ☐ Diidentifikasinya potensi bahaya dan respons kesehatan pada awal proses dan ditulisnya panduan lingkungan hidup di dalam dokumen-dokumen proyek;
- ☐ Dibuatnya batas-batas konstruksi dan diambilnya tindakan-tindakan untuk memagari lokasi konstruksi sehingga terpisah dari zona pemukiman;
- ☐ Diidentifikasinya dan dibuatnya wilayah pemutusan gerbong kontainer dan penyimpanan (baik permanen maupun sementara);

20 Glavinich, Thomas E. 2008. *Contractor's Guide to Green Building Construction: Management, Project Delivery, Documentation, and Risk Reduction*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

- ☐ Terinformasikannya semua subkontraktor mengenai wilayah-wilayah yang perlu mereka kerjakan;
- ☐ Dibatasinya pergerakan kendaraan dan peralatan;
- ☐ Didaur ulangnya puing-puing konstruksi dan dipakai kembali selama memungkinkan;
- ☐ Diberlakukannya ukuran untuk meminimalisasi pencemaran udara dan sumber air di lapangan, termasuk penggunaan air limbah abu-abu (*grey water*) untuk tujuan konstruksi serta manajemen air hujan dan air buangan dengan semestinya;
- ☐ Dicegahnya erosi dan aliran sedimen/kotoran di lokasi dengan perangkat pengawasan sedimen yang berjalan efektif; dan
- ☐ Disusunnya rencana untuk mengembalikan keadaan wilayah-wilayah yang terkena dampak kepada keadaan alamnya setelah dilakukannya konstruksi.

4.3 Penanganan Bahan-bahan

4.3.1 Tempat Penyimpanan

Bahan-bahan cair seperti cat, pelarut, dan bahan bakar harus ditampung dan ditutup. Bahan-bahan dan peralatan harus disimpan sedemikian rupa sehingga terlindungi dari jangkauan publik dan tidak berhubungan dengan ruang publik, jalan raya, tempat lalu-lalang ataupun bangunan milik pribadi. Manakala diperlukan, pembungkus plastik atau tutupan lainnya perlu untuk disediakan untuk melindungi tempat penyimpanan.

4.3.2 Bahan-bahan Basah dan Cair

Bahan-bahan 'basah' seperti beton, cat, plesteran, beserta cairan harus ditangani dalam area pencucian yang ditentukan. Pencucian beton adalah bak tersendiri yang dipergunakan untuk menampung dan untuk sementara menyimpan beton dan cairan saat talang penyalur dari pengaduk/mixer beton dan *hopper* dari pompa beton dicuci setelah bekerja. Area pencucian mengonsolidasi bahan padat agar dapat dibuang dengan lebih mudah sekaligus mencegah terjadinya cairan yang mengalir.

Air cucian ini bersifat alkali dan mengandung Kromium (Cr) yang dapat meresap ke dalam permukaan tanah dan mengontaminasi air tanah dalam. Zat ini juga dapat bermigrasi menuju lubang saluran di permukaan tanah, sehingga meningkatkan tingkat pH perairan wilayah setempat dan membahayakan kehidupan air. Area pencucian harus mempergunakan penahan seperti pelapisan plastik di bagian dalam untuk mencegah mengalirnya cairan ke jalan raya dan saluran talang. Harus dibuat pengaturan sedemikian rupa untuk pembuangan bahan-bahan sisa cucian. Tempatkan terpal di bawah pengaduk/mixer beton, gerobak sorong, atau truk pengaduk untuk mencegah tumpahan. Bahan-bahan sisa harus dibersihkan dan dibuang sebagaimana mestinya. Tumpahan yang jatuh ke jalan atau ruang publik harus dicegah. Bahan-bahan padat yang tidak dibuang sebagaimana mestinya dapat menyumbat pipa pembuangan air dan menyebabkan banjir. Pengonstruksian area pencucian beton dapat mencegah terjadinya polusi dan merupakan praktik perawatan tempat yang baik di lokasi konstruksi.

TEMPAT PENCUCIAN BETON YANG DIPASANG SENDIRI

Ada banyak pilihan rancangan untuk tempat pencucian beton. Akan tetapi sebaiknya yang dibangun adalah yang terletak di bawah permukaan tanah untuk mencegah timbulnya celah, sekaligus menurunkan potensi terjadinya aliran. Dapat juga dipergunakan struktur yang berada di atas permukaan tanah, dengan syarat harus diukur dan dibangun dengan tepat, serta dirawat dengan baik. Salah satu dari permasalahan yang sering muncul dengan tempat pencucian beton yang dipasang sendiri adalah munculnya kebocoran atau celah akibat pemakaian yang terus menerus. Harus diperhatikan untuk mempergunakan bahan-bahan berkualitas dan menginspeksi tempat tersebut setiap harinya.

Jangan pernah menempatkan pencucian beton dalam radius 15 meter dari lubang saluran di permukaan tanah, parit selokan terbuka, atau badan air. Tempatkanlah pencucian beton di lokasi yang memungkinkan akses yang leluasa bagi truk beton, utamanya di wilayah di tempat dituangnya beton. Jalan menuju area pencucian harus ditutupi dengan kerikil atau batu yang tertata baik, seandainya area tersebut berlokasi di tempat yang tidak terbangun. Area-area semacam ini haruslah berada di tempat yang cukup jauh dari arus lalu lintas konstruksi lainnya untuk mengurangi potensi terjadinya kerusakan dan tumpahan tak disengaja. Jumlah area yang dibangun untuk ini harus menyesuaikan dengan perkiraan permintaan kapasitas penyimpanan. Di lokasi-lokasi besar dengan pekerjaan beton yang diperuntukkan bagi area luas, pencucian harus ditempatkan di beberapa lokasi sekaligus untuk memudahkan penggunaannya oleh supir truk beton.

Untuk panduan tambahan mengenai pencucian beton, dapat mengacu ke:

U.S. Environmental Protection Agency. Concrete Washout. www.cfpub.epa.gov/npdes/stormwater/menuofbmps/index.cfm?action=browse&Rbutton=detail&bmp=117. (Diakses pada tanggal 31 Maret 2010)

4.3.3 Perlindungan dari Air dan Angin

Selama berlangsungnya proses konstruksi, semua bahan harus ditutupi dan dilindungi hingga aman dari angin dan hujan, dengan mempergunakan tutupan kedap air. Hal ini akan mencegah terjadinya penyebaran, pencampuran, kebasahan, pencemaran, atau berkurang/hilangnya bahan. Selama musim penghujan, harus dipersiapkan terpal atau kantung ekstra untuk mencegah bahan-bahan ini agar tidak kebasahan atau terbawa air.

4.4 Penanganan Peralatan

4.4.1 Penyimpanan

Sejauh dimungkinkan, peralatan konstruksi juga harus disimpan di lokasi konstruksi untuk mengurangi pengangkutan sedimen/kotoran, bahan-bahan berbahaya, maupun bahan-bahan pencemar lainnya dari dan menuju lokasi. Lebih khususnya, segala peralatan pemindah tanah harus disimpan di lokasi. Wadah penampung tetesan harus ditempatkan di bawah peralatan yang sedang tidak dipergunakan.

4.4.2 Perawatan

Perawatan alat-alat konstruksi juga harus dilakukan di lokasi konstruksi untuk menghindarkan dari persoalan keselamatan di wilayah publik dan untuk menghindari tumpahan atau kebocoran dari pengeluaran/penggantian yang dilakukan di luar area pengawasan. Tempatkan terpal di bawah kendaraan selama perawatan dilakukan untuk mengendalikan tumpahan/tetesan.

4.4.3 Kendaraan

Jika kendaraan atau peralatan lainnya disimpan di lokasi, maka tempatkan terpal di bawahnya selama malam hari atau selama masa tidak dipakainya. [Pumper] harus ditempatkan di dalam area pengawasan yang dipagari oleh, misalnya, kantung kerikil/pasir, atau karung jerami panjang (*straw wattle*). Pengendalian yang efektif terhadap jejak kotoran kendaraan (pelat pembersih ban kendaraan dan/atau kerikil) harus ditempatkan di akses masuk lokasi untuk mencegah dibawanya kotoran lumpur atau pecahan bahan ke jalan raya.

4.4.4 Pembersihan

Peralatan konstruksi harus dibersihkan di area pencucian yang sudah ditentukan dan tunduk di bawah kontrol yang efektif. Tujuannya untuk mencegah air buangan berkandungan zat biologis ataupun bahan-bahan berbahaya yang belum diolah keluar menuju air tanah permukaan atau air tanah dalam.

4.5 Penanganan Limbah/Zat Buangan

Salah satu tujuan dari konstruksi berkelanjutan adalah meminimalisasi limbah/buangan. Manajemen bahan buangan adalah fungsi vital yang harus direncanakan dan dilaksanakan dengan penuh kehati-hatian sepanjang fase konstruksi. Bahkan dengan perencanaan konstruksi yang paling berhati-hati sekalipun, tidak dapat dielakkan bahwa sejumlah bahan buangan pasti dihasilkan di dalamnya. Oleh karenanya manajer proyek harus mempertimbangkan dampak proyek secara keseluruhan dan tujuannya terkait dengan manajemen dan pengurangan jumlah bahan buangan. Harus diambil langkah sebagaimana mestinya untuk menangani dan membuang bahan-bahan tersebut.

4.5.1 Pembersihan dari Bahan Buangan

Wadah penampungan bahan buangan seperti kotak sampah besar maupun kecil harus tersedia untuk mengatasi bahan buangan hasil konstruksi. Cara lainnya, pekerja dapat dipekerjakan rutin untuk membuang sampah dari lokasi setiap hari kerja ke area pembuangan yang semestinya. Wadah penampung harus ditutupi dengan terpal pada selain hari kerja dan wilayah sekelilingnya harus dijaga agar tetap bersih. Wadah pembuangan sampah harus dijaga tetap berada di lokasi.

4.5.2 Pembuangan

Bahan-bahan buangan konstruksi harus dibuang sebagaimana semestinya. Tidak ada penumpukan bahan buangan, baik di dalam maupun luar lokasi konstruksi, yang boleh dilakukan. Bahan-bahan bekas pakai seperti minyak/oli, zat antibeku, pelarut, serta zat-zat kimia terkait kendaraan, adalah bahan-bahan buangan yang memerlukan penanganan dan pembuangan secara khusus. Beberapa di antaranya dapat didaur ulang di area yang telah ditentukan, akan tetapi sisanya harus dibuang di lokasi pembuangan limbah berbahaya. Badan pemerintah setempat terkadang dapat membantu mengenali lokasi-lokasi ini. Lihat Modul 4: Panduan Berwawasan Lingkungan untuk Pemilihan dan Pembangunan Tempat yang Strategis untuk informasi lebih lanjut mengenai prosedur yang semestinya bagi pembuangan limbah.

4.5.3 Sarana Sanitasi

Sarana sanitasi pekerja konstruksi (contohnya toilet/kakus portabel) harus disediakan di lokasi. Toilet portabel harus dicegah dari kebocoran. Wadah penampung tetesan atau alat lainnya harus ditempatkan untuk memastikan dikendalikannya tetesan.

4.6 Pencegahan Polusi

Banyak polusi dari lokasi konstruksi yang dapat dicegah dengan cara mengontrol aliran air dan melacak paparan debu serta bahan-bahan lainnya dari lokasi konstruksi. Manakala bahan-bahan tersebut dibawa keluar lokasi melalui jejak kaki ataupun kendaraan, maka ini tidak lagi berada dalam jangkauan kendali lokasi konstruksi dan menimbulkan risiko bagi kesehatan masyarakat dan degradasi lingkungan, terutama melalui kualitas air. Bahan-bahan dan sedimen/kotoran sisa konstruksi akan memasuki sistem aliran air jika pembersihan bekas-bekas hujan dan angin tidak dilakukan. Penurunan kualitas air dapat mempengaruhi keadaan ekosistem berbasis air seperti sungai, danau, wilayah pantai, dan laut. Selain itu, pada gilirannya juga mempengaruhi mata pencaharian masyarakat yang bergantung pada ekosistem jenis tersebut dan sumber air.

4.6.1 Bahan-bahan Beracun

Bahan-bahan beracun, termasuk limbah buangan cair seperti cat dan pelarut harus disimpan di dalam drum bahan berbahaya. Drum tidak boleh ditumpuk di saluran buang, selokan, atau jalan raya, melainkan harus disimpan di area pembuangan yang semestinya. Cairan juga harus dibuang sebagaimana mestinya dan tidak boleh dibiarkan mengenai saluran buang, jalan, ataupun selokan.

4.6.2 Aliran Air

Harus dibuat mekanisme wilayah pengendalian terhadap kotoran harus dibuat untuk mencegah agar bahan-bahan dan sisa-sisa pencucian tidak mengalir ke saluran atau jalan, atau masuk ke permukaan air tanah. Contoh kontrol tersebut bisa berupa kantong pasir atau kerikil, pagar lumpur (*silt fences*) atau karung jerami panjang.

Karung panjang diisi dengan jerami, kemudian diikat menjadi gulungan tabung ketat. Bila karung jerami panjang tersebut diletakkan di muka lereng, maka karung ini akan menghadang aliran limpasan air hujan, mengurangi kecepatannya, melepaskannya dalam keadaan lemah, dan akhirnya memisahkan sedimen/materi tanah yang terbawa dari air limpasan tersebut. Dengan memotong panjang suatu lereng, karung jerami dapat mengurangi erosi.

Buangan air harus dilindungi. Bahan-bahan dari lokasi konstruksi harus dicegah agar tidak masuk ke dalam saluran buang karena dapat mencemari tata air. Salah satu yang diperhatikan melalui perlindungan khusus adalah saluran buang dan lubang masuk. Harus ada suatu mekanisme pengendalian area untuk melindungi saluran-saluran buang ini dan membuang puing-puing dan bahan sisa/residu setiap harinya.

4.6.3 Pembersihan

Perawatan dan pembersihan peralatan dan kendaraan harus dilakukan di lokasi, di wilayah yang sudah ditentukan dengan pengecualian terhadap aliran limpasan, dan penjejakan paparan debu. Peralatan dan kendaraan harus dicuci di area pencucian yang telah ditentukan, bukan di jalan. Area pencucian pun harus dibersihkan secara rutin dan bahan-bahan buangannya harus dibuang sebagaimana mestinya. Pembuangan bahan buangan 'basah' harus ditangani di area pencucian. Termasuk di antaranya cat, plesteran, dan beton. Pengumpulan dan penyimpanan bahan-bahan cair harus mempergunakan lubang yang dindingnya ditutupi plastik. Cegah terjadinya aliran limpasan yang masuk ke jalan dan selokan.

4.6.4 Kotoran dan Bekasnya

Kotoran dan kerikil yang ditumpuk harus disimpan di lapangan dan diberikan tutupan. Pengendalian debu harus dikelola pada semua fase konstruksi. Selama musim penghujan, bahan pelapisan tambahan berupa kerikil, kantung-kantung, terpal dan polietilena harus disimpan di lapangan untuk persiapan perbaikan darurat.

4.6.5 Pengendalian Kotoran Jejak Kendaraan

Pengendalian jejak kendaraan, seperti lapisan kerikil kasar, harus dipergunakan pada tiap-tiap jalan masuk menuju lokasi konstruksi untuk membatasi pengotoran oleh tanah yang dibawa ke luar lokasi. Penyapuan oleh tangan maupun secara mekanis harus dipergunakan untuk membersihkan bahan-bahan apapun yang terbawa keluar lokasi. Bahan yang dibawa keluar lokasi atau ke jalan raya harus dibersihkan dan dibuang dengan disapu manual, dengan alat pegang lainnya, atau mempergunakan peralatan penyapuan mekanis lainnya. Jika memungkinkan vakum kering/basah dapat disimpan di lokasi untuk membersihkan tumpahan.

4.6.6 Pelatihan dan Penegakan Aturan

Adalah amat penting bagi para pekerja untuk memahami pentingnya lokasi yang bersih, dan hubungan antara penanganan bahan-bahan secara tidak semestinya dan pembuangan bahan buangan/limbah secara keliru, dengan konsekuensinya terhadap penurunan kondisi lingkungan untuk kualitas kehidupan masyarakat. Praktik-praktik manajemen yang terbaik haruslah ditegakkan di lokasi oleh para personil yang berwenang.



Terlepas dari apakah proyek mempergunakan peralatan berat pemindah tanah atau hanya peralatan genggam (seperti sekop perata pada gambar di atas), tetap harus ada langkah-langkah yang diambil untuk menggabungkan keberlanjutan lingkungan ke dalam pengelolaan lokasi proyek. Para pekerja harus mendapatkan pelatihan mengenai cara penanganan maupun pembuangan bahan-bahan konstruksi yang semestinya agar dapat melindungi kesehatan manusia dan kondisi lingkungan hidup. © Daniel Cima/American Red Cross

ANNEX 1: ADDITIONAL RESOURCES

The following organizations and publications provide a variety of tools, resources, and information that elaborate on the concepts presented in this module.

Organizations

Association for Environment Conscious Building (AECB): Nonprofit professional organization that provides sustainable construction standards and guidelines. www.aecb.net

Builders Without Borders: Nongovernmental organization that provides information on sustainable construction with an emphasis on straw, earth, and other local and affordable materials. www.builderswithoutborders.org

Earthquake Engineering Research Institute: Nonprofit organization that provides in-depth information on housing construction methods and earthquake-resistant construction through its world housing encyclopedia. www.world-housing.net

IREC Information and Research for Reconstruction: Academic institution that provides a variety of papers, publications, and conference proceedings related to sustainable building and reconstruction. www.grif.umontreal.ca/pages/irecpublicns.html

Practical Action, formerly the Intermediate Technology Development Group: Nongovernmental organization that provides materials on disaster mitigation, disaster-risk reduction, and earthquake-resistant housing construction. www.practicalaction.org

ProAct Network: Nongovernmental organization that provides resources on waste management and asbestos hazards in post-disaster situations. www.proactnetwork.org

Shelter Centre: Nongovernmental organization supporting the humanitarian community in post-conflict and disaster shelter and housing. Provides information on transitional shelter construction and best practices. www.sheltercentre.org

Women's Refugee Commission: The Women's Refugee Commission is an expert resource and advocacy organization that monitors the care and protection of refugee women and children. The organization provides guidelines for fuelwood at www.womensrefugeecommission.org/programs/firewood and www.fuelnetwork.org.

Publications

Barenstein, Jennifer D., and Daniel Pittet. 2007. Post-disaster Housing Reconstruction: Current Trends and Sustainable Alternatives for Tsunami-affected Communities in Coastal Tamil Nadu. Institute for Applied Sustainability to the Built Environment (ISAAC).

Berge, Bjørn. 2009. The Ecology of Building Materials, 2nd Edition. Oxford: Architectural Press.

du Plessis, Chrisna. 2002. Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries. Pretoria, South Africa: CSIR Building and Construction Technology.

Glavinich, Thomas E. 2008. Contractor's Guide to Green Building Construction: Management, Project Delivery, Documentation, and Risk Reduction. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Halliday, Sandy. 2008. Sustainable Construction. Oxford: Elsevier.

Aron, Jean-Elie, Olivier Kayser, Laurent Liautaund and Aileen Nowlan. 2009. Access to Energy for the Base of the Pyramid. Hystra/Ashoka. www.hystra.com/opensource/energy.html

Kennedy, Joseph E., ed. 2004. Building Without Borders :Sustainable Construction for the Global Village. Gabriola Island, British Columbia: New Society Publishers.

Kibert, Charles J. 2003. Deconstruction: the start of a sustainable materials strategy for the built environment. UNEP Industry and Environment April-June: 84-89.

The Sphere Project. 2004. Minimum Standards in Shelter, Settlement and Non-food Items. Sphere Handbook. Geneva: Oxfam Publishing.

Roseberry, Rachel. 2008. A Balancing Act: An assessment of the environmental sustainability of permanent housing constructed by the international development community in post-disaster Aceh. University of Sussex.

UNEP. 2006. Eco-housing Guidelines for Tropical Regions. Bangkok.

United Nations Environment Programme (UNEP) and Swiss Resource and Consultancies for Development (SKAT). 2007. After the Tsunami: Sustainable Building Guidelines.

U.S. Environmental Protection Agency. National Menu of Stormwater Best Management Practices. www.cfpub.epa.gov/npdes/stormwater/menuofbmps/index.cfm

GLOSSARIUM

Berikut ini adalah daftar lengkap istilah-istilah penting yang digunakan dalam Perangkat Pemulihan dan Rekonstruksi Hijau. Di beberapa kasus, definisi telah disesuaikan dari sumber aslinya. Jika sumber tidak dicantumkan, hal tersebut mengindikasikan bahwa penulis hanya menggunakan definisi umum untuk kemudian disertakan ke dalam dokumen panduan ini.

Anaerobic Filter (atau Biofilter): Sistem penyaringan yang umumnya digunakan untuk pengelolaan limbah sekunder dari bilik pengelolaan primer seperti tangki septik (*septic tank*). Filter anaerobik terdiri dari tangki kedap berisi alas media terendam, yang berfungsi sebagai matriks pendukung untuk aktivitas biologis anaerobotik. Untuk lembaga-lembaga bantuan kemanusiaan, biofiltrasi prefabrikasi yang menggabungkan perlakuan primer dan sekunder ke dalam satu unit dapat memberikan tingkat perlakuan yang lebih baik dari sistem pengolahan tradisional seperti tangki septik pra-cetak silinder atau sistem lubang perendaman. Sumber: SANDEC. 2006. *Greywater Management in Low and Middle Income Countries*. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology. Switzerland.

Better Management Practices/Praktek Pengelolaan Terbaik (BMPs): BMP adalah teknik yang fleksibel, teruji, dan hemat biaya untuk menjaga lingkungan dengan membantu mengurangi dampak-dampak utama secara terukur dari pertumbuhan komoditas terhadap air, udara, tanah, dan keanekaragaman hayati planet ini. Praktek terbaik membantu para produsen untuk memperoleh keuntungan melalui cara yang berkelanjutan. BMP telah dikembangkan untuk berbagai kegiatan, seperti penangkapan ikan, pertanian/budidaya, dan kehutanan. Sumber: Clay, Jason. 2004. *World agriculture and the environment: a commodity-by-commodity guide to impacts and practices*. Island Press: Washington, DC.

Keanekaragaman hayati: Keanekaragaman biologi adalah variabilitas di antara organisme hidup dari semua sumber, antara lainnya yaitu ekosistem terestrial, laut dan aquatik lainnya serta ekologi kompleks; hal ini pun mencakup keanekaragaman di dalam spesies, antar spesies, dan ekosistem. Sumber: *United Nations. Convention on Biological Diversity*. www.cbd.int/convention/articles.shtml?a=cbd-02 (Diakses pada 18 Juni, 2010)

Jejak Karbon: Jumlah serangkaian emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh per-orangan, organisasi, kegiatan, atau produk baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk kesederhanaan dalam laporan, jejak karbon sering dinyatakan dengan jumlah karbon dioksida, atau istilah gas rumah kaca lainnya. Sumber: www.carbontrust.co.uk (Diakses pada 22 Juni 2010)

Carbon Offset/Pengganti Kerugian Karbon: Instrumen keuangan yang ditujukan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca. *Carbon offset* diukur dalam satuan metrik ton setara karbon dioksida (CO₂e) dan dapat mewakili enam kategori utama gas rumah kaca. Satu *carbon offset* merupakan pengurangan satu metrik ton karbon dioksida atau gas rumah kaca setara lainnya. Sumber: *World Bank. 2007. State and Trends of the Carbon Market*. Washington, DC

Perubahan Iklim: Iklim suatu tempat atau daerah dianggap telah berubah jika selama beberapa periode (umumnya beberapa dekade atau lebih) terjadi perubahan statistik secara signifikan pada pengukuran keadaan rata-rata atau variabilitas iklim untuk daerah atau tempat tersebut. Perubahan iklim bisa disebabkan proses alami atau perubahan antropogenik terus-menerus di darat maupun udara. Sumber: *UN International Strategy for Disaster Reduction. Terminology of disaster risk reduction. www.unisdr.org/eng/terminology/terminology-2009-eng.html* (Diakses pada 1 April 2010).

Kontruksi: Kontruksi diartikan secara luas sebagai proses atau mekanisme merealisasikan pemukiman masyarakat dan pembuatan infrastruktur yang mendukung pembangunan. Kontruksi mencakup ekstraksi dan pengolahan bahan baku, pembuatan bahan bangunan, dan komponen-komponen bangunan, siklus proyek konstruksi dari kelayakan hingga dekonstruksi, dan pengelolaan serta pengoperasian lingkungan yang dibangun. Sumber: *du Plessis, Chrisna. 2002. Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries. Pretoria, South Africa: CSIR Building and Construction Technology.*

Bencana: Gangguan serius pada fungsi masyarakat, yang menyebabkan kerugian materi, kematian jiwa, dan kerusakan lingkungan dimana masyarakat yang terkena bencana kehilangan kemampuan untuk mengatasi kondisi yang ada dengan hanya mengandalkan sumber daya yang tersisa yang mereka miliki. Bencana seringkali diklasifikasikan berdasarkan kecepatan serangan (mendadak atau lambat) dan besaran dampak (secara alami atau disebabkan kelalaian manusia). Bencana terjadi ketika petaka alam atau kelalaian manusia berdampak negatif terhadap masyarakat rentan, komunitas dan lingkungan mereka. Sumber: *UNDP/UNDRO. 1992. Overview of Disaster Management. 2nd Ed.*

Siaga Bencana: Kegiatan yang dirancang untuk meminimalkan hilangnya nyawa dan kerusakan, mengatur pengungsian sementara masyarakat dan harta benda dari lokasi yang terancam bencana, dan memfasilitasi dengan tepat waktu dan upaya penyelamatan yang efektif, bantuan dan rehabilitasi. Sumber: *UNDP/UNDRO. 1992. Overview of Disaster Management. 2nd Ed.*

Resiko Bencana: Potensi kerugian yang diakibatkan bencana dalam kehidupan, status kesehatan, mata pencaharian, aset, dan layanan yang dapat terjadi pada suatu komunitas tertentu atau masyarakat selama beberapa periode waktu tertentu di masa yang akan datang. Resiko dapat dinyatakan sebagai rumus matematika sederhana: $\text{Resiko} = \text{Bahaya} \times \text{Kerentanan}$. Rumus tersebut menggambarkan konsep bahwa semakin besar potensi terjadinya bencana dan semakin rentannya populasi, maka akan semakin besar pula resiko yang ditimbulkan. Sumber: *UN International Strategy for Disaster Reduction. Terminology of disaster risk reduction. www.unisdr.org/eng/terminology/terminology-2009-eng.html* (Diakses pada 1 April 2010)

Pengurangan Resiko Bencana: Praktek mengurangi resiko bencana melalui upaya sistematis dalam mengkaji dan mengelola faktor-faktor penyebab bencana, termasuk mengurangi paparan bencana, mengurangi tingkat kerentanan masyarakat dan harta benda, pengelolaan lahan dan lingkungan secara bijaksana, serta meningkatkan kesiagaan terhadap kondisi-kondisi terburuk. Sumber: *UN International Strategy for Disaster*

Reduction. Terminology of disaster risk reduction. www.unisdr.org/eng/terminology/terminology-2009-eng.html (Diakses pada 1 April 2010)

Ekosistem: Dinamika kompleks dari tanaman, hewan, dan komunitas makhluk hidup lainnya, serta lingkungan yang berinteraksi sebagai unit fungsional. Manusia merupakan bagian integral dari ekosistem. Sumber: *UN. Convention on Biological Diversity. www.cbd.int/convention/articles.shtml?a=cbd-02* (Diakses pada 18 Juni 2010)

Daya Dukung/Layanan Ekosistem: Keuntungan-keuntungan yang diperoleh masyarakat dari ekosistem. Definisi ini diambil dari *Millennium Ecosystem Assessment*. Keuntungan yang disediakan ekosistem mencakup “layanan pengaturan” seperti pengaturan banjir, musim kemarau, degradasi lahan dan penyakit; “layanan penyediaan” seperti penyediaan makanan dan air, “layanan pendukung” seperti bantuan pembentukan tanah dan siklus nutrisi, dan “layanan budaya” seperti rekreasi, spiritual, dan keuntungan non-materi lainnya. Pengelolaan terpadu terhadap tanah, air, dan sumber daya hidup yang mendukung pelestarian dan penggunaan berkelanjutan menjadi dasar pemeliharaan layanan ekosistem, termasuk faktor-faktor yang dapat mengurangi resiko bencana. Sumber: *UN International Strategy for Disaster Reduction. Terminology of disaster risk reduction. www.unisdr.org/eng/terminology/terminology-2009-eng.html* (Diakses pada 1 April 2010)

Penghitungan Energi (*Embodied Energy*): Keberadaan energi yang digunakan dalam pekerjaan pembuatan produk. *Embodied energy* adalah metode penghitungan yang digunakan untuk mengetahui jumlah total energi yang diperlukan untuk seluruh siklus penggunaan produk. Sumber: *Glavinich, Thomas. 2008. Contractor's Guide to Green Building Construction: Management, Project Delivery, Documentation, and Risk Reduction. John Wiley & Sons, Inc: New Jersey.*

Lingkungan: Fisik kompleks, kimia, dan faktor-faktor biotik (seperti iklim, tanah, dan makhluk hidup) yang bertindak atas organisme individu dan komunitas, termasuk manusia, dan pada akhirnya menentukan bentuk dan kelangsungan hidup mereka. Lingkungan pun merupakan gabungan kondisi sosial dan budaya yang mempengaruhi kehidupan seseorang atau komunitas. Lingkungan mencakup sumber daya alam dan layanan ekosistem yang terdiri dari fungsi penunjang penting bagi kehidupan manusia, termasuk air bersih, makanan, material untuk tempat tinggal, dan mata pencaharian. Sumber: Diadaptasi dari : *Merriam Webster Dictionary, "Environment."* www.merriam-webster.com/netdict/environment (Diakses pada 15 Juni 2010)

Analisis Dampak Lingkungan: Perangkat yang digunakan untuk mengidentifikasi dampak lingkungan, sosial, dan ekonomi suatu proyek sebelum pengambilan keputusan. Analisis ditujukan untuk memprediksi dampak lingkungan pada tahap awal dalam perencanaan dan perancangan proyek, menemukan cara dan sarana untuk mengurangi dampak buruk, membentuk proyek agar sesuai dengan lingkungan setempat, dan menyajikan prediksi dan pilihan kepada para pembuat keputusan. Sumber: *International Association of Environmental Impact Assessment in cooperation with Institute of Environmental Assessment. 1999. Principles of Environmental Impact Assessment Best Practice.*

Kontruksi Hijau: Kontruksi hijau adalah perencanaan dan pengelolaan proyek kontruksi yang sesuai dengan pembuatan desain dalam rangka meminimalkan dampak proses kontruksi pada lingkungan. Kontruksi hijau mencakup 1) meningkatkan efisiensi proses kontruksi; 2) menghemat energi, air, dan sumber daya lainnya selama proses kontruksi; dan 3) meminimalkan limbah kontruksi. “Bangunan hijau” adalah salah satu yang memenuhi persyaratan kinerja pembangunan tertentu dan juga meminimalkan gangguan dan meningkatkan fungsi ekosistem lokal, regional, dan global baik selama dan sesudah konstruksi struktur dan masa layanan tertentu. Sumber: *Glavinich, Thomas E. 2008. Contractor’s Guide to Green Building Construction: Management, Project Delivery, Documentation, and Risk Reduction. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.*

Pembelian Hijau: Pembelian hijau sering disebut sebagai pembelian ramah lingkungan (*Environmentally Preferable Purchasing/EPP*), dan pemilihan afirmatif, serta akuisisi produk dan layanan yang paling efektif meminimalkan dampak negatif pada lingkungan selama siklus pembuatan, transportasi, penggunaan, dan daur ulang atau pembuangan. Contoh karakteristik ramah lingkungan mencakup produk dan layanan yang menghemat energi dan air, serta meminimalkan jumlah limbah dan pelepasan polutan, produk yang dibuat dari bahan daur ulang dan dapat digunakan kembali atau didaur ulang, energi dari sumber daya terbarukan seperti *biofuel*, tenaga matahari, dan angin, kendaraan berbahan bakar alternatif, dan produk menggunakan bahan alternatif sebagai pengganti dari bahan kimia berbahaya dan beracun, bahan radioaktif, serta agen pembawa bahaya lainnya. Sumber: *U.S. Environmental Protection Agency. 1999. Final Guidance on Environmentally Preferred Purchasing. Federal Register. Vol. 64 No. 161.*

Penghijauan (Greening): Proses transformasi artefak seperti ruang, gaya hidup, atau pencitraan merk menjadi versi yang lebih ramah lingkungan (yaitu “penghijauan rumah” atau “penghijauan kantor”). Tindakan penghijauan melibatkan penggabungan produk dan proses “hijau” ke dalam suatu lingkungan, seperti rumah, tempat kerja, dan gaya hidup secara umum. Sumber: Didasarkan pada: *Glavinich, T. 2008. Contractor’s Guide to Green Building Construction: Management, Project Delivery, Documentation, and Risk Reduction. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.*

Bahaya: Peristiwa yang berpotensi merusak secara fisik, fenomena, atau kegiatan manusia yang dapat menyebabkan hilangnya nyawa atau luka, kerusakan harta benda, gangguan sosial dan ekonomi, atau kerusakan lingkungan. Bahaya dapat mencakup kondisi laten yang dapat mewakili ancaman di masa depan dan terkadang memiliki asal-usul yang berbeda: alami (geologis, hidrometeorologis, dan biologis) atau disebabkan oleh proses-proses manusia (kerusakan lingkungan dan bahaya teknologi). Sumber: *UN International Strategy for Disaster Reduction. Terminology of disaster risk reduction. www.unisdr.org/eng/terminology/terminology-2009-eng.html* (Diakses pada 1 April 2010)

Dampak: Setiap efek yang disebabkan oleh kegiatan terhadap lingkungan, termasuk efek pada kesehatan dan keselamatan manusia, tumbuhan, hewan, udara, air, iklim, pemandangan, dan monumen sejarah, atau struktur fisik lainnya, atau interaksi antara faktor-faktor tersebut. Dampak pun termasuk efek pada warisan budaya atau kondisi sosial ekonomi yang dihasilkan oleh faktor-faktor terkait. Sumber: *United Nations Economic Commission for Europe. 1991. The Convention on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context. www.unece.org* (Diakses pada 22 Juni 2010)

Indikator: Pengukuran capaian atau perubahan untuk tujuan tertentu. Perubahan bisa bersifat positif atau negatif, langsung atau tidak langsung. Indikator menyediakan cara untuk mengukur dan mengkomunikasikan dampak, atau hasil program serta proses, atau metode yang digunakan. Indikator dapat bersifat kualitatif atau kuantitatif. Indikator biasanya diklasifikasikan berdasarkan tingkatannya: indikator *input* (mengukur sumber daya yang disediakan), indikator *output* (hasil langsung), indikator capaian/*outcome* (manfaat dari kelompok sasaran) dan indikator dampak (konsekuensi jangka panjang). Sumber: *Chaplowe, Scott G. 2008. Monitoring and Evaluation Planning. American Red Cross/CRS M&E Module Series. American Red Cross and Catholic Relief Services: Washington, DC and Baltimore, MD.*

Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu: Proses sistemik dan partisipatif untuk pembangunan berkelanjutan, alokasi, dan pemantauan penggunaan sumber daya air di dalam konteks tujuan sosial, ekonomi, dan lingkungan. Sumber: Didasarkan pada *Sustainable Development Policy Institute. Training Workshop on Integrated Water Resource Management. www.sdpi.org* (Diakses pada 22 Juni 2010)

Penilaian Siklus Kehidupan (*Life Cycle Assessment/LCA*): Teknik untuk menilai aspek lingkungan dan potensi dampak dari suatu produk, proses, atau layanan dengan menyusun inventarisasi energi terkait dan input bahan, dan pelepasan lingkungan; mengevaluasi potensi dampak lingkungan terkait dengan masukan dan pengeluaran yang teridentifikasi, dan menafsirkan hasil untuk membantu membuat keputusan yang lebih tepat. Sumber: *Scientific Applications International Corporation. 2006. Life Cycle Assessment: Principle's and Practice. Report prepared for U.S. EPA.*

Pengelolaan Siklus Kehidupan Bahan/Barang: Memaksimalkan penggunaan produktif dan menggunakan kembali bahan sepanjang siklus hidup/masa pakainya dalam rangka meminimalkan jumlah bahan baku yang terlibat dan dampak lingkungan terkait.

Siklus Kehidupan/Masa Pakai Bahan: Berbagai tahapan dari pembuatan bahan/barang, dari ekstraksi atau panen bahan baku untuk digunakan kembali, daur ulang dan pembuangan.

Mata Pencaharian: penghidupan terdiri dari kemampuan, aset (baik sumber daya materi dan sosial) dan kegiatan yang dibutuhkan sebagai sarana hidup. Mata pencaharian dikatakan berkelanjutan ketika dapat mengatasi dan pulih dari tekanan dan guncangan, serta dapat mempertahankan atau meningkatkan kemampuannya dan aset baik di masa sekarang maupun masa yang akan datang, tanpa merusak sumber daya alam. Sumber: *DFID. 1999. Sustainable Livelihoods Approach Guidance Sheets. London: Department for International Development.*

Logframe: Kerangka kerja logis, analisis adalah perangkat yang umum digunakan dalam perancangan dan pengelolaan proyek. Analisis logframe menyediakan pendekatan logis terstruktur dalam penetapan prioritas proyek, desain, dan anggaran, serta identifikasi hasil-hasil terkait dan target kinerja. Logframe pun menyediakan perangkat pengelolaan untuk pelaksanaan proyek, pemantauan, dan evaluasi. Analisis logframe dimulai dengan analisis masalah yang diikuti dengan penetapan tujuan, sebelum kemudian melanjutkan pada tahapan identifikasi kegiatan-kegiatan proyek, indikator kinerja terkait dan asumsi utama, serta resiko yang

dapat mempengaruhi keberhasilan proyek. Sumber: *Provention Consortium. 2007. Logical and Results Based Frameworks. Tools for Mainstreaming Disaster Risk Reduction. Guidance Note 6. Geneva, Switzerland.*

Pengelolaan Air limbah Primer: Penggunaan gravitasi untuk memisahkan bahan yang dapat tenggelam dan mengapung dari air limbah. Sumber: *National Research Council. 1993. Managing Wastewater in Coastal Urban Areas. Washington DC: National Academy Press*

Desain Proyek: Tahap awal siklus proyek yaitu penjelasan tujuan-tujuan proyek dan hasil yang diharapkan serta identifikasi *input* dan kegiatan proyek.

Evaluasi Proyek: Pemeriksaan sistematis dan tidak memihak terhadap tindakan/aksi kemanusiaan yang ditujukan untuk menarik pelajaran guna memperbaiki kebijakan dan praktek serta meningkatkan akuntabilitas. Sumber: *Active Learning Network for Accountability and Performance in Humanitarian Action (ALNAP). Report Types. www.alnap.org* (Diakses pada 25 Juni 2010)

Pemantauan Proyek: Sebuah proses berkesinambungan dan sistematis dalam mencatat, mengumpulkan, mengukur, menganalisa, dan menyampaikan informasi. Sumber: *Chaplowe, Scott G. 2008. Monitoring and Evaluation Planning. American Red Cross/CRS M&E Module Series. American Red Cross and Catholic Relief Services : Washington, DC and Baltimore, MD.*

Rekonstruksi: Tindakan yang diambil untuk membangun kembali komunitas setelah periode pemulihan paska bencana. Tindakan yang dilakukan dapat mencakup pembangunan perumahan permanen, restorasi penuh seluruh layanan, dan pengembalian kondisi sebelum terjadinya bencana. Sumber: *UNDP/UNDRO. 1992. Overview of Disaster Management. 2nd Ed.*

Pemulihan: Pemulihan dan perbaikan fasilitas, mata pencaharian, dan kondisi kehidupan masyarakat yang terkena bencana, termasuk upaya untuk mengurangi faktor resiko bencana. Sumber: *UN International Strategy for Disaster Reduction. Terminology of disaster risk reduction. www.unisdr.org/eng/terminology/terminology-2009-eng.html* (Diakses pada 1 April 2010)

Daur ulang: Melebur, menghancurkan, atau mengubah suatu komponen dan memisahkannya dari bahan-bahan yang lain dimana komponen tersebut pertama kali diproduksi. Komponen kemudian memasuki kembali proses produksi sebagai bahan mentah (misalnya sampah kantong plastik yang diolah kembali menjadi botol plastik. Sumber: Didasarkan pada: *Glavinich, Thomas E. 2008. Contractor's Guide to Green Building Construction: Management, Project Delivery, Documentation, and Risk Reduction. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.*

Ketahanan: Kapasitas sistem, komunitas, atau masyarakat yang berpotensi terkena bencana mencoba beradaptasi dengan menolak atau mengubah dalam rangka mencapai dan mempertahankan tingkat yang dapat diterima dari fungsi dan struktur. Ketahanan ditentukan oleh sejauh mana sistem sosial mampu mengorganisir dirinya sendiri untuk meningkatkan kapasitasnya dengan belajar dari bencana di masa lalu

demi perlindungan di masa depan yang lebih baik dan meningkatkan upaya pengurangan resiko. Sumber: *UN International Strategy for Disaster Reduction. Terminology of disaster risk reduction. www.unisdr.org/eng/terminology/terminology-2009-eng.html* (Diakses pada 1 April 2010)

Penanggulangan (disebut juga dengan Bantuan Bencana): Penyediaan layanan darurat dan bantuan publik selama atau segera setelah terjadinya bencana dalam rangka menyelamatkan nyawa, mengurangi dampak kesehatan, memastikan keselamatan publik, dan memenuhi kebutuhan hidup dasar masyarakat yang terkena dampak.

Komentar: Penanggulangan bencana difokuskan pada kebutuhan mendesak jangka pendek dan terkadang disebut sebagai bantuan bencana. Pembagian antara tahap penanggulangan dan tahap pemulihan selanjutnya tidak diketahui secara pasti. Beberapa tindakan penanggulangan, seperti penyediaan perumahan sementara dan pasokan air, dapat diperpanjang hingga tahap pemulihan.

Sumber: *UN International Strategy for Disaster Reduction. Terminology of disaster risk reduction. www.unisdr.org/eng/terminology/terminology-2009-eng.html* (Diakses pada 1 April 2010)

Penggunaan Kembali: Penggunaan kembali komponen yang ada dalam bentuk yang sebagian besar tidak mengalami perubahan dan dengan fungsi yang serupa (misalnya menggunakan kembali genteng keramik untuk rumah yang direnovasi ulang). Sumber: Didasarkan pada: *Glavinich, Thomas E. 2008. Contractor's Guide to Green Building Construction: Management, Project Delivery, Documentation, and Risk Reduction. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.*

Pengolahan Limbah Air Sekunder: Menggunakan baik proses biologis (yaitu mikroorganisme) dan fisik (yaitu gravitasi) yang dirancang untuk menghilangkan kebutuhan oksigen biologis (*biological oxygen demand/ BOD*) dan total padatan tersuspensi (*total suspended solids/TSS*) dari limbah air. Sumber: *National Research Council. 1993. Managing Wastewater in Coastal Urban Areas. Washington DC: National Academy Press.*

Pengembangan Lokasi: Proses fisik konstruksi pada lokasi pembangunan. Kegiatan-kegiatan konstruksi tersebut diantaranya pembukaan lahan, mobilisasi sumber daya yang akan digunakan dalam infrastruktur fisik (termasuk air), fabrikasi komponen bangunan di lokasi, dan proses perakitan komponen serta bahan baku menjadi elemen fisik yang direncanakan untuk lokasi. Proses pengembangan lokasi pun meliputi penyediaan akses terhadap fasilitas dasar (misalnya air, pembuangan limbah, bahan bakar) serta perbaikan kondisi lingkungan (misalnya melalui penanaman begetasi atau tindakan-tindakan lingkungan lainnya).

Pemilihan Lokasi: Proses yang terdiri dari banyak tahapan mulai dari perencanaan hingga konstruksi, termasuk inventarisasi awal, penilaian, analisis alternatif, rincian desain, prosedur konstruksi, dan layanan. Pemilihan lokasi mencakup peruntukan bagi perumahan, pelayanan dasar (misalnya air, bahan bakar,

pembuangan limbah, dll), akses infrastruktur (misalnya jembatan, jalan, dll) dan struktur sosial dan ekonomi yang biasanya digunakan oleh penduduk setempat (misalnya sekolah, klinik, pasar, fasilitas transportasi, dll).

Indikator SMART: Indikator yang memenuhi kriteria SMART (*Specific/spesifik, Measurable/terukur, Achievable/dapat dicapai, Relevant/relevan, dan Time-bound/terikat waktu*). Sumber: Didasarkan pada: *Doran, G. T. 1981. There's a S.M.A.R.T. way to write management's goals and objectives. Management Review: 70, Issue 11.*

Kontruksi Berkelanjutan: Kontruksi berkelanjutan melampaui definisi “kontruksi hijau” dan menawarkan pendekatan yang lebih menyeluruh dalam mendefinisikan interaksi antara konstruksi dan lingkungan. Kontruksi berkelanjutan adalah prinsip pembangunan berkelanjutan yang diterapkan pada siklus pembangunan komprehensif, mulai dari ekstraksi dan pengolahan bahan baku melalui perencanaan, desain dan kontruksi bangunan dan infrastruktur, dan juga berkaitan dengan dekonstruksi akhir bangunan dan pengelolaan limbah yang dihasilkan. Kontruksi hijau adalah proses holistik yang bertujuan untuk memulihkan dan menjaga harmonisasi antara lingkungan alam dan bangunan, sekaligus menciptakan pemukiman yang menegaskan martabat manusia dan mendorong pemerataan ekonomi. Sumber: *du Plessis, Chrisna. 2002. Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries. Pretoria, South Africa: CSIR Building and Construction Technology.*

Pembangunan Berkelanjutan: Pembangunan yang memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi yang akan datang dalam memenuhi kebutuhan mereka sendiri. Sumber: *World Commission on Environment and Development. 1987. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Document A/42/427. www.un-documents.net* (Diakses pada 22 Juni 2010)

Pengolahan Air Limbah Tersier: Penggunaan berbagai macam proses fisik, biologi, dan kimia yang ditujukan untuk menghilangkan nitrogen dan fosfor dari air limbah. Sumber: *National Research Council. 1993. Managing Wastewater in Coastal Urban Areas. Washington DC: National Academy Press. p. 58*

Kerentanan: Kerentanan *manusia* adalah kurangnya kapasitas relatif seseorang atau komunitas dalam mengantisipasi, mengatasi, menahan, dan pulih dari dampak bencana. Kerentanan *struktur atau fisik* adalah sejauh mana struktur atau layanan mengalami kerusakan atau terganggu oleh peristiwa bahaya. Kerentanan *masyarakat* terjadi ketika komponen beresiko berada pada jalur atau area bahaya dan rentan terjadi kerusakan. Kerugian yang disebabkan oleh bahaya, seperti badai atau gempa bumi, akan lebih besar terjadi pada populasi yang rentan, misalnya masyarakat yang hidup dalam kemiskinan dengan struktur yang lemah, dan tanpa strategi siaga bencana yang memadai. Sumber: *UNDHA. 1997. Building Capacities for Risk Reduction. 1st Ed.*

Batas Air (Watershed): Wilayah lereng hingga titik terendah. Air bergerak melalui jalur drainase, baik di bawah maupun permukaan tanah. Umumnya jalur ini menyatu ke sungai, dan badan sungai menjadi semakin besar seiring dengan air yang mengalir ke hilir, dan akhirnya mencapai danau, muara, atau laut. Sumber: Didasarkan pada: *Oregon Watershed Enhancement Board. 1999. Oregon Watershed Assessment Manual. www.oregon.gov Salem.*

DAFTAR SINGKATAN

Berikut ini adalah singkatan-singkatan yang digunakan dalam dokumen Perangkat Pemulihan dan Rekonstruksi Hijau.

ADB	<i>Asian Development Bank</i>
ADPC	<i>Asian Disaster Preparedness Center</i>
ADRA	<i>Adventist Development and Relief Agency</i>
AECB	<i>Association for Environment Conscious Building</i>
AJK	<i>Azad Jammu Kashmir</i>
ALNAP	<i>Active Learning Network for Accountability and Performance in Humanitarian Action</i>
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
BMPS	<i>best management practices</i>
BOD	<i>biological oxygen demand</i>
CAP	<i>Consolidated Appeals Process</i>
CEDRA	<i>Climate Change and Environmental Degradation Risk and Adaptation Assessment</i>
CFL	<i>compact fluorescent lamp</i>
CGIAR	<i>Consultative Group on International Agricultural Research</i>
CHAPS	<i>Common Humanitarian Assistance Program</i>
CIDEM	<i>Centro de Investigación y Desarrollo de Estructuras y Materiales</i>
CO	<i>Country Office</i>
CRISTAL	<i>Community-based Risk Screening Tool – Adaptation and Livelihoods</i>
CRS	<i>Catholic Relief Services</i>
CVA	<i>community vulnerability assessment</i>

DFID	<i>Department for International Development</i>
DRR	<i>disaster risk reduction</i>
EAWAG	<i>Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology</i>
ECB	<i>Emergency Capacity Building Project</i>
EE	<i>embodied energy</i>
EIA	<i>environmental impact assessment</i>
EMP	<i>environmental management plan</i>
ENA	<i>Environmental Needs Assessment in Post-Disaster Situations</i>
ENCAP	<i>Environmentally Sound Design and Management Capacity Building for Partners and Programs in Africa</i>
EPP	<i>environmentally preferable purchasing</i>
ESR	<i>Environmental Stewardship Review for Humanitarian Aid</i>
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FEAT	<i>Flash Environmental Assessment Tool</i>
FRAME	<i>Framework for Assessing, Monitoring and Evaluating the Environment in Refugee Related Operations</i>
FSC	<i>Forest Stewardship Council</i>
G2O2	<i>Greening Organizational Operations</i>
GBCI	<i>Green Building Certification Institute</i>
GBP	<i>Green Building Programme</i>
GIS	<i>geographic information system</i>
GRR	<i>Green Recovery and Reconstruction</i>
GRRT	<i>Green Recovery and Reconstruction Toolkit</i>
GTZ	<i>Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit</i>

GWP	<i>Global Water Partnership</i>
HQ	<i>headquarters</i>
HVAC	<i>heating, ventilation, and air conditioning</i>
IAS	<i>heating, ventilation, and air conditioning</i>
IASC	<i>Inter-Agency Standing Committee</i>
IAIA	<i>International Association for Impact Assessment</i>
IBRD	<i>International Bank for Reconstruction and Development</i>
ICE	<i>Inventory of Carbon and Energy</i>
IDA	<i>International Development Association</i>
IDP	<i>internally displaced peoples</i>
IDRC	<i>International Development Research Centre</i>
IFC	<i>International Finance Corporation</i>
IFRC	<i>International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies</i>
IFMA	<i>International Facilities Management Association</i>
ILO	<i>International Labour Organization</i>
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
IRC	<i>International Rescue Committee</i>
ISAAC	<i>Institute for Applied Sustainability to the Built Environment</i>
ISDR	<i>International Strategy for Disaster Reduction</i>
ISO	<i>International Standards Organization</i>
IT	<i>information technology</i>
ITDG	<i>Intermediate Technology Development Group</i>

IUCN	<i>International Union for the Conservation of Nature</i>
ISWM	<i>integrated solid waste management</i>
IWA	<i>International Water Association</i>
IWMI	<i>International Water Management Institute</i>
IWRM	<i>integrated water resource management</i>
IWQA	<i>International Water Quality Association</i>
IWSA	<i>International Water Supply Association</i>
KW H	<i>Kilowatt hour</i>
LCA	<i>life cycle assessment</i>
LEDEG	<i>Leadership in Energy & Environmental Design</i>
LEED	<i>Leadership in Energy & Environmental Design</i>
M&E	<i>monitoring and evaluation</i>
MAC	<i>Marine Aquarium Council</i>
MDGS	<i>Millennium Development Goals</i>
MSC	<i>Marine Stewardship Council</i>
NACA	<i>Network of Aquaculture Centers</i>
NGO	<i>non-governmental organization</i>
NSF-ERS	<i>National Science Foundation - Engineering and Research Services</i>
NWFP	<i>North Western Frontier Province</i>
OCHA	<i>Office for the Coordination of Humanitarian Affairs</i>
PDNA	<i>Post Disaster Needs Assessment</i>
PEFC	<i>Programme for the Endorsement of Forest Certification</i>

PET	<i>Polyethylene terephthalate</i>
PMI	<i>Indonesian Red Cross Society</i>
PVC	<i>Polyvinyl chloride</i>
PV	<i>photovoltaic</i>
REA	<i>Rapid Environmental Assessment</i>
RIVM	<i>Dutch National Institute for Public Health and the Environment</i>
SC	<i>sustainable construction</i>
SCC	<i>Standards Council of Canada</i>
SEA	<i>Strategic Environmental Impact Assessment</i>
SIDA	<i>Swedish International Development Agency</i>
SKAT	<i>Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management</i>
SL	<i>sustainable livelihoods</i>
SMART	<i>Specific, Measurable, Achievable, Relevant, and Time-bound</i>
SODIS	<i>solar water disinfection</i>
TRP	<i>Tsunami Recovery Program</i>
TSS	<i>total suspended solids</i>
UN	<i>United Nations</i>
UNDHA	<i>United Nations Department of Humanitarian Affairs</i>
UNDP	<i>United Nations Department of Humanitarian Affairs</i>
UNDRO	<i>United Nations Disaster Relief Organization</i>
UNEP	<i>United Nations Environment Program</i>
UNGM	<i>United Nations Global Marketplace</i>

UN-HABITAT	<i>United Nations Human Settlements Programme</i>
UNHCR	<i>United Nations High Commissioner for Refugees</i>
UNICEF	<i>The United Nations Children's Fund</i>
USAID	<i>United States Agency for International Development</i>
USAID-ESP	<i>United States Agency for International Development- Environmental Services Program</i>
VROM	<i>Dutch Ministry of Spatial Planning, Housing and the Environment</i>
WEDC	<i>Water, Engineering, and Development Centre</i>
WGBC	<i>World Green Building Council</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>
WWF	<i>World Wildlife Fund</i>



Tepat setelah tsunami tahun 2004 di Samudera Hindia, Palang Merah Amerika dan WWF membentuk kemitraan inovatif lima tahun untuk membantu memastikan bahwa upaya-upaya pemulihan yang dilakukan Palang Merah Amerika tidak memberikan dampak negatif yang tidak diinginkan terhadap lingkungan. Dengan menggabungkan kinerja dan keahlian WWF dengan pakar kemanusiaan Palang Merah Amerika, kemitraan telah bekerja di seluruh wilayah yang terkena dampak tsunami untuk memastikan bahwa program pemulihan yang menyertakan pertimbangan lingkungan dapat memenuhi persyaratan pemulihan jangka panjang bagi masyarakat.

Perangkat Pemulihan dan Rekonstruksi Hijau disusun berdasarkan pengalaman program kemitraan tersebut serta 30 penulis internasional dan para ahli yang turut berkontribusi terhadap konten perangkat ini. WWF dan Palang Merah Amerika menawarkan pengetahuan yang berhasil dirangkum dalam dokumen ini dengan harapan bahwa komunitas kemanusiaan dan lingkungan terus bekerja sama dengan efektif, menggabungkan solusi-solusi lingkungan berkelanjutan ke dalam proyek pemulihan bencana. Proses penyusunan Perangkat Pemulihan dan Rekonstruksi Hijau mendapat banyak bantuan dari Palang Merah Amerika.