

7

PANDUAN  
HIJAU



# AIR DAN SANITASI

PEMULIHAN DAN REKONSTRUKSI HIJAU: PERANGKAT PELATIHAN UNTUK BANTUAN KEMANUSIAAN



Penerjemah Modul:  
***Cut Desyana***

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.

.....

7

PANDUAN  
HIJAU

# AIR DAN SANITASI

**Achala Navaratne**, Consultant

**Toni Tomasek**, Consultant

**Emily Rand** , Mercy Corps

**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 rerkonstruksi 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

<b>Manager Proyek</b>	Jonathan Randall, World Wildlife Fund
<b>Pakar Pelatihan</b>	Paul Thompson, InterWorks LLC
<b>Direktur Kreatif</b>	Melissa Carstensen, QueenBee Studio
<b>Komite Penasehat</b>	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	Judy Oglethorpe, World Wildlife Fund
Rick Bauer, Oxfam-UK	Robert Ondrusek, International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies
Gina Castillo, Oxfam-America	Adrian Ouvry, Danish Refugee Council
Prem Chand, RedR-UK	Megan Price, RedR-UK Catherine Russ, RedR-UK Graham Saunders, International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies
Scott Chaplowe, International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies	Ron Savage, U.S. Agency for International Development
Marisol Estrella, United Nations Environment Programme	Hari Shrestha, Save the Children
Chiranjibi Gautam, United Nations Environment Programme	Rod Snider, American Red Cross
Toby Gould, RedR-UK	Margaret Stansberry, American Red Cross
Tek Gurung, United Nations Environment Programme	Karen Sudmeier, International Union for Conservation of Nature
Yohannes Hagos, American Red Cross	Nigel Timmins, Tearfund
James Kennedy, Consultant	Muralee Thummarukudy, United Nations Environment Programme
Earl Kessler, Consultant	Anne-Cécile Vialle, United Nations Environment Programme
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	

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 7: PANDUAN HIJAU UNTUK AIR DAN SANITASI

## Daftar Isi

<b>1</b>	<b>Pendahuluan</b>	<b>1</b>
1.1	Tujuan Modul	1
1.2	Perangkat dan Pemulihan Rekonstruksi Hijau	1
1.3	Target Pembaca	1
1.4	Konsep - Konsep Utama Modul	2
1.5	Asumsi Modul	2
1.6	Istilah - istilah dalam Modul	3
<b>2</b>	<b>Siklus Proyek Air dan Sanitasi Berkelanjutan</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Implikasi Lingkungan dari Kegiatan Air dan Sanitasi</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Menggunakan Pendekatan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS/<i>Watershed</i>)</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Memahami Perubahan Iklim dan Sumber Daya Air</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>Teknologi dan Teknik yang Bermanfaat bagi Lingkungan</b>	<b>18</b>
6.1	Pasokan Air Minum	18
6.1.1	Penampung Air Hujan	18
6.1.2	Air Tanah	20
6.1.3	Teknologi Pengolahan Air Rumah Tangga	23
6.2	Pengelolaan Limbah Cair	25
6.2.1	Lahan Basah Buatan ( <i>Constructed Wetland</i> ) untuk Pengolahan Limbah Cair	25
6.2.2	Filter Anaerobik/Biofilter untuk Pengolahan Limbah Cair	28
6.2.3	Teknologi Kompos Kering	29
6.3	Pengelolaan Limbah Padat	32
6.3.1	Pembuatan Kompos dan Berkebun di Rumah	32
6.3.2	Biogas	35

<b>7 Standar Internasional Terkait .....</b>	<b>37</b>
7.1 Standar Lingkungan (Sphere Standart) .....	37
7.2 Tujuan Pembangunan Milenium PBB (UN Millenium Development Goals/MDGs ....	37
7.3 Konsfrensi Tingkat Tinggi Dunia Mengenai Pembangunan Lingkungan .....	38
<b>Lampiran 1 : Sumber-Sumber Tambahan .....</b>	<b>39</b>
<b>Lampiran 2 : .....</b>	<b>43</b>
<b>Glosarium .....</b>	<b>37</b>
<b>Daftar Singkatan .....</b>	<b>55</b>

# 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Tujuan Modul

Tujuan pembelajaran khusus dari modul ini adalah sebagai berikut:

1. Mempromosikan dan menerapkan sistem air dan sanitasi yang mendukung kesejahteraan masyarakat dengan meningkatkan kelestarian lingkungan.
2. Menjelaskan kepada para pihak terkait/stakeholder mengapa prasarana proyek pasokan air harus mencakup perlindungan terhadap Daerah Aliran Sungai (DAS) untuk menjamin keberlanjutan, dan mengidentifikasi cara untuk mencapai keberlanjutan tersebut.
3. Menunjukkan bagaimana proyek air dan sanitasi dapat dikembangkan agar lebih berkelanjutan bagi masyarakat melalui pemilihan teknologi, rancangan proyek, dan konsultasi dengan masyarakat.

## 1.2 Perangkat Pemulihan dan Rekonstruksi Hijau

Dokumen ini adalah Modul ke-7 dari serangkaian 10 modul Perangkat Pemulihan dan Rekonstruksi Hijau lainnya. Secara keseluruhan modul Perangkat Pemulihan dan Rekonstruksi Hijau menyajikan informasi dan pedoman guna meningkatkan capaian proyek yang ditujukan bagi masyarakat dan komunitas yang pulih dari bencana dengan meminimalkan kerusakan lingkungan dan memanfaatkan peluang-peluang perbaikan lingkungan. Modul 1 berisi pengenalan singkat mengenai konsep pemulihan dan rekonstruksi hijau agar masyarakat lebih siap ketika terjadi bencana serupa di masa yang akan datang. Modul 3 dibuat berdasarkan Modul 2 yang menitikberatkan pada perangkat penilaian yang dapat digunakan untuk menentukan dampak lingkungan terkait proyek-proyek kemanusiaan terlepas dari jenis proyek atau sektor yang dijalankan. Modul 4, 5, dan 6 berhubungan khusus dengan konstruksi bangunan, dimana Modul 4 menitikberatkan pada perencanaan dan pengembangan lokasi, Modul 5 berfokus pada bahan bangunan dan rantai pasokan, dan Modul 6 membahas desain dan pengelolaan konstruksi. Modul 7 hingga 10 menyediakan informasi khusus untuk melengkapi Modul 2 dan 3 yang mencakup mata pencaharian, pengurangan resiko bencana, air dan sanitasi, serta operasi organisasi penghijauan.

## 1.3 Target Pembaca

Modul pelatihan ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran akan kebutuhan terhadap program sanitasi dan air inovatif yang dapat meningkatkan ketahanan masyarakat terhadap bencana yang akan datang dan mengurangi dampak ekosistem jangka panjang. Para peserta pelatihan akan diperkenalkan pada strategi dan teknik praktis dalam melakukan intervensi air dan sanitasi yang lebih ramah lingkungan. Modul ini ditujukan bagi manajer dan pengawas proyek air dan sanitasi, teknisi, kontraktor, manajer proyek perumahan, tokoh masyarakat, dan pihak-pihak lainnya yang bertanggung jawab dalam perencanaan dan pelaksanaan sistem air dan sanitasi sebagai bagian dari upaya pemulihan dan rekonstruksi pasca bencana.

## 1.4 Konsep-Konsep Utama Modul

Modul ini didasarkan pada beberapa konsep mendasar sebagai berikut:

1. **Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS).** Pendekatan umum untuk air dan sanitasi biasanya mencakup: 1) pengembangan infrastruktur, 2) pelatihan kebersihan, dan 3) pembentukan kelompok masyarakat setempat (yaitu komite pengguna) dan/atau peningkatan kapasitas dalam tata kelola setempat. Untuk memastikan keberlangsungan jangka panjang intervensi air dan sanitasi, Kegiatan harus dibarengi dengan komponen pengelolaan DAS. Melindungi DAS dapat membantu mempertahankan sumber air, sekaligus menyediakan layanan lainnya seperti penyimpanan dan penyaringan air.
2. **Pilihan teknologi.** Dalam beberapa dekade terakhir, telah terjadi peningkatan pada jenis teknologi yang tersedia bagi perencana proyek kemanusiaan air dan sanitasi. Dengan memilih teknologi tertentu, perencana proyek dapat mengurangi kebutuhan pasokan air, mengurangi masuknya kandungan berbahaya ke badan air, menyediakan jumlah dan kualitas air yang lebih baik bagi masyarakat, dan mengurangi upaya dan biaya pemeliharaan.
3. **Peran serta masyarakat dan lintas sektoral.** Fase pemulihan dan rekonstruksi setelah bencana alam atau konflik merupakan peluang bagi pakar air dan sanitasi, pakar kebersihan, dan pejabat pemerintah untuk membantu masyarakat yang terkena dampak agar lebih baik bahkan dari kondisi sebelum bencana yaitu menuju ketahanan jangka panjang dan kondisi lingkungan yang lebih baik. Konsultasi dengan warga yang terkena dampak serta sektor pemulihan dan rekonstruksi lainnya yang mempengaruhi proyek air dan sanitasi (misalnya pembangunan jalan, tempat penampungan, dan mata pencaharian) diperlukan sebagai bagian dari perencanaan strategis dalam rangka mencegah dampak negatif yang tidak diinginkan dan memastikan keberlanjutan jangka panjang proyek air dan sanitasi.
4. **Menyertakan faktor-faktor lingkungan ketika melakukan analisis manfaat-biaya (*benefit-cost analysis/BCA*) untuk berbagai pilihan air dan sanitasi.** Bahkan ketika biaya tertentu tidak dapat dengan mudah dialokasikan untuk lingkungan yang berkaitan dengan proyek rekonstruksi tertentu, isu lingkungan perlu diangkat dan dibuat transparan dalam seluruh tahapan proses pengambilan keputusan. Analisis dampak lingkungan harus tetap dilakukan meskipun dampak sulit ditentukan. Keputusan rancangan yang baik muncul atas pertimbangan kuantitatif dan kualitatif secara seimbang. Dalam menyelidiki dampak lingkungan dari program, para perencana proyek dapat pula mempelajari permasalahan ekonomi dan sosial yang terkait dengan proyek.

## 1.5 Asumsi Modul

Modul pelatihan ini mengasumsikan bahwa peserta telah mengenal desain, perencanaan, pengembangan, dan/atau pengelolaan sistem air dan sanitasi. Sebagaimana modul ini menitikberatkan pada bagaimana mengintegrasikan permasalahan lingkungan ke dalam proses pemulihan dan rekonstruksi pasca bencana,

modul ini pun mengasumsikan bahwa peserta berkomitmen atas tujuan-tujuan integrasi dan akan terus mempelajari dan mendukung/mengusahakan/mengadvokasi upaya integrasi tersebut setelah selesai mengikuti pelatihan.

Modul ini mengakui adanya kontinum kegiatan untuk mendukung para korban bencana, mulai dari menyediakan jamban darurat hingga sistem air dan sanitasi yang lebih permanen seperti tangki septik (*septic tank*). Fokus dari modul ini adalah fase pemulihan dan rekonstruksi. Akan tetapi, prinsip-prinsip yang dibahas dapat pula diberlakukan pada masa darurat penyelamatan jiwa setelah bencana; mengatasi permasalahan lingkungan tidak perlu menunda kegiatan proyek, khususnya untuk air dan sanitasi yang berkenaan dengan tempat penampungan sementara dan bangunan permanen, seperti perumahan, sekolah, pasar, dan pusat kesehatan.

## 1.6 Istilah-Istilah Utama dalam Modul

Berikut ini adalah istilah-istilah penting yang digunakan di dalam modul. Daftar lengkapnya dapat dilihat pada Glosarium.

**Anaerobic Filter (atau Biofilter):** Sistem penyaringan yang umumnya digunakan untuk pengolahan limbah sekunder dari bilik pengolahan primer seperti tangki septik (*septic tank*). Filter anaerobik terdiri dari tangki kedap berisi alas media terendam, yang berfungsi sebagai matriks pendukung untuk aktivitas biologis anaerobik. Untuk lembaga-lembaga bantuan kemanusiaan, biofiltrasi prefabrikasi yang menggabungkan pengolahan primer dan sekunder ke dalam satu unit dapat memberikan tingkat pengolahan yang lebih baik dari sistem pengolahan tradisional seperti tangki septik pra-cetak silinder atau sistem lubang perendaman.

**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.

**Pengolahan Limbah Cair Primer:** Penggunaan gravitasi untuk memisahkan bahan yang dapat tenggelam dan mengapung dari air limbah.

**Pengolahan Limbah Cair 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 cair.

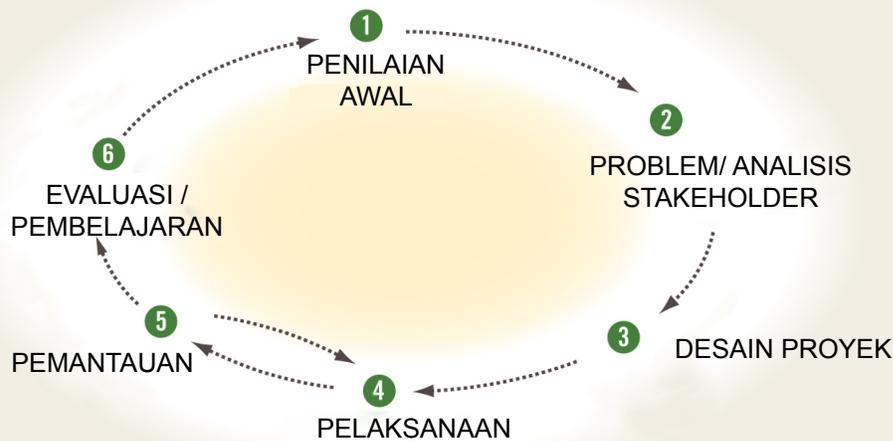
**Pengolahan Limbah Cair Tersier:** Penggunaan berbagai macam proses fisik, biologi, dan kimia yang ditujukan untuk menghilangkan nitrogen dan fosfor dari limbah cair.

**Daerah Aliran Sungai/DAS (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.

## 2 SIKLUS PROYEK, AIR DAN SANITASI BERKELANJUTAN

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

**GAMBAR 1: SIKLUS PENGELOLAAN PROYEK STANDAR**



Sepanjang siklus proyek terdapat peluang untuk mensosialisasikan dan memperkuat prinsip-prinsip air dan sanitasi berkelanjutan seperti yang ditampilkan dalam Gambar 2. Pada tahap penilaian awal, penting kiranya untuk memahami pengaturan lingkungan dari intervensi yang diusulkan, yaitu termasuk menentukan dimana masyarakat akan memperoleh air, sumber utama pencemaran dan polusi, dan lokasi sistem pembuangan limbah rumah tangga dan masyarakat umum (jika ada).

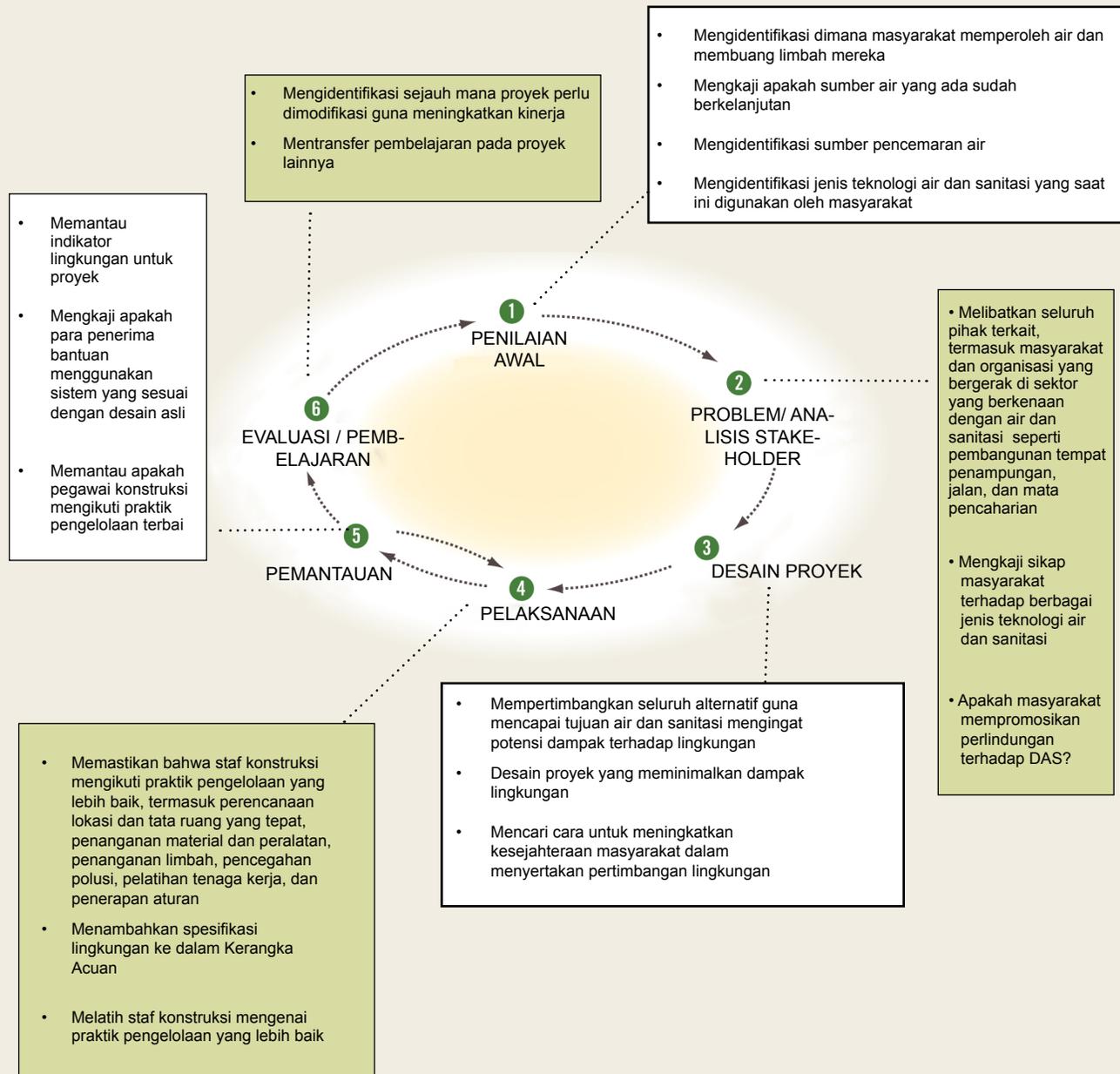
Selama tahap pengkajian masalah/stakeholder, penting kiranya untuk melibatkan para pihak terkait agar diperoleh pemahaman yang lebih baik akan konteks lingkungan dan para pelaku utama di wilayah proyek. Dalam tahap tersebut diharapkan pula bahwa para pihak terkait berkomitmen terhadap keberhasilan jangka panjang proyek. Masyarakat harus dimintai pendapatnya tentang bagaimana mereka membangun, mengoperasikan, dan memelihara sistem air dan sanitasi. Organisasi yang bergerak di sektor lain, tetapi memberikan dampak terhadap air dan sanitasi perlu pula dimintai keterangan untuk memastikan bahwa tidak terdapat dampak negatif langsung terhadap keberlanjutan intervensi air dan sanitasi. Misalnya pembangunan jalan di hulu sungai atau mata air yang digunakan untuk pasokan air akan berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan seperti erosi dan sedimentasi. Demikian pula dengan pembangunan tempat penampungan di lokasi yang tidak memiliki pasokan air berkelanjutan dapat menyebabkan peningkatan biaya, kesulitan warga, dan bahan bangunan berpotensi banyak terbuang.

Selama tahap perancangan dan pelaksanaan proyek, perancang proyek pun harus mempertimbangkan alternatif-alternatif untuk mencapai tujuan air dan sanitasi, termasuk penggunaan teknologi yang bermanfaat bagi lingkungan (misalnya pengelolaan lahan gambut) dan kegiatan pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS). Dampak-dampak lingkungan dari pelaksanaan proyek air dan sanitasi (seperti pembangunan tangki septik

atau bendungan) perlu dipertimbangkan dan sedapat mungkin diminimalkan.\

Selama tahap pemantauan, proyek harus ditinjau untuk memastikan bahwa proyek telah memenuhi spesifikasi desain dan memenuhi tujuan kinerja proyek. Hasil dari tahap pemantauan harus dijadikan acuan dalam tahap evaluasi sehingga perubahan yang diperlukan untuk meningkatkan kinerja proyek dapat teridentifikasi. Contohnya, jika sistem pasokan air tanah menarik air dari akuifer pada tingkat yang lebih cepat dari pengisian ulang, maka proyek harus disesuaikan sebagaimana diperlukan. Pengelola proyek dapat memutuskan untuk memasang tangki penarikan air permukaan atau tangki hujan untuk melengkapi air tanah, mengurangi tingkat air yang terpompa, atau mempromosikan langkah-langkah konservasi air kepada masyarakat. Mengembangkan indikator-indikator tertentu dalam kerangka kerja logis dan/atau rencana pemantauan dan evaluasi yang terkait dengan kelestarian lingkungan akan membantu proyek dalam mencapai tujuan berkelanjutan.

**GAMBAR 2: SIKLUS PENGELOLAAN PROYEK DAN PERTIMBANGAN AIR DAN SANITASI**



### 3 IMPLIKASI LINGKUNGAN DARI KEGIATAN AIR DAN SANITASI

Proyek air dan sanitasi memberikan dampak terhadap lingkungan dan masyarakat yang menggantungkan hidupnya terhadap lingkungan. Pembuatan penampungan mata air, misalnya mengalihkan air dari saluran air alami ke lokasi dan untuk keperluan lain (misalnya pasokan air ke desa). Pengambilan air dari saluran alami akan menutup aliran ke wilayah-wilayah lainnya, misalnya daerah berkembang biak ikan, dan pada gilirannya akan mempengaruhi mata pencaharian masyarakat. Pengambilan/penampungan air di hulu pun akan mempengaruhi warga yang tinggal di hilir yang mungkin memanfaatkan air sungai untuk minum, memasak, dan mencuci. Sama halnya, instalasi sistem limbah cair, seperti jamban, dapat mencemari air tanah dan sungai dengan *fecal coliform*, yang dapat berdampak negatif terhadap masyarakat yang bergantung pada air.

Staf proyek air dan sanitasi memiliki peluang untuk menciptakan dampak lingkungan positif melalui kegiatan mereka. Misalnya, apabila sistem limbah cair dirancang untuk menghilangkan berbagai polutan, termasuk mikroorganisme dan nutrisi, sistem tersebut dapat meningkatkan kualitas air. Program pengolahan limbah padat pun dapat memperbaiki kondisi lingkungan apabila program tersebut dirancang untuk meminimalkan dampak lingkungan (misalnya desain tempat pembuangan sampah yang disertai dengan lapisan dan sistem pengelolaan untuk limpasan air hujan yang tercemar) dan memaksimalkan peluang (misalnya mengintegrasikan pengomposan dan daur ulang komponen ke dalam rencana pengolahan limbah padat).

Selain itu, terdapat beberapa kegiatan di luar proyek air dan sanitasi langsung (misalnya penebangan, pembangunan jalan, penambangan, dll.) yang membahayakan kondisi lingkungan yang diperlukan demi keberhasilan proyek air dan sanitasi. Misalnya, penebangan yang tidak berkelanjutan dapat menyebabkan peningkatan resiko erosi dan sedimentasi yang dapat mencemari penampungan mata air. Demikian pula dengan kegiatan penambangan yang kemungkinan menggunakan bahan kimia seperti merkuri, dapat mencemari pasokan air dan menimbulkan gangguan pada kesehatan.

Berikut ini adalah daftar tantangan dalam proses mencapai keberlanjutan dan keberhasilan dalam proyek air dan sanitasi:

- 1. Pengambilan/penggunaan sumber daya air melebihi pasokan air tanah dan air permukaan yang tersedia.** Jika banyak sumur baru yang menarik dari akuifer yang sama, pemompaan berlebih dapat mengurangi sumber daya air tanah. Jika beberapa program pemerintah atau organisasi dilakukan di akuifer yang sama (atau DAS) dan tidak dikordinasikan dengan baik, maka hal tersebut akan mengarah pada penggunaan berlebih yang tidak berkelanjutan. Hal serupa pun berlaku pada pengambilan/penampungan air permukaan (sungai) dan pengambilan air dari mata air.
- 2. Memilih teknologi yang tidak diterima oleh masyarakat.** Sistem kemungkinan tidak akan efektif jika tidak disertai dengan proses sosialisasi yang tepat. Pemilihan teknologi limbah cair yang tidak tepat sehingga tidak terpelihara dengan baik dan tidak dipahami oleh masyarakat akan memperparah permasalahan yang sudah ada. Salah satu contoh dari pemilihan teknologi yang tidak tepat yaitu pembuatan toilet kompos kering yang tidak disertai dengan pendidikan/sosialisasi memadai tentang bagaimana menggunakannya.
- 3. Kurang mempertimbangkan kegiatan lainnya (misalnya pembangunan jalan, penebangan kayu, pertanian, penambangan, urbanisasi, dll.) yang juga berlangsung di wilayah proyek.** Contohnya, penebangan kayu di daerah aliran sungai dan konversi lahan untuk pertanian dapat

memberikan dampak langsung terhadap penampungan mata air, dimana kualitas dan kuantitas air akan menurun secara drastis. Pengumpulan kayu untuk dijadikan arang atau kayu bakar dapat menyebabkan desertifikasi. Erosi yang terjadi akibat kegiatan tersebut dapat mengakibatkan sedimentasi yang mencemari sumber daya air.

4. **Pencemaran tanah dan air dari pembuatan dan desain MCK (Mandi Cuci Kakus) yang tidak tepat.** Jamban yang dibangun terlalu dekat ke sumber air permukaan (sungai) dan/atau secara langsung ke dalam permukaan air di bawah tanah dapat mencemari sumber air setempat dan masyarakat yang berada di hilir dari lokasi jamban. Akibatnya, penyakit yang ditularkan melalui air dapat dengan cepat menyebar.
5. **Rencana atau sistem pembuangan limbah padat yang tidak tepat, termasuk limbah medis dan limbah rumah tangga.** Pemilahan dan pembuangan limbah medis dan non-medis yang tidak benar meningkatkan kemungkinan penyebaran penyakit menular. Pencemaran tanah, udara (pembakaran), dan air dari sistem pembuangan sampah yang tidak tepat pun dapat berdampak serius terhadap kesehatan manusia dan lingkungan.



*Mengatasi permasalahan lingkungan sangat penting untuk memastikan keberlanjutan jangka panjang intervensi air dan sanitasi. Anak-anak murid sekolah dasar di Thailand memanfaatkan tangki hujan yang baru dipasang, dimana tangki tersebut dapat menyediakan air untuk meningkatkan kesehatan dan kebersihan. Penggunaan tangki hujan dapat mengurangi tekanan terhadap pasokan air tanah. © Daniel Cima/Palang Merah Amerika*

## 4 MENGGUNAKAN PENDEKATAN PENGELOLAAN DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS/ WATERSHED)

Pendekatan yang umumnya berlaku pada air dan sanitasi meliputi 1) pembangunan infrastruktur, 2) pelatihan kebersihan, dan 3) pembentukan kelompok masyarakat setempat (yaitu komite pengguna) dan peningkatan kapasitas dalam tata kelola lokal. Untuk memastikan keberlangsungan jangka panjang intervensi air dan sanitasi, ketiga kegiatan tersebut perlu disertai dengan komponen keempat: 4) pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS). Pengelolaan DAS dapat membantu memastikan keberlanjutan jangka panjang sumber air, dan dapat menyediakan jasa ekosistem lainnya seperti penyimpanan dan perawatan air.

Daerah Aliran Sungai/DAS (*Watershed*) adalah wilayah yang mengalir lereng hingga titik terendah. Air bergerak melalui jaringan jalur drainase, baik di bawah dan permukaan tanah. Umumnya, jalur tersebut mencakup hingga sungai, dimana jalur menjadi semakin besar ketika air bergerak ke hilir, dan pada akhirnya mencapai muara dan laut.

Daerah aliran sungai bisa berukuran besar atau kecil. Setiap sungai pasti terhubung dengan DAS, dimana daerah aliran sungai berukuran kecil kemudian bergabung dan membentuk daerah aliran sungai yang lebih besar. DAS biasanya mudah digambarkan dengan menggunakan peta topografi yang menunjukkan saluran sungai. Batas-batas DAS mengikuti garis utama di sekitar saluran dan bertemu dengan titik terendah, dimana air mengalir ke luar dari DAS, titik tersebut biasanya adalah sungai. Karena air bergerak ke hilir, kegiatan apapun yang mempengaruhi kualitas air, kuantitas, atau tingkat pergerakannya pada satu lokasi akan mempengaruhi kondisi air di hilir.

Lembaga-lembaga kemanusiaan seringkali lebih berfokus kepada masyarakat dibandingkan dengan daerah. Akan tetapi, mengingat bahwa DAS terbentang hingga beberapa hektar dan mencakup proses hidrogeologi dinamis, DAS dapat dipengaruhi oleh berbagai kegiatan yang dilakukan di daerah tersebut. Kegiatan yang dapat berdampak pada daerah aliran sungai, dan pada gilirannya akan mempengaruhi kondisi masyarakat, meliputi:

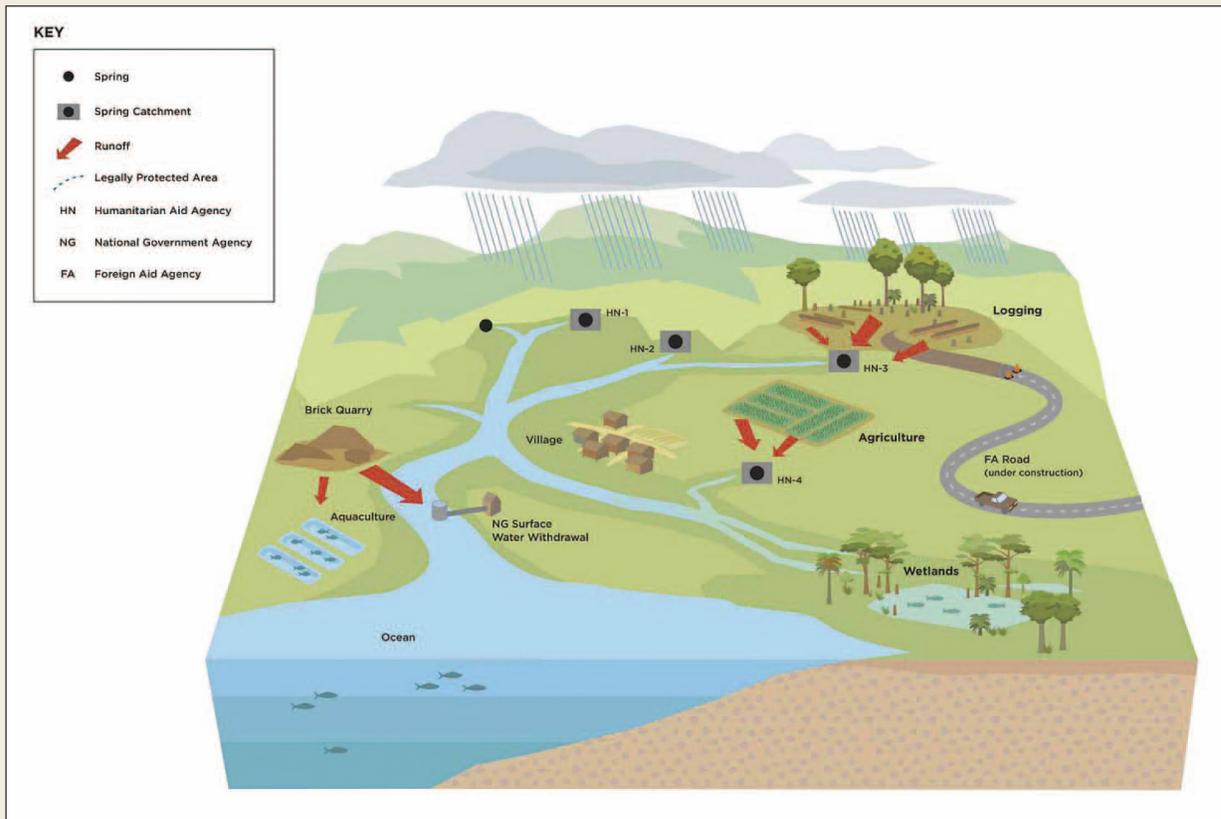
- Penebangan kayu di atas bukit/lereng menyebabkan erosi tanah, dan menimbulkan pendangkalan dan mengganggu pengumpulan mata air pada lereng bagian bawah
- Konstruksi bangunan, jalan, dan area parkir menyebabkan penutupan permanen dan pemadatan tanah, sehingga air tidak dapat meresap dari lapisan atas tanah, dan kemudian tidak terjadi proses pengisian ulang air tanah
- Pembuatan sumur bor atau penampungan air baru tanpa mempertimbangkan/menjaga zona resapan air tanah yang ada.



Sebagaimana ditunjukkan dalam foto ini, penebangan kayu di atas bukit (Indonesia) menyebabkan erosi tanah, dan menimbulkan pendangkalan serta mengganggu pengumpulan mata air pada lereng bagian bawah. Ini adalah salah satu contoh mengapa perencana proyek harus mengetahui kegiatan-kegiatan yang dilakukan di daerah aliran sungai yang mungkin berdampak negatif terhadap intervensi air dan sanitasi. Dalam kasus ini, perencana proyek kemungkinan mempertimbangkan penerapan rencana perlindungan DAS dan program peningkatan kesadaran untuk mengurangi dampak negatif dari penebangan kayu di atas bukit/lereng. © Shinta Sianturi/Palang Merah Amerika

Terkait dengan pendekatan pengelolaan daerah aliran sungai adalah konsep pengelolaan sumber daya air terpadu (*Integrated Water Resources Management/IWRM*), yang didefinisikan sebagai proses sistemik dan partisipatif untuk pembangunan berkelanjutan, alokasi, dan pemantauan penggunaan sumber daya air di dalam konteks tujuan sosial, ekonomi, dan lingkungan. Dasar IWRM adalah penggunaan yang berbeda dari sumber daya air terbatas saling terkait satu sama lain dan harus dipertimbangkan bersama-sama. Lembaga bantuan kemanusiaan harus mempertimbangkan penggunaan pendekatan skala DAS untuk intervensi air dan sanitasi dalam rangka mengatasi ancaman eksternal terhadap keberlangsungan jangka panjang proyek. Dalam Gambar 3, pada halaman selanjutnya, perancang proyek kemungkinan mempertimbangkan penetapan rencana pengelolaan DAS atau IWRM dalam kaitannya dengan penampungan mata air yang sedang dikembangkan di area hulu.

GAMBAR 3: ILUSTRASI PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR TERPADU

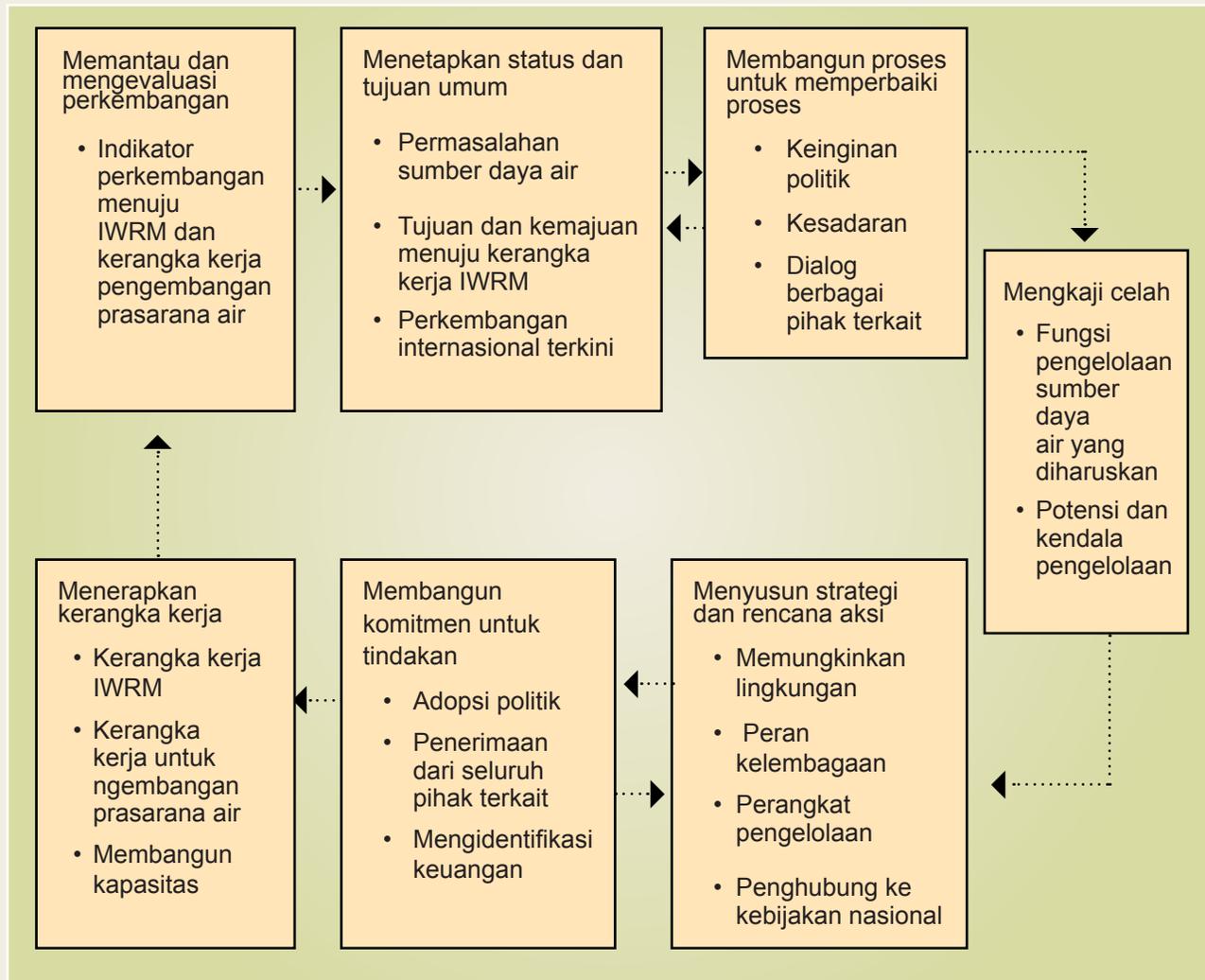


IWRM didasarkan pada fakta bahwa air adalah sumber daya alam, komoditas sosial dan ekonomi, dan merupakan bagian yang tidak dapat terpisahkan dari ekosistem, yang kualitas dan kuantitasnya menentukan sifat pemanfaatannya. Dalam upaya menyeimbangkan kebutuhan-kebutuhan tersebut, IWRM menggabungkan “tiga E”:

- *Environmental and ecological sustainability* (keberlangsungan lingkungan dan ekologi): Penggunaan air yang ada pada saat ini harus dikelola sedemikian mungkin sehingga tidak merusak fungsinya sebagai penopang kehidupan dan tetap dapat dimanfaatkan oleh generasi yang akan datang.
- *Economic efficiency in water use* (efisiensi ekonomi dalam penggunaan air): Dikarenakan sumber daya air semakin langka, dan kebutuhan akan air semakin meningkat, maka air harus digunakan sehemat dan semaksimal mungkin.
- *Equity* (keadilan/kesamarataan): Akses terhadap air dengan kualitas dan kuantitas yang memadai untuk kelangsungan kesejahteraan manusia adalah hak dasar bagi semua orang.

Gambar selanjutnya menunjukkan kerangka pelaksanaan pengelolaan sumber daya air terpadu (IWRM), dan kemudian studi kasus yang membahas contoh bagaimana IWRM telah digunakan dalam situasi pasca bencana di Indonesia dan Amerika Latin. Untuk informasi lebih lanjut mengenai kerangka kerja IWRM, lihat Kemitraan Internasional Daerah Aliran Sungai untuk Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu/*Watershed Partnership for Integrated Water Resource Management*.

GAMBAR 4: PENERAPAN KERANGKA KERJA PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR TERPADU (IWRM)



Sumber: *Global Watershed Partnership for Integrated Water Resource Management*

**DARI BENCANA KE PELUANG : FORUM DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) INDONESIA**

Di tahun 2007, Kemitraan Pemulihan Hijau WWF dan Palang Merah Amerika menangkap peluang untuk memperbaiki dan melindungi daerah aliran sungai dengan bantuan dari masyarakat setempat. Dalam kaitannya dengan proyek air bersih yang sedang dibangun oleh Palang Merah Amerika dan Palang Merah Indonesia menyusul bencana tsunami di Samudera Hindia pada tahun 2004, WWF menginisiasi Forum Daerah Aliran Sungai Sabee (Forum DAS Krueng Sabee) dalam rangka membangun kapasitas masyarakat agar mampu mengelola secara berkelanjutan dan melindungi fungsi ekologis DAS Krueng Sabee.

Sungai Sabee mengalir melalui Kabupaten Aceh Jaya, Provinsi Aceh, Sumatera. Sungai tersebut menyediakan pasokan air bagi 20.000 warga Aceh yang menggunakannya untuk mencuci, minum, irigasi, transportasi, mata pencaharian, dan ekowisata. Beberapa tanaman penting di DAS Krueng Sabee meliputi pohon kopi, durian, dan pala. Seperti banyak ekosistem lainnya yang sebelumnya tidak terjamah, daerah aliran sungai saat ini menghadapi ancaman modern dari industri pertambangan dan pembalakan liar, serta beberapa budidaya komoditas seperti kelapa sawit dan nilam. Daerah tersebut pun terancam oleh kegiatan beberapa lembaga yang secara tidak sengaja merusak air sungai dengan membangun bendungan dengan posisi terlalu ke hulu, meruntuhkan lereng bukit guna mengambil pasir dan menyebabkan pendangkalan. Forum DAS merupakan sebuah peluang bagi WWF, Palang Merah Amerika, dan Palang Merah Indonesia untuk menginformasikan kepada masyarakat mengenai bahaya yang dihadapi DAS dan menawarkan kesempatan kepada masyarakat untuk terlibat dalam upaya perlindungan DAS.

Anggota dari 10 desa yang tergabung dalam forum berkumpul pada Juni 2008 untuk merayakan Maulid Nabi Muhammad, yang sekaligus dimanfaatkan sebagai upacara pembukaan forum. Pada saat ini masyarakat bekerja sama dengan pejabat pemerintah daerah dan provinsi untuk mengembangkan sebuah program yang akan mengatasi permasalahan berkurangnya pasokan air yang diakibatkan aktivitas penambangan emas.

### **PENANGGULANGAN BADAI TROPIS DAN BANJIR DI GUATEMALA/MEKSIKO**

Di sebelah atas daerah aliran sungai Coatán dan Suchiate, terbentang perbatasan-perbatasan Guatemala dan Meksiko yang mengalir dari lereng gunung berapi Tacaná hingga Samudera Pasifik, degradasi lingkungan dan perubahan iklim meningkatkan resiko banjir bandang. Wilayah-wilayah daerah aliran sungai tersebut telah ditebangi dan mengalami degradasi di banyak tempat. Erosi tanah besar-besaran telah mengurangi kapasitas wilayah ini dalam menahan air. Tingkat kepadatan penduduk yang tinggi dan degradasi lingkungan membuat pilihan mata pencaharian menjadi semakin terbatas. Selain itu, masyarakat semakin rentan terhadap bencana banjir yang disebabkan oleh badai tropis dan angin topan. Di tahun 2005, Badai tropis Stan mendatangkan hujan lebat di wilayah tersebut, menyebabkan banjir dan tanah longsor, serta korban jiwa mencapai 2.000 orang dan kerugian materi mencapai US\$ 40 juta. Jalan, jembatan, sistem pasokan air, tanaman, dan perekonomian setempat hancur. Bencana tersebut mendorong masyarakat untuk mengambil tindakan dan mencari cara dalam mengurangi resiko-resiko banjir. Dengan dukungan dari *Water and Nature Initiative* IUCN serta beberapa organisasi lainnya, atas inisiatif mereka sendiri, masyarakat setempat membentuk “dewan daerah aliran sungai mikro” untuk mengkoordinasikan pengelolaan DAS di antara kelompok desa. Orang-orang pun menjadi sadar akan dampak dari pengelolaan lingkungan yang tidak berkelanjutan. Masyarakat telah mengidentifikasi kebutuhan yang berbeda akan pasokan air dan menetapkan prioritas-prioritas untuk mengelola dan memulihkan kondisi DAS sebagai respon terhadap kebutuhan pengembangan. Didorong oleh kebutuhan akan perluasan pilihan mata pencaharian untuk mengurangi kemiskinan, dewan masyarakat mengembangkan diversifikasi sistem pertanian, termasuk terasering pada lereng yang telah terdegradasi dan penghijauan kembali melalui pengenalan wanatani (*agroforestry*). Masyarakat menginvestasikan tenaga kerja dan modal mereka dalam pemulihan infrastruktur alam. Seiring dengan semakin berkembangnya organisasi mandiri tersebut, masyarakat menjadi lebih siap, sehingga mengurangi tingkat kerentanan mereka dan meningkatkan ketahanan mereka terhadap badai yang diperkirakan akan terus meningkat menyusul perubahan iklim.

Sumber: Smith, D.M., and S. Barchiesi. 2009. *Environment as infrastructure – Resilience to climate change impacts on water through investments in nature. Perspectives on water and climate change adaptation*. The Hague, Netherlands: CPWC; Marseilles, France: World WaterCouncil; Gland, Switzerland: IUCN; and London, UK:

IWA. Cited in Sudmeier-Rieux, Karen, and Neville Ash. 2009. *Environmental Guidance Note for Disaster Risk Reduction: Healthy Ecosystems for Human Security*. Revised Edition. Gland: IUCN.

## 5 MEMAHAMI PERUBAHAN IKLIM DAN SUMBER DAYA AIR

Berdasarkan hasil Panel Perubahan Iklim Antar Pemerintah, pemanasan iklim dalam beberapa dekade terakhir sudah sangat jelas, sebagaimana sekarang terlihat dari pengamatan kenaikan dalam rata-rata suhu udara dan laut global, mencairnya salju dan es, dan meningkatnya permukaan laut global. Siklus hidrologi, yang sangat penting khususnya untuk perencanaan proyek pengelolaan air, terkait erat dengan perubahan dalam suhu atmosfer. Setelah abad ke-20, curah hujan meningkat di kawasan lintang utara, sementara penurunan telah mendominasi dari 10° Lintang Selatan dan 30° Lintang Utara sejak 1970-an. Frekuensi fenomena hujan lebat (atau proporsi jumlah curah hujan dari hujan lebat) telah meningkat di sebagian besar wilayah. Secara global, luas lahan yang tergolong sangat kering telah meningkat lebih dari dua kali lipat sejak 1970-an. Pada pertengahan abad ke-21, rata-rata tahunan limpasan sungai dan ketersediaan air diproyeksikan akan meningkat sebagai akibat dari perubahan iklim di wilayah tinggi lintang dan di beberapa daerah tropis basah, dan menurun pada beberapa daerah kering di lintang pertengahan dan di daerah tropis kering. Banyak daerah semi-kering dan kering (misalnya Lembah Mediterania, bagian barat Amerika, selatan Afrika, dan wilayah timur laut Brazil) akan sangat rentan terhadap dampak perubahan iklim dan diproyeksikan mengalami penurunan sumber daya air dikarenakan perubahan iklim tersebut. Secara global, dampak negatif di masa yang akan datang dari perubahan iklim pada sistem air bersih/tawar diperkirakan akan semakin parah. Pada tahun 2050-an, luas wilayah yang terkena tekanan peningkatan jumlah air dikarenakan perubahan iklim diproyeksikan akan dua kali lipat lebih dari wilayah yang terkena tekanan pengurangan air.<sup>1</sup>

**Perubahan dalam kuantitas dan kualitas air dikarenakan perubahan iklim diperkirakan akan mempengaruhi ketersediaan, stabilitas, akses dan pemanfaatan terhadap sumber pangan.** Hal tersebut kemungkinan akan mengarah pada kondisi menurunnya ketahanan pangan dan peningkatan kerentanan petani miskin di desa, terutama yang tinggal di daerah tropis kering dan semi-kering, megadelta Asia dan Afrika.<sup>2</sup>

**IPCC memprediksi bahwa praktik pengelolaan air yang ada pada saat ini kemungkinan tidak cukup kuat untuk mengatasi dampak perubahan iklim** terhadap keandalan pasokan air, resiko banjir, kesehatan, pertanian, energi, dan ekosistem air. Di banyak lokasi, pengelolaan air bahkan tidak dapat mengatasi permasalahan dikarenakan variabilitas iklim yang ada pada saat ini, sehingga banjir besar dan kerusakan akibat kekeringan tidak dapat dihindari. Penyertaan informasi mengenai variabilitas iklim saat ini ke dalam pengelolaan air terkait dapat membantu adaptasi terhadap dampak perubahan iklim jangka panjang.<sup>3</sup>

Dalam perencanaan proyek air dan sanitasi pasca bencana, pengelola proyek dapat mengambil langkah-langkah untuk menyertakan adaptasi perubahan iklim ke dalam proyek mereka. Lihat kotak selanjutnya untuk informasi tambahan.

---

1 Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu and J.P. Palutikof, Eds. 2008. Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC Secretariat.

2 Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu and J.P. Palutikof, Eds. 2008. Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC Secretariat.

3 Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu and J.P. Palutikof, Eds. 2008. Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC Secretariat.

## **PANDUAN UNTUK MENYERTAKAN ADAPTASI IKLIM KE DALAM PROYEK AIR DAN SANITASI**

Periode pemulihan dan rekonstruksi pasca bencana adalah peluang penting bagi perencana proyek untuk menyertakan adaptasi iklim ke dalam kegiatan pemulihan agar proyek lebih tahan terhadap perubahan iklim dan mengurangi resiko bencana di masa yang akan datang. Terdapat dua kategori utama dalam adaptasi iklim: memfasilitasi transisi ke kondisi yang baru, dan membangun ketahanan untuk beradaptasi dengan kondisi cuaca ekstrim. Memfasilitasi transisi menuju kondisi yang baru dibutuhkan atau ketika diketahui bahwa normal tidak lagi menjadi norma, seperti perubahan dalam sistem air tawar dikarenakan melelehnya bongkahan salju, dan naiknya permukaan laut. Membangun ketahanan terhadap kondisi cuaca ekstrim membantu masyarakat dan alam dalam menahan guncangan dan kembali ke situasi normal setelah kondisi ekstrim seperti badai, kekeringan, atau banjir. Pada praktiknya, salah satu atau kedua pendekatan tersebut kemungkinan diperlukan di belahan dunia tertentu; membangun ketahanan bisa menjadi langkah jangka pendek, sementara dalam jangka panjang, transisi diperlukan untuk suatu kondisi baru – menyiapkan waktu dalam rangka memfasilitasi perubahan.

Setelah mengetahui bagaimana masyarakat dan ekosistem rentan terhadap perubahan iklim dan variabilitas iklim, beberapa langkah yang diusulkan dalam modul ini dapat diterapkan untuk membantu beradaptasi dengan kondisi ekstrim, misalnya penampungan air hujan, teknologi pengelolaan air rumah tangga, dan lokasi dari sistem sanitasi. Ketika merencanakan proyek rekonstruksi, penting kiranya untuk turut mempertimbangkan tren jangka panjang yang mempengaruhi ketersediaan air permukaan atau air tanah. Contohnya, jika ketersediaan keseluruhan atau waktu pasokan air menjadi kurang dapat diperkirakan, perencana proyek harus menentukan apakah sistem pasokan air dapat dibuat lebih efisien dengan menggunakan teknologi yang berbeda atau menggunakan opsi sumber air yang paling dapat diandalkan untuk jangka panjang. Jika pasokan air sudah semakin langka dan di masa yang akan datang, keadaannya tidak akan lebih baik, maka sebaiknya mulai mempertimbangkan relokasi pemukiman, daripada melakukan investasi lebih lanjut di lokasi tersebut. Para perencana proyek air dan sanitasi pun harus berkoordinasi dengan sektor rekonstruksi lainnya (misalnya mata pencaharian) untuk menentukan apakah kebutuhan air daerah dapat dikurangi. Dengan diversifikasi produksi pertanian, dan menggunakan tanaman serta ternak yang lebih cocok dengan perubahan kondisi ketersediaan air untuk mengurangi jejak air secara keseluruhan.

Pertimbangkan daftar adaptasi iklim berikut ini ketika merancang proyek air dan sanitasi:

- Perencana proyek telah menghubungi pejabat pemerintah setempat atau pakar setempat untuk menentukan prediksi dampak dari perubahan iklim dalam wilayah proyek
- Proyek menyertakan langkah-langkah tertentu untuk mengatasi prediksi perubahan dalam iklim ekstrim dalam 5 – 10 tahun ke depan (misalnya kekeringan yang semakin parah, frekuensi banjir yang lebih besar, topan yang semakin kencang)
- Desain proyek menyertakan konsekuensi-konsekuensi jangka panjang, dampak perubahan iklim regional (misalnya tekanan panas dari peningkatan suhu, berkurangnya aliran sungai dikarenakan hilangnya bongkahan salju, kenaikan permukaan laut dikarenakan es yang mencair)
- Kegiatan-kegiatan alternatif telah dipertimbangkan, terutama untuk memperhitungkan resiko/bahaya iklim di masa yang akan datang.

Untuk informasi lebih lanjut mengenai fungsi adaptasi iklim dalam mengurangi resiko bencana, lihat Modul 9, Panduan Hijau untuk Pengurangan Resiko Bencana.

## 6 TEKNOLOGI DAN TEKNIK YANG BERMANFAAT BAGI LINGKUNGAN

Dalam beberapa dekade terakhir, jenis teknologi yang tersedia untuk perencana proyek kemanusiaan air dan sanitasi terus bertambah. Dengan memilih teknologi tertentu, perencana proyek dapat mengurangi tuntutan akan pasokan air, mengurangi masuknya nutrisi ke sistem alami, menyediakan air dengan kuantitas dan kualitas yang lebih baik kepada masyarakat, dan mengurangi upaya dan biaya pemeliharaan. Sesi selanjutnya membahas teknik dan teknologi air dan sanitasi yang berbeda, disertai dengan implikasi-implikasinya terhadap lingkungan.

Pertimbangan dampak lingkungan dari proyek air dan sanitasi harus dimulai sejak tahap awal dicetuskannya proyek, segera setelah tujuan proyek ditetapkan. Apabila tujuan proyek adalah untuk “menyediakan sumber air tawar berkelanjutan bagi 250 keluarga,” perencana atau teknisi proyek air dan sanitasi harus mempertimbangkan berbagai alternatif untuk memenuhi tujuan dan tingkat dampak lingkungan terkait. Keputusan untuk membuat penampungan mata air di hulu, mengambil air permukaan, atau memompa air tanah akan memberikan jenis dampak lingkungan yang berbeda, dan dengan demikian keberhasilan proyeknya pun akan beragam.

Perlu ditekankan bahwa memperkenalkan jenis teknologi air dan sanitasi baru ke masyarakat memerlukan waktu dan tenaga dalam upaya peningkatan kapasitas untuk memastikan bahwa masyarakat berkomitmen dalam penerapan teknologi tersebut.

### 6.1 Pasokan Air Minum

#### 6.1.1 Penampungan Air Hujan

Teknik penampungan air hujan telah dilakukan sejak zaman dahulu diseluruh dunia dan dikenal sebagai “teknologi yang paling kurang dihargai.”<sup>4</sup> Tergantung pada frekuensi hujan, jenis atap, polusi udara, tingkat debu, dan tangki penampungan yang tersedia, air hujan bisa menjadi pilihan air minum yang sehat bagi masyarakat setempat. Dalam konteks bantuan kemanusiaan, pengaturan tangki hujan meliputi atap dan ruang penyimpanan.

Penampungan air hujan merupakan pilihan pasokan air hemat biaya jika dibandingkan dengan sistem pipa air, dan dapat dipasang dengan mudah, serta dipelihara oleh anggota masyarakat. Sistem ini dapat bermanfaat bagi lingkungan dalam hal mengurangi permintaan akan pasokan air dari mata air dan air tanah, dan juga mengurangi beban limpasan hujan yang tidak merata yang jatuh dari atap dan menyebabkan erosi. Karena curah hujan sangat bervariasi di setiap musim dan daerah, maka air hujan tidak dapat dijadikan sebagai sumber air utama. Selain itu, ditambah dengan dampak dari perubahan iklim, kemungkinan terjadi pergeseran dalam frekuensi dan tingkat keparahan kondisi cuaca ekstrim seperti kekeringan, dan hal ini perlu diperhitungkan ketika melakukan upaya perencanaan infrastruktur pasokan air. Di beberapa daerah, hujan dapat digunakan

---

4 Oldfield, John. 2006. *Community-Based Approaches to Water and Sanitation: A Survey of Best, Worst, and Emerging Practices. Water Stories Paper No. 2.* Washington, D.C.: Woodrow Wilson International Center.

sebagai sumber air tambahan. Para peneliti telah mengidentifikasi bahwa peningkatan kuantitas air yang dipasok ke rumah tangga dapat mengurangi beban penyakit,<sup>5</sup> dan meningkatkan kesehatan. Selain itu, air dari tangki hujan pun dapat digunakan untuk menyiram kebun dan digunakan untuk keperluan sanitasi (misalnya menyiram toilet, membersihkan jamban).

Setelah tsunami Samudera Hindia tahun 2004 di Maladewa, IFRC, UNICEF, dan Asosiasi Pengembangan Pulau Maladewa memasang tangki penampungan air hujan di 17.000 rumah pada 90 pulau yang berbeda. Maladewa adalah lokasi yang ideal untuk pilihan sistem pasokan air ini, karena banyak akuifer air tanah yang tercemar air laut menyusul bencana tsunami, dan pulau-pulau pun menerima kuantitas curah hujan yang cukup (1.900 mm curah hujan per tahun atau dua kali rata-rata dunia). Selain itu, jenis pasokan air ini telah mapan dan diterima oleh masyarakat setempat. Tangki hujan pertama (tangki dengan kapasitas 96.675 liter) diperkenalkan pada tahun 1906 di Maladewa.

Mengingat daerah yang banyak mengalami musim hujan biasanya mengalami beberapa kondisi cuaca paling parah di dunia – kondisi yang diperkirakan akan semakin memburuk seiring dengan perubahan iklim – sebuah paradigma baru dalam mengelola air hujan mulai dipertimbangkan.<sup>6</sup> Di salah satu wilayah rawan hujan di Korea misalnya, penampungan air hujan dijadikan sebagai sumber air utama. Air dikelola secara desentralisasi dan dikendalikan dekat dengan sumbernya. Dalam skenario perubahan iklim di masa yang akan datang, musim hujan diperkirakan akan terus meningkat dari segi intensitas dan frekuensi, dengan perubahan waktu dan variabilitas. Sistem yang tidak terlalu bergantung pada infrastruktur fisik dan memakan energi, dengan beberapa sumber air, dapat lebih mudah beradaptasi dengan perubahan iklim.

**Sebuah catatan penting untuk diingat:** Asbes adalah bahan atap yang biasa ditemukan di banyak daerah pedesaan, dan **penampungan air hujan dari atap asbes untuk air minum tidak boleh dilakukan atas alasan kesehatan**. Peringatan ini sangat penting dalam situasi pasca bencana di mana asbes sering dianggap sebagai bahan bangunan yang murah serta mudah diperoleh dan didistribusikan. Selain itu, perlu dipastikan bahwa pengumpulan air hujan di beberapa wilayah tidak mengganggu proses pengisian ulang air tanah.

5 Esrey, S., J. Potash, L. Roberts, and C. Schiff. 1991. Effects of improved water supply and sanitation on ascariasis, diarrhoea, dracunculiasis, hookworm infection, schistosomiasis, and trachoma. *Bull WHO* 69(5):609-21.

6 Mun, J., and J. Han. 2006. *Rainwater Harvesting and Management Spotlighted as a Key Solution for Water Problems in Monsoon Region*. South Korea: Rainwater Research Center in Seoul National University YSW.

### 6.1.2 Air Tanah

Sumber air tanah sering digunakan sebagai sumber air minum, dan sumur gali adalah yang paling umum ditemukan untuk memenuhi tujuan tersebut, dimana pengambilan air dilakukan melalui mekanisme sederhana katrol dan tali. Selama tahap perancangan pompa air tanah, maka tingkat pengisian ulang akuifer perlu diuji untuk menentukan apakah tingkat pengisian ulang tersebut memiliki kapasitas untuk menunjang pemompaan. Hal ini harus dilakukan melalui koordinasi dengan organisasi-organisasi lain yang mengakses akuifer yang sama untuk memastikan bahwa tingkat pengambilan air tidak melebihi tingkat pengisian ulang.

#### REHABILITASI DAN KONSTRUKSI SUMUR DI SRI LANKA

Di Sri Lanka menyusul tsunami Samudera Hindia pada 26 Desember 2004, ketergesaan dalam merehabilitasi pencemaran garam ke dalam sumur air minum mendapat kritikan karena bersifat “serampangan” dan “tidak terkoordinasi.” Kurangnya koordinasi antara lembaga-lembaga pemulihan dan keinginan untuk memulihkan kondisi sumur yang terburu-buru mengakibatkan pemompaan berlebih pada akuifer, yang pada akhirnya menyebabkan masuknya air laut ke dalam akuifer dari bawah. Tingginya tingkat pemompaan pun menyebabkan banyak sumur yang roboh, karena dinding sumur tidak diperkuat. Air terkontaminasi yang dipompa keluar sumur dengan harapan membersihkan sumur dibuang ke tempat-tempat yang memungkinkan kontaminan meresap kembali ke dalam sumur. Pada akhirnya, keinginan untuk segera mengembalikan kondisi air minum menyebabkan hilangnya peluang untuk menggunakan teknik yang lebih produktif dengan tingkat dampak yang lebih rendah.

Sumber:

Villholth, K.G., P.H. Amerasinghe, P. Jeyakumar, C.R. Panabokke, O. Woolley, M.D. Weerasinghe, N. Amalraj, S. Prathepaan, N. Bürgi, D.M.D.S. Lionelrathne, N.G. Indrajith, and S.R.K. Pathirana. 2005. *Tsunami Impacts on Shallow Groundwater and Associated Water Supply on the East Coast of Sri Lanka: A post-tsunami well recovery support initiative and an assessment of groundwater salinity in three areas of Batticaloa and Ampara Districts*. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute

Illangasekare, T., S.W. Tyler, T.P. Clement, K. Villholth, A.P.G.R.L. Perera, J. Obeysekera, G. Ananda, C.R. Panabokke, D. Hyndman, K. Cunningham, J. Kaluarachchi, W. Yeh, M.T. van Genuchten, and K. Jensen. 2006. Impacts of the 2004 tsunami on groundwater resources in Sri Lanka. *Water Resources Research* 42, W05201, doi:10.1029/2006WR004876

Tergantung pada kedalaman air dan kuantitas yang diperlukan, pompa dapat digunakan untuk memudahkan pengiriman air ke permukaan tanah atau tangki penampung air. Jenis teknologi pompa berikut ini hemat energi dan hanya memerlukan biaya operasional yang relatif lebih rendah, begitu pun dengan jejak karbon yang dihasilkan: pompa yang dioperasikan secara manual (misalnya pompa tangan, pompa tali, pompa korsel), pompa hidrolik ram, generator berbahan bakar solar, pompa matahari dan angin.

Pompa manual menggunakan tenaga manusia untuk mengangkat air ke permukaan dari sumur bor, tangki air hujan, atau sumur gali. Ada berbagai jenis pompa tangan yang tersedia, tetapi pada umumnya menggunakan prinsip piston bolak-balik dan dua katup cek. Pompa tali adalah sejenis pompa yang komponen utamanya menggunakan seutas tali untuk menaikkan air dari sumur. Pompa tali serangkaian menggunakan pipa PVC dan

tali dengan katup fleksibel atau kaku. Pembuatan pompa tali terbilang cukup murah dan perawatannya pun tidak terlalu sulit.

Pompa hidrolis ram atau pompa impuls adalah perangkat yang menggunakan energi dari air yang jatuh untuk mengangkat air dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi. Pompa ini hanya memiliki dua bagian yang bergerak, sehingga bagian mesin yang menjadi aus terbilang sedikit. Pompa hidrolis ram dapat dibuat dengan rencana rinci, dan apabila dipasang dengan benar, maka biaya perawatannya relatif murah tanpa biaya pemompaan. Atas alasan-alasan tersebut, pompa hidrolis ram merupakan solusi yang cukup baik ketika terdapat aliran gravitasi yang besar. Pompa hidrolis ram dapat dipertimbangkan ketika terdapat sumber yang dapat memberikan setidaknya jumlah air tujuh kali lebih banyak dari hidrolis ram untuk memompa dan ketika air dapat terbebas dari sampah dan pasir.<sup>7</sup>

Teknologi surya sangat cocok untuk memompa air, bahkan lebih baik dari kincir angin tradisional. Sistem yang umumnya dipakai meliputi satu atau beberapa panel surya, pompa DC 12 volt, pengendali (dengan tombol pelampung/*float switch*) dan penguat alur linear yang bisa menjalankan pompa bahkan dalam kondisi cuaca berawan. Selama ada matahari, *float switch* menunjukkan bahwa sumber air tidak kosong, dan tangki air tidak meluap, maka pompa akan berjalan.

---

7 Water for the World. Designing a Hydraulic Ram Pump. Technical Note: No. RWS.4.D.5. [www.lifewater.org/resources/rws4/rws4d5.htm](http://www.lifewater.org/resources/rws4/rws4d5.htm) (Diakses pada 7 April, 2010)

## MEMPERKENALKAN TEKNOLOGI POMPA AIR BERTENAGA SURYA DI DARFUR

Dalam rangka meningkatkan pasokan air bagi kamp sementara yang menampung masyarakat pengungsi akibat konflik di Darfur, masyarakat setempat dan Caritas-International menerapkan program pompa air inovatif bertenaga surya di kota Kubum. Musim hujan di Darfur Selatan biasanya berlangsung dalam lima atau enam bulan setiap tahunnya. Untuk sisanya, tanah akan menjadi kering, gersang, dan terpencil. Dengan panjang musim hujan yang semakin tidak menentu di Darfur, air menjadi komoditas yang berharga.

“Proyek Air Matahari Kubum didasari dengan meningkatnya kebutuhan akan sumber air berkelanjutan bagi masyarakat pengungsi di Darfur. Proyek ini merupakan contoh keberhasilan lembaga bantuan yang menerapkan solusi bertenaga surya untuk kepentingan masyarakat kamp,” ujar Osman, koordinator proyek tim air dan sanitasi Caritas.

Satu hal yang dimiliki Darfur secara melimpah adalah sinar matahari, Teknologi bersih seperti energi matahari terbukti menjadi cara yang efisien dalam menciptakan pasokan air berkelanjutan bagi masyarakat yang terkena dampak dari konflik yang sedang berlangsung di Darfur. Pelaksanaan proyek tersebut memakan waktu tiga bulan, termasuk meninjau lokasi, fabrikasi, dan pemasangan tangki air, panel surya, dan pompa yang dapat terendam. Pompa yang dipasang dapat menyediakan 15 liter air per-hari untuk setiap orang, dan manfaatnya dapat langsung dirasakan oleh lebih dari 2.000 orang. Pemeliharaan pompa dilakukan secara kolaboratif bersama pemerintah. Komite air, yang terdiri dari sembilan orang pria dan wanita yang dipilih dari kamp, telah dilatih tentang manfaat tenaga surya dan mereka kemudian bertugas membagikan pengetahuan yang mereka peroleh ke anggota keluarga dan masyarakat lainnya. Beberapa anggota komite adalah mekanik, dan sebagian lainnya adalah petugas kebersihan. Proyek ini menawarkan solusi yang dimiliki masyarakat terhadap kelangkaan sumber daya yang dapat memicu kekerasan antar suku dan etnis yang berbeda.

Masyarakat kota Kubum dan masyarakat sekitar pun mengambil air dari pompa surya, sehingga jumlah masyarakat yang mendapat manfaat dari bantuan mencapai sekitar 3.000 orang atau lebih. Anggota masyarakat dilatih dan disertakan dalam proyek sejak tahap awal. Pelatihan meliputi penyambungan panel, penyambungan sistem, dan pembongkaran. Proyek tenaga surya seringkali mendapat kritikan karena biayanya yang mahal, akan tetapi proyek tersebut merupakan solusi jangka panjang yang memiliki manfaat eksponensial bagi masyarakat di Darfur. Menurut Osman, “Tidak terdapat biaya operasional, yang ada hanyalah biaya penjagaan, tidak ada polusi, tidak ada beban biaya teknis, dan manfaat lingkungannya sangat signifikan jika dibandingkan dengan pompa diesel. Masyarakat perlu dididik. Pompa bertenaga matahari memang terkesan mahal pada awalnya, tetapi manfaat jangka panjangnya sangat besar.”

Proyek pompa air bertenaga surya didanai oleh Pemerintah Scotlandia melalui SCIAF/Caritas Skotlandia.

Keberhasilan proyek pertama di Kubum telah menyebabkan perluasan proyek, dimana dua pompa lainnya direncanakan untuk di bangun di Zalingei dan dua pompa lagi di Garsilla. Proyek ini menawarkan alternatif untuk pompa diesel yang memerlukan biaya perawatan yang tinggi. Pemerintah pun telah mulai melihat proyek tersebut sebagai model sukses untuk digunakan di daerah lain di Darfur Selatan.

Sumber: Caritas International. Bringing Solar Power to the People of Darfur. [www.caritas.org/activities/climate\\_change/SolarPowerForDarfur.html](http://www.caritas.org/activities/climate_change/SolarPowerForDarfur.html) (Diakses pada 7 April, 2010)

Kincir angin pun merupakan teknologi yang bermanfaat, dengan pompa yang langsung digabungkan ke generator angin. Permasalahan utama kincir angin adalah angin yang tidak menentu dan pemeliharaan yang tidak memadai. Segel kulit pada pompa cenderung cepat menjadi aus dan perlu diganti. Beberapa sistem kincir angin menggunakan udara bertekanan untuk memompa air, dan hanya membutuhkan sedikit perawatan. Sistem tersebut pun dapat digunakan untuk menghasilkan listrik. Sistem lainnya telah dibangun dengan menggunakan generator angin listrik, penguat arus linear, dan pompa.

### 6.1.3 Teknologi Pengolahan Air Rumah Tangga

Teknologi pengolahan air rumah tangga meliputi filter keramik; filter pasir (*biosand*); SODIS; filter chuli; filter tingkat masyarakat seperti filter kolam pasir yang dioperasikan dengan tangan; dan pengolahan karbon hemat biaya untuk kontaminan air umum seperti besi, fluoride, dan arsenik. Banyak dari teknologi tersebut yang dapat disesuaikan untuk digunakan bersama pompa manual atau pompa mesin.

**Filter keramik** terdiri dari elemen berpori, elemen filter yang terbuat dari tanah liat yang dibakar dan diresapi dengan koloid perak. Komponen filter keramik dipasang dalam sebuah tangki plastik dengan tutup dan keran. Air yang belum diolah kemudian dituangkan ke dalam komponen filter dan merembes melalui tanah liat, memproduksi air minum pada tingkat dua hingga tiga liter per jam. Elemen filter menahan rata-rata 10 liter air, memungkinkan satu keluarga menghasilkan 20 hingga 30 liter air per hari dengan dua atau tiga kali pengisian. Dalam kondisi laboratorium, tes kualitas air pada filter keramik telah menunjukkan 100% penghilangan bakteri faecal E. Coli dan coliform. Dalam kondisi rumah tangga, 98 – 99% filter keramik menghasilkan air yang memenuhi panduan resiko rendah WHO atau lebih baik (yaitu 10 bakteri E. Coli atau lebih sedikit per 100 ml). Persentase tersebut tidak tergantung pada lamanya penggunaan filter keramik di rumah tangga, tetapi persentase tersebut tetap stabil setelah pengujian dalam jangka satu tahun. Persentase pun tidak tergantung pada kualitas air yang dimasukkan, filter keramik tetap akan efektif dalam memurnikan air terlepas dari kualitas air yang dimasukkan, dalam batas-batas dari sumber air yang telah teruji. Sumber air masukan meliputi air sungai, danau, sumur tabung, sumur bor, sumur gali, kolam, dan air hujan. Perawatan bulanan terdiri dari penggosokan elemen saringan untuk menghilangkan sumbat pada pori dan mencuci tangki serta keran untuk mencegah perkembangan bakteri. Karena tidak ada bagian mekanis yang harus dipelihara, apabila elemen filter keramik tersedia di supermarket, maka teknologi ini adalah pilihan yang ideal dalam mengolah air dari sumber air yang relatif jernih (dengan tingkat kekeruhan yang rendah).<sup>8</sup>

8 Roberts, Michael. 2003. *Ceramic Water Purifier: Cambodia Field Tests*. IDE Working Paper No. 1. International Development Enterprises.

**Filter pasir (*biosand*)** adalah teknologi adaptasi dari proses filtrasi pasir lambar pada berabad-abad yang lalu. Filter biosand menghilangkan 95,0% hingga 99,0% kontaminan organik, termasuk bakteri, virus, protozoa, cacing, dan partikel.<sup>9</sup> Air aman yang diproduksi oleh filter bebas dari perubahan warna, bau, dan rasa yang tidak sedap, sehingga dapat digunakan untuk minum, memasak, kebersihan pribadi, dan sanitasi. Filter model rumahan umum dapat menghasilkan antara 20 hingga 60 liter air per jam. Akan tetapi, sisi negatifnya yaitu filter biosand sulit dibersihkan dan tidak disertai penyimpanan air yang memadai. Kendala-kendala tersebut perlu diatasi untuk memastikan bahwa teknologi tersebut dapat diadopsi oleh masyarakat.

**Benih *moringa oleifera*** telah diketahui sebagai cara yang efektif dalam mengolah air dengan bahan alami. Para perempuan desa di Sudan misalnya, telah menggunakan benih dari pohon tersebut untuk mengolah air selama bertahun-tahun. Benih *M. oleifera* bekerja pada dua tingkatan, bertindak sebagai koagulan dan agen antimikroba. Benih *M. oleifera* memiliki kandungan tinggi molekul, protein larut air yang membawa muatan positif. Ketika benih ditambahkan ke air yang belum diolah, protein akan mengikat partikel bermuatan negatif yang membuat keruh (berlumpur atau keruh) – biasanya tanah liat, lumpur, dan bakteri. Setelah diaduk, partikel-partikel tersebut terflokulasi dan menetap pada bagian bawah wadah. Aspek antimikroba dari *M. oleifera* masih terus diteliti, tetapi temuan mendukung bahwa protein rekombinan dapat menghilangkan mikroorganisme (dengan koagulasi) dan bertindak langsung sebagai inhibitor. Meskipun lebih jernih, air yang dihasilkan dari pengolahan *Moringa* tidak sepenuhnya termurnikan. Air harus disaring dan distelirisasi kembali agar benar-benar aman untuk dikonsumsi.

**Sistem SODIS** dikembangkan oleh para ilmuwan di Lembaga Pusat Swiss untuk Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Lingkungan (EAWAG). SODIS adalah metode pengolahan air sederhana, hemat biaya, dan efektif yang menggunakan energi matahari untuk menonaktifkan dan memusnahkan mikroba dalam air minum. SODIS sangat efektif dalam mengolah air dengan jumlah sedikit (2 liter atau kurang) dan tingkat kejernihan yang relatif cukup baik (kekeruhan kurang dari 30 NTU) melalui radiasi ultraviolet (UV). SODIS tidak mengubah kualitas kimia air (misalnya sistem ini tidak menghilangkan kontaminasi arsenik) atau bau maupun rasa air. Air dikenakan radiasi UV dari sinar matahari sehingga menjadi terpanaskan; kedua proses tersebut berkontribusi terhadap inaktivasi mikroba yang ditularkan melalui air. Botol plastik bening lebih baik untuk digunakan dalam proses ini karena botol plastik tersebut ringan, tidak akan pecah, dan lebih murah. Botol *polyethylene terephthalate* (PET) lebih baik dari botol *polyvinylchloride* (PVC), karena botol PET tidak mengandung elemen yang kemungkinan akan larut ke dalam air atau merubah rasa atau bau air, serta secara kimia terbilang stabil. Botol PET harus diganti secara berkala, karena botol tersebut mudah tergores atau berubah bentuk ketika suhu melebihi 65°C.<sup>10</sup>

---

9 Engineers Without Borders. 2008. *Biosand Filter Construction Guide: Muramba, Rwanda Supplemental Report*. Madison: University of Wisconsin.

10 Sobsey, M. 2002. *Managing Water in the Home: Accelerated Health Gains from Improved Water Supply*. Geneva: WHO.

## 6.2 Pengelolaan Limbah Cair

### 6.2.1 Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetland*) untuk Pengolahan Limbah Cair

Lahan basah alami menghilangkan bahan anorganik dan organik dari air melalui proses alami, fisik, kimia, dan biologi. Pergerakan air yang lambat melalui lahan basah memungkinkan kontaminan untuk menetap, tanaman yang ada kemudian akan mengambil nutrisi air limbah, mikroorganisme untuk menguraikan senyawa organik, tanah untuk menyerap ion, dan mineral serta logam untuk mengendapkan dan menjadi lebih stabil.<sup>11</sup>

Suatu "Lahan basah Buatan/*Constructed wetland*" didefinisikan sebagai lahan basah yang khusus dibangun untuk tujuan pengendalian polusi dan pengelolaan limbah cair, di lokasi yang berbeda dari lahan basah alami yang ada.<sup>12</sup> Sistem lahan basah buatan telah digunakan secara luas di seluruh dunia untuk mereproduksi lahan-lahan basah yang terjadi secara alami dalam mengelola limbah cair domestik dan industri. Dalam beberapa tahun terakhir, banyak departemen pekerjaan sipil, pengembang perumahan, dan konsultan yang menggunakan lahan basah dalam mengolah limbah cair domestik.<sup>13</sup> Lahan basah buatan telah banyak digunakan dan berhasil mengolah bahkan hingga logam berat atau polutan berbahaya yang ditemukan dalam air asam tambang, limbah industri makanan, dan petrokimia dari limpasan jalan raya.<sup>14, 15</sup>

Salah satu contoh dari konstruksi lahan basah adalah lahan basah buatan yang digunakan di Pusat Kesehatan Kanawat, di daerah gersang Kanawat, Uganda, dimana beberapa modifikasi dilakukan terhadap mekanisme air dan sanitasi yang ada. Saluran limbah pusat kesehatan (beberapa toilet siram dan air bekas cuci) dibuat mengalir ke sistem pengolahan yang terdiri dari tangki pengendapan, alas/dasar pengeringan lumpur, dan pertengahan permukaan horizontal lahan basah buatan untuk pengolahan sekunder dari aliran tangki pengendapan. Sistem lahan basah buatan dibangun di area dengan luas 45 m<sup>2</sup> yang ditumbuhi tanaman-tanaman pribumi (tidak berbuah). Limbah cair diolah terlebih dahulu dalam tangki pengendapan untuk menghilangkan padatan (dengan sedimentasi dan flotasi), kemudian dibiarkan mengalir dengan gravitasi ke saluran masuk lahan basah buatan. Setelah limbah cair mencapai level tertentu (idealnya setiap tiga bulan, tetapi pada prakteknya setahun sekali), kotoran lumpur dari tangki pengendapan diaduk dan dikeluarkan oleh gravitasi melalui pipa ke dalam dasar/alas pengering (dan kemudian dikeringkan bersamaan dengan kotoran dari toilet kompos kering). Limbah cair yang telah diolah dikumpulkan di dalam tangki beton untuk kemudian digunakan sebagai air irigasi.

---

11 DeBusk, W.F. 1999. *Wastewater Treatment Wetlands: Contaminant Removal Processes*. SL155 fact sheet. Soil and Water Science Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.

12 U.S. Environmental Protection Agency. 1993. *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment and Wildlife Habitat*.

13 Corea, E.J.H. 2001. Appropriate disposal of sewage in urban and suburban Sri Lanka. PhD Thesis, University of Leeds, UK.

14 Christensen, E. 1999. *Wastewater Treatment through Wetlands*. Rocky Mountain American Society of Civil Engineers.

15 Korkusuz, E. 2005. *Manual of Practice on Constructed Wetlands for Wastewater Treatment and Reuse in Mediterranean Countries*. Mediterranean Network on Wastewater Reclamation and Reuse.

Pada bulan April 2007, Deutsche Gesellschaft fuer Technische Zusammenarbeit (GTZ), Oxfam, IFRC, U.S. Agency for International Development Environmental Services Program (USAID-ESP), dan UNICEF di Aceh, Indonesia, menyusun Pedoman Seleksi dan Pelaksanaan Sistem Berkelanjutan untuk Rekonstruksi di Aceh dan Nias (*Guidelines for the Selection and Implementation of Sustainable Systems for the Reconstruction in Aceh and Nias*).<sup>16</sup> Pedoman tersebut menyarankan bahwa seluruh sistem sanitasi sebaiknya menyertakan pengolahan primer dan sekunder, dan menjelaskan secara rinci penggunaan lahan basah atau lahan resapan bervegetasi sebagai metode pengolahan sekunder yang tepat. Banyak LSM di Aceh, termasuk Atlas Logistics, Oxfam, dan Palang Merah Amerika, menyertakan lahan basah sebagai bagian integral dari desain sistem sanitasi mereka.

Pada saat penyusunan pedoman, kelompok antar lembaga yang mencakup GTZ dan USAID sedang dalam proses pengujian limbah dari lahan basah buatan untuk menetapkan pengurangan partikel anorganik dan nutrisi dalam materi limbah dari desain yang digunakan. Kelompok antar lembaga meyakini bahwa sistem tersebut akan berjalan dengan baik dikarenakan beberapa alasan: Masyarakat menggunakan air untuk wudhu, sehingga tingkat kotoran dalam air limbah awal terbilang rendah; penduduk setempat memiliki pemahaman yang tinggi mengenai pentingnya sanitasi yang layak; dan sebagian besar masyarakat terbiasa merawat tanaman di halaman rumahnya. Jenis sistem sanitasi ini pun tentu memiliki tingkat kesulitannya sendiri. Pengangkatan endapan/lumpur dari ruang pengolahan primer cukup sulit, dan beberapa rumah tangga tidak memelihara lahan basahnya dengan baik dan melindunginya dari kontaminasi ternak. Selain itu, sistem sanitasi dapat menambah konstruksi, operasi, dan biaya pemeliharaan. Perencana proyek pun perlu memastikan bahwa lahan basah tidak ditanami dengan spesies pohon yang berpotensi invasif. Spesies tanaman asli setempat harus menjadi pilihan pertama.

16 Deutsche Gesellschart fuer Technicshe Zusammanarbeit (GTZ). 2007. *Guidelines for the Selection and Implementation of Sustainable Sanitation Systems for the Reconstruction in Aceh and Nias*. Banda Aceh, Indonesia.



*Lahan basah buatan yang terletak di sebelah kanan rumah merupakan contoh sistem pengolahan air limbah pada tingkat rumah tangga yang dibangun di Aceh, Indonesia setelah bencana tsunami Samudera Hindia tahun 2004. Lahan basah buatan merupakan bagian dari sistem air dan sanitasi yang dibangun oleh Palang Merah Amerika. Baik rumah maupun lahan*

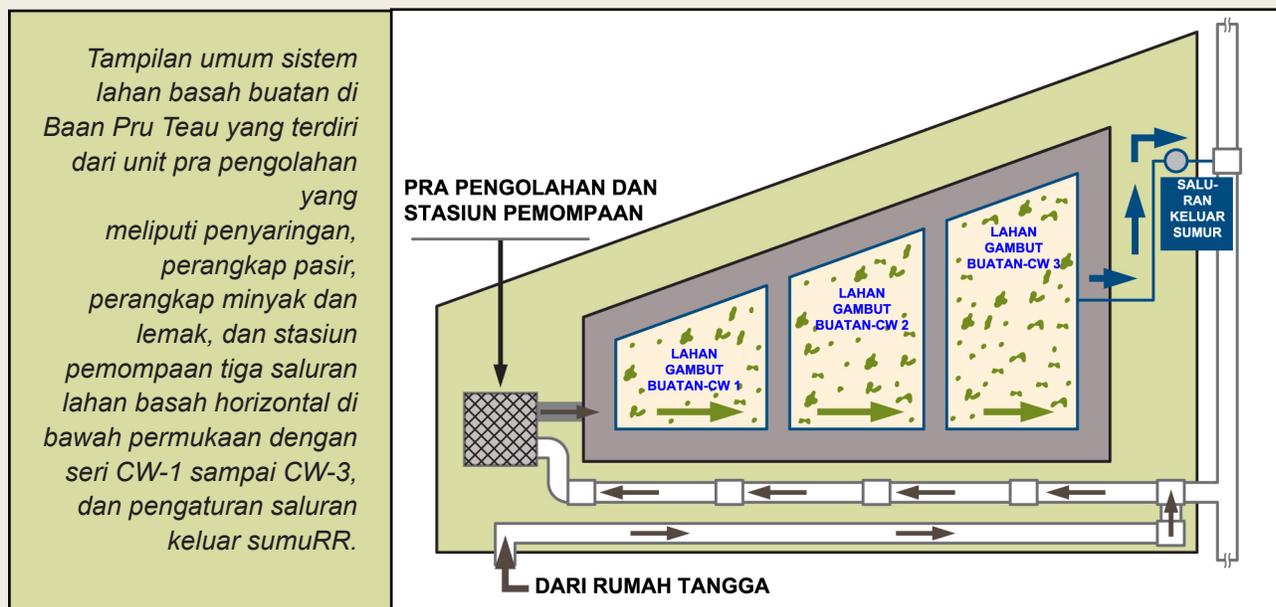
*basah diletakan pada posisi yang cukup tinggi sebagai perlindungan terhadap banjir. Lantai dari lahan basah disegel untuk mencegah pencemaran air limbah ke air tanah sebelum sempat diolah. Sedangkan rumah dibangun oleh Palang Merah Inggris dan menggunakan kayu yang telah mendapat sertifikasi Forest Stewardship Council. © Azhar/WWF*

### **PALANG MERAH THAILAND DAN MASYARAKAT MEMBANGUN LAHAN BASAH DI KOTA BANN PRU TEAU, THAILAND**

Beberapa desa kecil di sepanjang pantai provinsi Phang Nga benar-benar hancur pada saat bencana tsunami Samudera Hindia tahun 2004. Para penduduk yang selamat kehilangan rumah dan harta benda mereka, dan sebagian besar pindah ke daerah/kotapraja baru. Sistem lahan basah buatan Bann Pru Teau mengolah limbah cair dari kota yang baru dibangun atas bantuan Palang Merah Thailand. Kotapraja baru terdiri dari 80 keluarga dengan perkiraan empat orang per rumah. Rata-rata tingkat aliran air per hari diperkirakan mencapai 40 m<sup>3</sup>. Setiap rumah memiliki tangki septik beton konvensional untuk pengolahan limbah cair (*black water*). Limbah dari tangki septik dan air bekas mencuci (*grey water*) dibuang ke jaringan drainase yang baru dibangun yang mengarahkan limbah cair ke sistem pengolahan lahan basah buatan. Prioritas utama dalam proyek rehabilitasi adalah mengamankan keberlangsungan melalui penyertaan sistem pengelolaan limbah cair ke dalam pengaturan setempat dengan menerapkan operasi yang hemat biaya, tangguh dan mudah serta teknologi yang tepat. Oleh karena itu, pendekatan sistem rehabilitasi berfokus pada infrastruktur berbasis alam terdesentralisasi dan teknik pengelolaan limbah cair, serta mempromosikan pemulihan dan penggunaan kembali limbah cair, jika dianggap relevan. Rincian teknis tambahan akan dijelaskan pada paragraf selanjutnya.

Sistem pengolahan limbah cair (di bawah) terdiri dari komponen-komponen sebagai berikut: (i) sebuah penahan untuk mencegah banjir dan meluapnya limbah cair pada saat hujan lebat; (ii) layar *stainless steel* dengan ruang batang 10 cm untuk mengumpulkan sampah dan mencegahnya masuk agar tidak menyumbat pompa; (iii) perangkap pasir; (iv) perangkap minyak dan lemak; (v) stasiun pemompaan dengan dua pompa yang mengangkat air limbah ruang saluran lahan gambut buatan; (vi) tiga ruang saluran lahan gambut dengan aliran horizontal di bawah permukaan yang beroperasi secara seri; dan (vii) saluran keluar sumur untuk pengaturan tingkat air di ruang saluran lahan gambut dan membuang limbah ke sistem drainase. Tiga ruang saluran lahan basah memiliki jumlah luas permukaan 220 m<sup>2</sup> dan diisi kerikil berdiameter 8mm – 40 mm hingga kedalaman 0,6 meter. Pipa membuang limbah ke permukaan tiga filter kerikil. Dari saluran keluar, limbah cair meresap ke filter kerikil dan mengalir secara merata melalui filter, yaitu antara 3 cm dan 10 cm di bawah permukaan kerikil. Saluran keluar bawah tanah terhubung ke saluran masuk di filter kerikil selanjutnya melalui pipa PE. Tingkat air dapat disesuaikan pada saluran masuk dalam filter kerikil selanjutnya dengan kolom yang dapat disesuaikan. Pipa untuk pemeriksaan tingkat air di setiap filter kerikil dipasang dekat dengan saluran keluar. Lahan basah dilapisi dengan polyethylene untuk menghindari berkurangnya jumlah air dan menyediakan tingkat air yang sama. Filter ditanami tumbuhan/tanaman bunga untuk membantu pengolahan dan membuat instalasi pengolahan menjadi lebih estetik. Selain itu, area di sekitar perangkat pengolahan ditanami rumput, sedangkan tepi lahan basah dan sekelilingnya ditanami dengan pepohonan dan tumbuhan semak. Rumah kecil, bangku, dan papan informasi pun telah dipasang.

Sumber: Brix, Hans, Thammarat Koottatep, and Carsten H. Laugesen. 2007. Wastewater Treatment in Tsunami- Affected Areas of Thailand by Constructed Wetlands. *Water Science and Technology* 56: 69-74.



### 6.2.2 Filters Anaerobik/Biofilter untuk Pengolahan Air Limbah

Sistem filter anaerobik sebagian besar digunakan untuk pengolahan limbah sekunder dari ruang pengolahan primer seperti tangki septik. Filter anaerobik terdiri dari tangki kedap yang berisi alas/dasar media terendam, yang bertindak sebagai matriks pendukung untuk aktivitas biologi anaerobik. Dalam filter anaerobik yang sudah terpasang (*constructed*), media filter yang biasa digunakan adalah batu yang dihancurkan atau kerikil yang dilengkapi dengan lantai penyaring berlubang. Dalam sistem ini, sementara bertindak sebagai matriks pendukung, media pun bekerja sebagai media filter fisik, meningkatkan kualitas air limbah. Dalam sistem filter anaerobik yang belum dipasang (*prefabricated*) yang tersedia di pasaran (merknya antara lain Biocell, Biotech, dan Biofil), media pelampung plastik digunakan. Sistem menggunakan ruang pengolahan primer dan sekunder gabungan. Banyak lembaga kemanusiaan yang lebih memilih sistem yang belum terpasang dibandingkan dengan filter anaerobik yang telah terpasang, sebagian besar dikarenakan kebutuhan mendesak, dan dalam beberapa tahun kebelakang sistem filter anaerobik yang belum terpasang semakin dikenal luas.

Untuk lembaga bantuan kemanusiaan, biofilter prefabrikasi yang menggabungkan pengolahan primer dan sekunder ke dalam satu unit dapat menyediakan tingkat pengolahan yang lebih baik jika dibandingkan dengan sistem tradisional seperti pracetak tangki septik berbentuk silinder atau sistem lubang perendaman. Baik sistem tangki septik maupun lubang perendaman sulit untuk dibuat kedap air, menyebabkan pencemaran air tanah. Di beberapa kasus, biofilter dapat pula digunakan sebagai langkah pengolahan limbah sekunder sebelum pengolahan lebih lanjut pada lahan gambut buatan.<sup>17</sup> Penggunaan biofiltrasi yang benar dapat memastikan bahwa polutan yang menyebabkan gangguan kesehatan dan eutrofikasi telah diolah dengan benar.

17 Corea, E.J.H. 2001. Appropriate disposal of sewage in urban and suburban Sri Lanka. PhD thesis, University of Leeds, UK.

Di Sri Lanka, biofilter telah digunakan untuk pengolahan air limbah bahkan sebelum bencana tsunami Samudera Hindia tahun 2004, akan tetapi penggunaannya semakin meningkat dalam kegiatan rekonstruksi pasca tsunami. Fakta bahwa banyak tangki septik silinder dan lubang perendaman yang baru dipasang gagal memenuhi standar Sri Lanka untuk konstruksi tangki septik menyebabkan banyaknya penggantian sistem tersebut dengan biofiltrasi prefabrikasi. Dikarenakan sistem filter tersebut semakin dikenal, pemerintah Sri Lanka membuat standar baru untuk desain dan konstruksi biofilter.

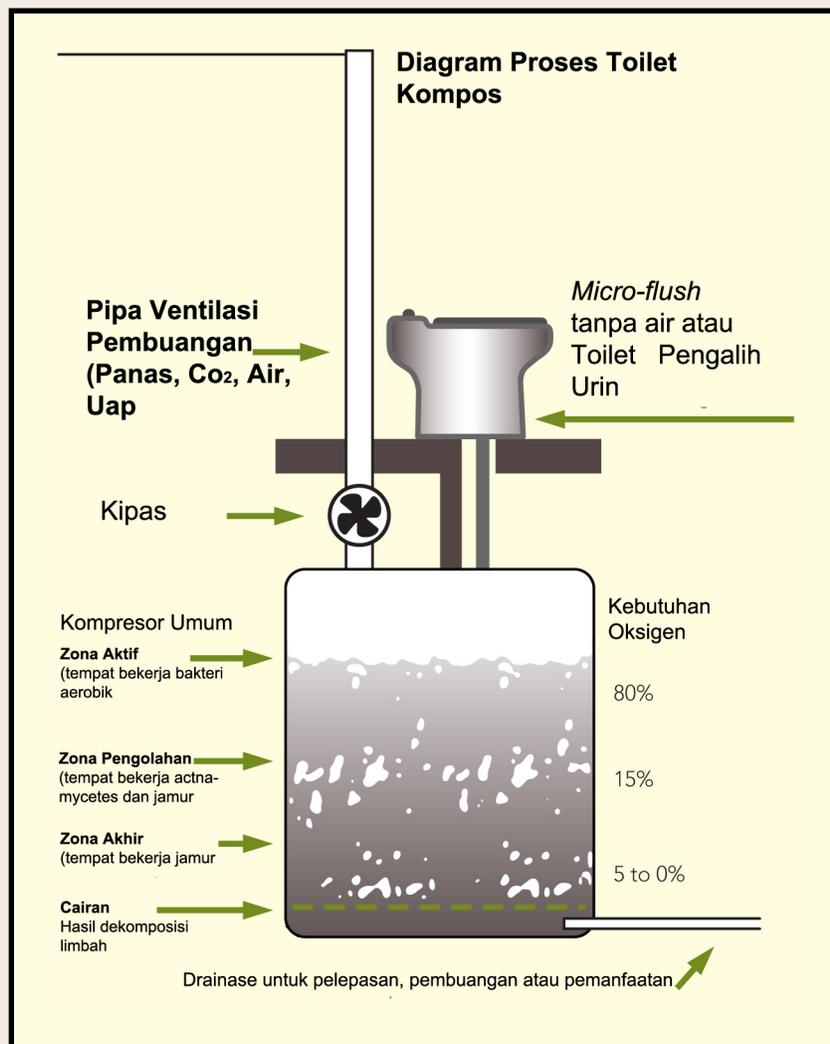
Serupa dengan lahan basah buatan yang dijelaskan sebelumnya, sistem filter anaerobik pun memiliki beberapa kelemahan. Sistem prefabrikasi kemungkinan memiliki beberapa konsekuensi negatif terhadap lingkungan, karena sistem tersebut tidak dapat menyediakan tingkat pengolahan limbah yang sama dengan filter anaerobik terpasang (*constructed anaerobic filter*). Hal ini terutama disebabkan karena waktu retensi limbah cair yang lebih lambat melalui unit ini dan kurangnya filtrasi fisik yang disediakan oleh media filter plastik. Dampak dan kekurangan ini perlu dibandingkan dengan manfaat lingkungan dan kesehatan yang dicapai dengan perbaikan sistem pengolahan dari limbah cair domestik. Jika biofilter prefabrikasi dilengkapi dengan tangki septik terlebih dahulu, maka kinerjanya akan lebih baik.

### 6.2.3 Toilet Kompos Kering

Penggunaan kotoran manusia sebagai pupuk adalah praktek kuno 4000 tahun lalu di Asia dan Pasifik, dan menjadi satu-satunya pilihan pertanian di wilayah tanpa fasilitas pembuangan kotoran.<sup>18</sup> Tujuan utama toilet kompos adalah untuk menampung kotoran manusia dan menciptakan dekomposisi cepat – termasuk setiap organisme patogen – menjadi humus, zat serupa tanah yang stabil dan aman. Humus dapat digunakan sebagai pupuk untuk pertumbuhan tanaman dan pohon. Humus pun dapat dikomposkan dan kemudian menyuburkan tanah. Dekomposisi kotoran manusia secara cepat memerlukan oksigenasi yang memadai untuk menghilangkan kelebihan cairan. Aliran udara yang masuk ke toilet kompos akan menjalankan proses dekomposisi dan menghilangkan bau melalui unit pipa ventilasi. Perlu ditekankan bahwa hambatan budaya terdapat di banyak negara dan perlu dipertimbangkan ketika melakukan uji kelayakan penggunaan toilet kompos kering.

---

18 WHO. 1989. *Guidelines for the use of wastewater and excreta in agriculture and aquaculture*. WHO Technical Reports 778. Geneva, Switzerland.



Sumber: Del Porto, David and Carol Steinfeld. 2004. *Composting Toilet System Book: A Practical Guide to Choosing, Planning and Maintaining Composting Toilet Systems*. Center for Ecological Pollution Prevention

Urin dipisahkan dari tinja, dan tinja kemudian dikeringkan oleh paparan panas matahari. Kapur, abu, serbuk gergaji, atau bahan sejenis lainnya ditambahkan untuk mengatur kelembaban. Pengenalan sampah organik seperti limbah sayuran ke ruang toilet membantu pembuatan kompos dan mengendalikan keseimbangan kimia. Isi jamban dijauhkan dari jangkauan manusia setidaknya selama sepuluh bulan untuk mengurangi patogen dan menunggu hingga limbah aman untuk diolah (semakin lama limbah disimpan, maka akan semakin banyak patogen yang dihancurkan). Setelah itu, limbah dapat digunakan sebagai pupuk atau bahan bakar.

Skema penggunaan air limbah dan kotoran yang terencana dan dikelola dengan benar dapat memberikan dampak positif terhadap lingkungan dan meningkatkan hasil pertanian. Contoh perbaikan lingkungan dari skema tersebut yaitu menghindari pencemaran air permukaan, konservasi, mengurangi ketergantungan pada pupuk buatan, dan konservasi tanah melalui penumpukan humus dan pencegahan erosi tanah. Perlu ditekankan di tempat-tempat dimana air digunakan untuk membersihkan anus, pengalihan urin akan kurang berguna,

dikarenakan sejumlah besar air yang digunakan untuk membersihkan anus membuat lubang menjadi basah. Apabila air yang digunakan untuk membersihkan anus dialihkan, air tersebut telah terkontaminasi dengan tinja dan oleh sebab itu tidak cocok untuk segera digunakan kembali, dan memiliki beberapa permasalahan dalam penanganan.

### **PERBAIKAN TOILET KOMPOS TRADISIONAL DI LADAKH**

Salah satu contoh perbaikan toilet kompos tradisional dapat ditemukan di Ladakh, utara India, dekat perbatasan Cina. Ladakh mempertahankan budaya yang sangat tradisional, meskipun pariwisata dan pengaruh Barat telah membawa perubahan. Ladakh adalah wilayah dengan jumlah penduduk yang sedikit (3 orang/km<sup>2</sup>) dengan rata-rata ukuran rumah 4,7. Ibukota Ladakh, yaitu Leh, terletak di gurun berbukit, 3.500 m di atas permukaan laut dengan musim dingin yang panjang dan kelangkaan air yang parah, di mana curah hujan diperkirakan kurang dari 100 mm per tahun.

LSM setempat, Ecological Development Group (LEDeG), secara aktif mempromosikan teknologi ekologi yang diadaptasi untuk pembangkit energi terbarukan. Di tahun 1986, LEDeG membangun proyek demonstrasi proyek di Pusat Ekologinya yang terletak di Leh, yang digunakan oleh sekitar 100 pengunjung dan pekerja setiap harinya. Proyek tersebut didasarkan pada sistem toilet kering lokal, alih-alih sistem toilet berbasis air yang diperkenalkan oleh pondok-pondok pesanggrahan bagi para wisatawan pengunjung. Jamban kering dikembangkan dengan pipa ventilasi bercat hitam (serupa dengan yang digunakan dalam lubang jamban berventilasi) untuk ventilasi ruang pengumpulan dan mengurangi lalat.

Dengan iklim yang sangat kering di Ladakh, hal tersebut sangat memungkinkan untuk memproses kotoran manusia dalam ruangan yang tanpa disertai pengalihan urin terlebih dahulu, dengan menggunakan kombinasi pengomposan tanah dan dehidrasi. Pada lantai ruangan kecil di loteng, yang dipisahkan oleh jarak tertentu dari dapur/ruang tamu, terdapat lapisan tanah tebal dari halaman. Di lantai, lubang mengarah ke ruang kecil di lantai dasar yang hanya dapat dicapai dari luar. Orang-orang membuang kotoran pada tanah yang ada di lantai. Tanah dan kotoran kemudian didorong ke lubang bersamaan dengan urin. Kotoran yang telah membusuk diangkat pada musim semi dan pada akhir musim panas dan disebar di ladang/tanah lapang.

Rancangan didasarkan pada sistem tradisional asli setempat dan bersifat berkelanjutan sehingga tidak menyia-nyiaakan pasokan air yang sangat terbatas dan berharga, tanah untuk tanaman pun semakin subur, dan tidak ada yang hilang atau terbuang. Di Leh, di mana terdapat kecenderungan perkembangan modern yang mengarah ke pengenalan sistem toilet air, model ini menunjukkan cara untuk memecahkan permasalahan di masa yang akan datang dengan kembali ke sistem tradisional di masa lampau.

Sumber: Deutsche Gesellschaft fuer Technische Zusammenarbeit (GTZ). 2006. *Data sheets for Ecosan projects 031: Improved Traditional Ladakhi Composting Toilet*. Leh, India

## 6.3 Pengelolaan Limbah Padat

Salah satu permasalahan yang paling umum pasca bencana adalah menumpuknya puing-puing dan sampah padat. Limbah padat berasal dari berbagai macam sumber pada periode setelah bencana. Limbah padat terdiri dari infrastruktur yang hancur dan rusak, tanaman yang tumbang, dan sumber-sumber lainnya. Selama tahap pemulihan dan rekonstruksi, pembangunan perumahan sementara, transisi, atau permanen, serta infrastruktur lainnya juga menghasilkan limbah konstruksi. Dalam jangka panjang, gedung-gedung yang baru dibangun tersebut pun akan menghasilkan sampah rumah tangga dan komersil. Semua jenis sampah padat harus dikelola dengan baik dengan mempertimbangkan penggunaan kembali, daur ulang, dan pembuangan.

Standar Minimal Lingkungan dalam Bantuan Kemanusiaan mengharuskan masyarakat untuk memiliki kondisi lingkungan yang dapat diterima, terbebas dari kontaminasi sampah padat, termasuk sampah medis, dan memiliki sarana untuk membuang limbah rumah tangga dengan mudah dan efektif. Masyarakat harus dapat membuang sampah padat pada sarana yang tidak akan merusak kondisi lingkungan lebih lanjut.<sup>19</sup>

Dalam semua kegiatan pemulihan dan rekonstruksi pasca bencana, apabila belum terdapat rencana pengelolaan limbah, maka sangat disarankan untuk membuatnya. Rencana pengelolaan limbah harus mencakup identifikasi lokasi pembuangan melalui konsultasi dengan otoritas setempat, termasuk Kementerian Lingkungan. Lokasi pembuangan harus menghindari pencemaran sumber air dan degradasi lahan alami, seperti perikanan, lahan pertanian, dan lahan gambut. Lokasi pembuangan pun harus dijauhkan dari lahan perumahan dan produksi mata pencaharian untuk menghindari dampak-dampak negatif seperti cairan hasil pembusukan sampah. Pembakaran sampah pun harus dihindari sebisa mungkin untuk meminimalkan potensi gangguan kesehatan. Limbah berbahaya dan beracun, seperti sampah medis, harus dipisahkan dari sampah domestik dan dibuang dengan cara yang tepat setelah berkonsultasi dengan pakar pengelolaan limbah padat. Informasi lebih lanjut mengenai pengelolaan limbah padat dalam kondisi darurat dapat dilihat pada Lampiran 2. Selain itu, Buku Panduan Pengelolaan Limbah dalam Kegiatan Pelayanan Kesehatan (*The Handbook on the Safe Management of Wastes from Health-Care Activities*) menyarankan metode pengolahan dan pembuangan limbah medis yang aman, berkelanjutan, terjangkau, dan dapat diterima secara budaya.<sup>20</sup>

### 6.3.1 Pembuatan Kompos dan Berkebun di Rumah

Salah satu cara termudah untuk membuang limbah padat, sekaligus meningkatkan ketahanan pangan, dan mengurangi jejak karbon yang dihasilkan masyarakat adalah mengolah sampah menjadi kompos. Dalam skala global, sampah-sampah yang dapat dibuat kompos, seperti sisa makanan dan potongan ranting atau daun, jumlahnya berkisar hingga 30% dari limbah yang secara teratur berakhir di tempat pembuangan akhir.

19 The Sphere Project. 2004. *Minimum Standards in Water Supply, Sanitation and Hygiene Promotion*. Sphere Handbook. Geneva: Oxfam Publishing.

20 World Health Organization. Healthcare waste and its safe management. [www.healthcarewaste.org/](http://www.healthcarewaste.org/) (Diakses pada 8 Juni, 2010)

Kompos adalah salah satu mulsa dan penyubur tanah alami terbaik. Pembuatan kompos hampir tidak memerlukan biaya. Kompos meningkatkan struktur dan tekstur tanah, serta aerasi dan meningkatkan kapasitas tanah dalam menahan air. Kompos menggemburkan tanah liat dan tanah bepasir dalam menahan air. Penambahan kompos meningkatkan kesuburan tanah dan merangsang pertumbuhan akar tanaman yang sehat. Bahan organik yang terkandung dalam kompos menyediakan makanan bagi mikroorganisme yang menjaga tanah agar tetap dalam kondisi sehat dan seimbang.

Hampir semua bahan tanaman organik cocok untuk dijadikan kompos. Tumpukan kompos memerlukan rasio yang tepat antara bahan yang mengandung banyak karbon, atau “cokelat” dan bahan kaya nitrogen atau “hijau.” Bahan coklat yang dimaksud diantaranya daun kering, jerami, dan serpihan kayu. Bahan nitrogen adalah bahan-bahan hijau atau segar seperti potongan rumput dan sampah dapur. Mencampur beberapa jenis bahan atau mengubah proporsi dapat membuat perbedaan dalam laju dekomposisi. Perbandingan yang ideal yaitu sekitar 25 bagian coklat untuk setiap satu bagian hijau. Terlalu banyak karbon akan menyebabkan tumpukan, dan proses dekomposisi menjadi lambat, sedangkan terlalu banyak nitrogen akan menimbulkan bau. Karbon menyediakan energi bagi mikroba, dan nitrogen digunakan untuk membangun protein. Rasio dapat dicapai dengan menggabungkan 1/3 tumbuhan kering, 1/3 tumbuhan hijau (termasuk sampah dapur), dan 1/3 tanah, yang didasarkan pada ukuran berat/timbangan.

Tanah di bawah tumpukan harus dilongggarkan hingga kedalaman 12 inci agar menyediakan drainase yang baik. Ukuran minimal tumpukan adalah 1 meter<sup>3</sup> (1 meter x 1 meter x 1 meter). Bahan kompos idealnya harus ditambahkan ke tumpukan dalam lapisan 1 hingga 2 inci (2 – 5 cm), dengan tumbuhan kering di bagian bawah, sampah dapur dan tumbuhan hijau pada lapisan kedua, dan tanah pada lapisan ketiga. Tumpukan kompos dapat dibuat dalam lubang di tanah atau tumpukan di atas tanah. Tumpukan di atas tanah lebih baik karena hujan dapat menggenangi lubang dengan cepat. Tumpukan dapat dibuat dengan atau tanpa wadah.

Wadah akan menentukan bentuk tumpukan, buatlah tetap rapi, dan beri perlindungan. Wadah yang murah dapat dibuat dari kawat ayam dengan lebar 1 meter (panjang 4 meter) dan papan 2 cm x 5 cm. Papan dipaku di sepanjang ujung kawat ayam dan pada interval 1 meter, lalu gabungkan dengan menggunakan kait. Wadah buatan tersebut ditempatkan sebagai lingkaran di tanah dan bahan kompos diletakan di dalamnya. Selain itu wadah pun dapat dibuat dari palet kayu (empat untuk setiap sisi dan bagian atas ditutup dengan plastik), papan kayu) dibuat menjadi kotak, atau bahan kawat yang lebih besar.<sup>21</sup>

Selain itu, pagar hidup dapat digunakan untuk membuat wadah. Pagar hidup dapat dibagi ke dalam dua kategori dasar; tiang pagar hidup dan pembatas hidup. Tiang pagar hidup menyisakan ruang yang lebar, garis/batang tunggal dari tanaman kayu yang secara rutin dipangkas dan digunakan sebagai pengganti tiang logam atau kayu sebagai penopang kawat berduri, bambu, atau bahan lainnya. Pembatas hidup lebih tebal, lebih padat, dan umumnya terdiri dari spesies tumbuhan yang berbeda dan tidak digunakan untuk menunjang bahan pagar lainnya. Fungsi utama dari pagar hidup adalah untuk mengendalikan pergerakan manusia dan hewan; pagar hidup biasanya sangat beragam, sistem beresiko rendah yang memberikan banyak manfaat bagi petani. Selain dari fungsi utamanya, pagar hidup pun dapat digunakan sebagai kayu bakar, pakan ternak, makanan, serta dapat bertindak sebagai penahan angin dan menyuburkan tanah, tergantung pada spesies tanaman yang digunakan.

---

21 Based on: FAO. Home Garden Technology Leaflet 6: Special Techniques for Improving Soil and Water Management. [www.fao.org/docrep/003/X3996E/x3996e30.htm](http://www.fao.org/docrep/003/X3996E/x3996e30.htm) (Diakses pada 7 April, 2010)

Pendekatan “pintu belakang/*backdoor*” untuk pemisahan dan limbah kompos diperkenalkan melalui program berkebun di rumah. Pelatihan teknik berkebun organik di rumah dapat melengkapi pelatihan pengelolaan kompos dan limbah padat. Selama sesi pelatihan, peserta dapat memperoleh materi tambahan mengenai benih, tanaman, dan bibit kompos. Mereka kemudian dapat segera menikmati manfaat dari kompos dan sayur-sayuran bebas pestisida di kebun rumah mereka. Program tersebut pada gilirannya akan membantu meningkatkan gizi, ketahanan pangan, dan mengurangi pengeluaran rumah tangga. Sementara membuat kompos, masyarakat pun dapat didorong untuk melakukan pemisahan bahan-bahan yang dapat didaur ulang, dan jaringan kerja daur ulang dapat dikembangkan untuk mengumpulkan bahan-bahan yang dapat didaur ulang dari desa setempat. Minimalisasi limbah melalui “mengurangi, menggunakan kembali, dan mendaur ulang” dapat pula dipromosikan melalui program kampanye



*Pendekatan “pintu belakang” untuk pembuatan kompos dari limbah dapat diperkenalkan melalui program berkebun di rumah. Kompos dari limbah rumah tangga dapat digunakan sebagai pupuk dan mendukung program ketahanan pangan. © Achala Navaratne/WWF*

### 6.3.2 Biogas

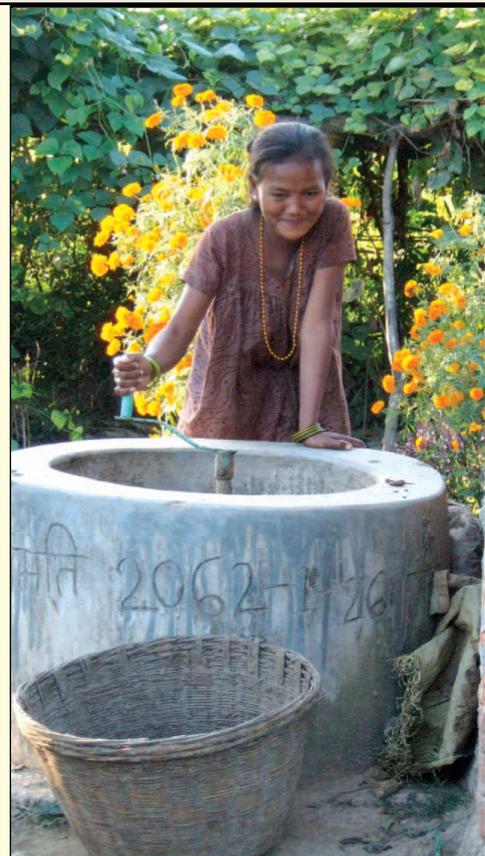
Teknologi pengolahan limbah lainnya meliputi produksi biogas dengan menggunakan kotoran hewan dan manusia, mendaur ulang puing-puing konstruksi, mendaur ulang botol air plastik, dan sistem septik kondominium. Biogas mengacu pada gas yang diproduksi oleh bahan organik yang terurai secara kimia dikarenakan tidak adanya oksigen. Salah satu jenis biogas adalah gas yang dihasilkan dari fermentasi materi yang dapat terdegradasi seperti kotoran hewan atau manusia, dan limbah hijau. Jenis biogas tersebut sebagian besar terdiri dari metana dan karbon dioksida. Biogas dapat digunakan sebagai bahan bakar hemat biaya untuk pemanasan atau memasak. Biogas pun dapat digunakan untuk menjalankan berbagai jenis mesin pemanas dan untuk menghasilkan baik tenaga mekanis maupun listrik. Serupa dengan gas alami, biogas pun dapat dikompresi dan merupakan bahan bakar terbarukan

#### BIOGAS DI NEPAL

“Suatu hari saya berkata pada suami saya bahwa saya memutuskan untuk berhenti mencari kayu bakar di hutan, dan kami akan mulai menggunakan kompor biogas, tidak peduli meski harus meminjam uang,” ujar Jari Maya Tamang, 41 tahun, ketika ia berdiri dengan bangga di samping instalasi biogas pertama di desanya.

Jari Maya mengambil pinjaman mikro kredit dan menjadi yang pertama memasang instalasi biogas yang tersambung dengan toilet di Badreni, sebuah desa kecil di tepi Taman Nasional Chitwan, Terai, Nepal. Hari ini, 80% dari 82 keluarga di Badreni telah memiliki instalasi biogas yang terhubung dengan toilet melalui bantuan dari WWF. Terai adalah wilayah padat penduduk dengan keanekaragaman yang tinggi, dan ekosistem yang rapuh. Penggundulan hutan merupakan permasalahan besar di Terai. 61% keluarga di Terai mengandalkan kayu bakar untuk memasak, dan 49% lainnya memanfaatkan kayu yang diperoleh dari hutan terdekat yang dikelola oleh pemerintah. Satu keluarga biasanya menghabiskan rata-rata 1,3 kg – 2,5 kg kayu per hari, dan terdapat bukti yang menunjukkan bahwa pemanfaatan tersebut tidak berkelanjutan. Mengingat jumlah populasi di Terai - Nepal yang melebihi 6,7 juta jiwa, tanpa adanya intervensi berwawasan lingkungan, permasalahan deforestasi akan mengarah pada permasalahan akut di wilayah tersebut.

Konflik antara manusia dan satwa liar pun semakin meningkat dimana satwa liar tersebut menyerang tanaman pertanian dan hewan ternak, dan lebih banyak penduduk, khususnya



© WWF-Canon/Michel Gunther

perempuan, yang diserang oleh satwa liar.

Pengelolaan limbah alternatif dan promosi energi merupakan strategi penting dalam menangani limbah padat rumah tangga dan pertanian, mengurangi tekanan terhadap hutan, dan meningkatkan kesejahteraan penduduk setempat di Terai. Di Nepal, instalasi biogas tetap yang dirancang dan dikembangkan secara lokal cukup terkenal. Model instalasi biogas tersebut dianggap dapat diandalkan, berfungsi dengan baik, dan sederhana, serta biaya perawatannya relatif rendah dan memiliki desain yang tahan lama.

Di Nepal, satu instalasi biogas berukuran sedang (yang paling populer) memakan biaya hingga US\$ 500. Teknologi biogas masih belum terjangkau oleh sebagian besar masyarakat yang berada dalam kondisi ekonomi miskin; akan tetapi, LSM lokal telah mendanai skema keuangan mikro melalui kemitraan desa seperti Kelompok Masyarakat Pengguna Hutan. Pengaturan tersebut telah memudahkan masyarakat miskin dan kurang beruntung dalam mengakses pinjaman dengan bunga rendah dalam rangka membangun instalasi biogas. Letak kakus disesuaikan dengan rancangan agar langsung terhubung dengan instalasi biogas, demikian pula dengan limbah peternakan.

Sumber: Gurung, T. 2007. BIOGAS, Saving Nature Naturally. *WWF Ecocircular Newsletter* 42:1-3.

## 7 STANDAR INTERNASIONAL TERKAIT

Teknologi lingkungan berkelanjutan air dan sanitasi yang dibahas dalam modul ini merupakan bagian integral dalam pencapaian standar internasional yang berkenaan dengan pasokan air dan pengelolaan limbah yang disepakati oleh organisasi-organisasi kemanusiaan. Memenuhi standar yang dibahas dalam sesi ini mengharuskan penggunaan tepat dari teknologi-teknologi berikut ini.

### 7.1 Standar Lingkungan (*Sphere Standard*)

Proyek lingkungan (*Sphere Project*) diluncurkan pada tahun 1997 oleh sekelompok LSM kemanusiaan dan pergerakan Palang Merah serta Bulan Sabit Merah. *Sphere* didasarkan pada dua keyakinan inti: pertama, bahwa seluruh langkah yang memungkinkan perlu ditempuh untuk meringankan penderitaan manusia akibat bencana dan konflik, dan kedua bahwa masyarakat yang terkena dampak bencana memiliki hak untuk hidup bermartabat, dan oleh karenanya mereka berhak memperoleh bantuan. Proyek Lingkungan (*Sphere Project*) meliputi tiga hal: buku pegangan, proses kolaborasi yang luas, dan ekspresi komitmen terhadap kualitas dan akuntabilitas. Proyek ini telah mengembangkan beberapa perangkat, dan khususnya buku pegangan.

Sehubungan dengan Air dan Sanitasi serta keberlangsungan lingkungan, *Sphere* memiliki indikator utama untuk Standar Pasokan Air 1 (Akses dan Kuantitas Air) yang menentukan bahwa “Sumber dan sistem air dipelihara sedemikian rupa sehingga jumlah air yang tepat tetap tersedia secara konsisten atau teratur.” Catatan panduan untuk Standar 1 juga menentukan “Seluruh sumber air perlu dipantau secara berkala untuk menghindari pemanfaatan berlebih.” Sama halnya, Standar Pasokan Air 2 (Kualitas Air) disertai indikator utama: “Masyarakat lebih baik meminum air dari sumber yang dilindungi atau dikelola dibandingkan dengan sumber air yang sudah tersedia lainnya.”<sup>22</sup>

### 7.2 Tujuan Pembangunan Milenium PBB (*UN Millennium Development Goals/MDGs*)

UN MDGs mengatasi permasalahan keberlangsungan lingkungan, air dan sanitasi dalam Tujuan 7: Memastikan Kelestarian Lingkungan. Tujuan ini mengidentifikasi empat target secara bersamaan dengan intervensi utama berikut. Integrasi intervensi air dan sanitasi dengan kelestarian lingkungan dapat membantu perencana proyek dalam mencapai beberapa target sebagai berikut:

Target 1: Mengintegrasikan prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan ke dalam kebijakan dan program negara, serta mengurangi hilangnya sumber daya lingkungan.

- Tindakan yang cepat dibutuhkan untuk mencegah kenaikan emisi gas rumah kaca
- Keberhasilan dalam membatasi penipisan lapisan ozon akan membantu langkah mitigasi terhadap perubahan iklim.

---

22 The Sphere Project. 2004. *Minimum Standards in Water Supply, Sanitation and Hygiene Promotion*. Sphere Handbook. Geneva: Oxfam Publishing

Target 2: Mengurangi hilangnya keanekaragaman hayati, penurunan dalam tingkat kerugian secara signifikan ditargetkan tercapai pada tahun 2010

- Daerah konservasi laut dan cagar alam memerlukan perhatian yang lebih
- Memperlambat deforestasi dan lebih banyak hutan yang diperuntukan bagi konservasi keanekaragaman hayati
- Diperlukan langkah-langkah perlindungan yang lebih kuat guna menjaga populasi sejumlah spesies yang terancam punah
- Pengelolaan perikanan perlu ditingkatkan guna melindungi stok ikan dari deplesi

Target 3: Menurunkan proporsi penduduk yang tidak memiliki akses berkelanjutan terhadap air minum dan sanitasi dasar pada tahun 2015.

- Hampir setengah dari populasi dunia mengalami krisis kelangkaan air
- Lebih banyak orang yang menggunakan fasilitas sanitasi lebih baik, tetapi memenuhi target tersebut akan memerlukan upaya dan kerja keras
- Di negara-negara berkembang, satu dari empat orang tidak memiliki akses ke sanitasi dasar
- Meskipun akses terhadap air minum telah berkembang, hampir satu miliar orang tetap tidak memiliki akses
- Perempuan memikul beban terberat dalam aktivitas pengumpulan air.

### **7.3 Konferensi Tingkat Tinggi Dunia Mengenai Pembangunan Berkelanjutan**

Konferensi Pembangunan Berkelanjutan Dunia, yang diselenggarakan di Johannesburg pada tahun 2002, dihadiri ribuan peserta, termasuk Kepala Negara dan Pemerintah, para pemimpin LSM, anggota komunitas dan usaha untuk berfokus pada cara-cara untuk meningkatkan kehidupan masyarakat dan melestarikan sumber daya alam. Rencana Pelaksanaan Pembangunan Berkelanjutan, Bagian IV< meliputi perumusan rencana nasional untuk IWRM dan untuk efisiensi penggunaan air. Bagian IV berkenaan dengan perlindungan dan pengelolaan sumber daya alam sebagai dasar pembangunan sosial dan ekonomi, dan mengatasi kebutuhan penting untuk mengelola sumber daya akan secara terpadu dan berkelanjutan. Dalam hal ini, Rencana memerlukan pelaksanaan strategi pada tingkat nasional dan regional, apabila memungkinkan, untuk melindungi ekosistem dan untuk mencapai pengelolaan terpadu tanah, air, dan sumber daya hayati sekaligus memperkuat dan meningkatkan kapasitas regional, nasional, dan lokal. Mengingat bahwa pemulihan pasca bencana turut mendukung pembangunan berkelanjutan, staf kemanusiaan harus mengambil langkah-langkah untuk mempromosikan IWRM dan efisiensi penggunaan air.

## LAMPIRAN 1: SUMBER-SUMBER TAMBAHAN

Organisasi dan publikasi berikut ini menyediakan berbagai perangkat, materi, dan informasi yang dapat memperluas konsep yang disajikan dalam modul ini.

### Organisasi

Lembaga-lembaga berikut ini dapat menyediakan panduan teknis tentang bagaimana memastikan bahwa proyek-proyek air dan sanitasi di seluruh dunia memenuhi standar lingkungan berkelanjutan, serta menyediakan bantuan kemanusiaan fisik dan keuangan langsung pada daerah-daerah setelah terjadi bencana. Setiap lembaga berkontribusi terhadap pengembangan penelitian teknologi/proyek air dan sanitasi praktis serta efektif. Para pakar air dan sanitasi, spesialis kesehatan dan pejabat pemerintah dapat memanfaatkan publikasi-publikasi yang dihasilkan dan disebarluarkan oleh lembaga-lembaga ini.

**International Water Management Institute/IWMI (Institut Pengelolaan Air Internasional):** IWMI adalah salah satu dari 15 pusat penelitian internasional yang didukung oleh jaringan 60 pemerintah, yayasan swasta, dan organisasi internasional serta regional yang secara kolektif disebut dengan *Consultative Group on International Agricultural Research* (CGIAR). Misi IWMI adalah untuk meningkatkan pengelolaan lahan dan sumber daya air untuk penyediaan pangan, mata pencaharian, dan alam. IWMI menargetkan tantangan-tantangan pengelolaan air dan lahan yang dihadapi oleh masyarakat miskin di negara-negara berkembang, dan melalui hal tersebut berkontribusi terhadap pencapaian Tujuan Pengelolaan Milenium PBB (MDG) untuk mengurangi kemiskinan dan kelaparan, serta memelihara lingkungan berkelanjutan.

Penelitian adalah kegiatan utama IWMI. Agenda penelitian ditujukan untuk empat tema utama: Akses dan Ketersediaan Air; Penggunaan Air Secara Produktif; Kualitas Air, Kesehatan dan Lingkungan; serta Air dan Masyarakat. Kegiatan lintas sektor dalam semua tema meliputi pengkajian produktivitas lahan dan air, serta hubungannya dengan kemiskinan; identifikasi intervensi yang meningkatkan produktivitas serta akses ke sumber daya dan keberlangsungan sumber daya alam; penilaian dampak intervensi pada produktivitas, mata pencaharian, kesehatan, dan keberlangsungan lingkungan. [www.iwmi.cgiar.org](http://www.iwmi.cgiar.org)

**Program Deutsche Gesellschaft fuer Technische Zusammenarbeit (GTZ) Ecosan:** Konsep dibalik sanitasi ekologi (ecosan) yaitu bahwa permasalahan sanitasi dapat diselesaikan dengan lebih efisien dan lestari jika sumber daya yang terkandung dalam kotoran dan limbah cair dapat dipulihkan dan digunakan, alih-alih dibuang ke lingkungan sekitar, termasuk saluran/badan air. Sistem ecosan diharapkan dapat membantu melestarikan kesuburan tanah, menjaga ketahanan pangan jangka panjang, dan meminimalkan konsumsi dan polusi sumber daya air. Untuk informasi lebih lanjut mengenai konsep ini dan bagaimana sistem ini dapat diterapkan dapat diterapkan dalam berbagai situasi, silahkan hubungi GTZ. [www.gtz.de/en/themen/ umwelt-infrastruktur/wasser/8524.htm](http://www.gtz.de/en/themen/ umwelt-infrastruktur/wasser/8524.htm)

**Water, Engineering, and Development Centre (WEDC):** WEDC adalah salah satu institusi pendidikan, pelatihan, penelitian, dan konsultasi terkemuka dunia yang berkaitan dengan perbaikan akses terhadap pelayanan infrastruktur untuk negara-negara miskin berpendapatan rendah. Didirikan pada tahun 1971, WEDC merupakan bagian dari Departemen Teknik Sipil dan Bangunan di Universitas Loughborough. WEDC adalah organisasi yang telah diakui dan menyediakan informasi berkualitas dan telah teruji mengenai teknologi-teknologi air di negara-negara berkembang. [wedc.lboro.ac.uk](http://wedc.lboro.ac.uk)

**International Water Association (IWA):** IWA terdiri dari para profesional air terkemuka dalam ilmu pengetahuan, penelitian, teknologi, dan praktik. IWA berakar dari dua asosiasi besar: *International Water Supply Association* (IWSA) dan *International Water Quality Association* (IWQA). IWSA didirikan pada tahun 1947 sedangkan IAWQ awalnya dibentuk sebagai Asosiasi Internasional untuk Penelitian Pencemaran Air pada tahun 1965. IWSA dan IAWQ bergabung pada tahun 1999 dan membentuk IWA. Terdapat 10.000 personil dan 400 anggota perusahaan yang tersebar di 130 negara. IWA menyelenggarakan serangkaian kegiatan, proyek, dan membentuk kelompok pakar dan para pemangku kepentingan, membantu para anggota dalam berbagi pandangan, meningkatkan pengetahuan, dan berkontribusi terhadap pembangunan air di seluruh dunia.

Misi IWA adalah untuk membentuk dan mengembangkan jaringan para profesional/pakar air dunia melalui menyediakan layanan dan produk kepada anggota, termasuk konferensi, publikasi, dan dukungan untuk kelompok-kelompok anggota. Selain itu, IWA mewakili pandangan anggota dalam forum dan proyek internasional pada sebagian besar sektor untuk memajukan praktik terbaik dalam pengelolaan air berkelanjutan. [www.iwahq.org](http://www.iwahq.org)

**Global Water Partnership/GWP (Kemitraan Air Global):** Visi GWP adalah air dunia yang aman. GWP didirikan pada tahun 1996 oleh Bank Dunia, UNDP, dan *Swedish International Development Agency* (SIDA). Tujuannya adalah untuk mendorong pengelolaan sumber daya air terpadu (IWRM) dan untuk memastikan terkoordinasinya pembangunan dan pengelolaan air, tanah, dan sumber-sumber daya terkait lainnya dengan memaksimalkan kesejahteraan ekonomi dan sosial tanpa mengorbankan keberlanjutan sistem lingkungan penting. Selama 12 tahun terakhir, jaring GWP telah bekerja di 13 wilayah dan lebih dari 70 negara. [www.gwpforum.org/servlet/PSP](http://www.gwpforum.org/servlet/PSP)

## Publikasi

Ahmad, Q. 2003. Towards Poverty Alleviation: The Water Sector Perspectives. *Water Resources Development* 19:263-77.

Cap-Net. Integrated Water Resources Management Tutorial. [www.archive.cap-net.org/iwrm\\_tutorial/mainmenu.htm](http://www.archive.cap-net.org/iwrm_tutorial/mainmenu.htm) (Accessed on March 31, 2010)

Chalinder, A. 1994. *Good Practice Review 1: Water and Sanitation in Emergencies*. London: Relief and Rehabilitation Network and Overseas Development Initiative.

Christensen, E. 1999. *Wastewater Treatment through Wetlands*. Rocky Mountain American Society of Civil Engineers.

David, J., and R. Lambert. 2002. *Engineering in Emergencies: A Practical Guide for Relief Workers*. ITDG Publishing.

DeBusk, W.F. 1999. *Wastewater Treatment Wetlands: Contaminant Removal Processes*. SL155 fact sheet. Soil and Water Science Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.

DeBusk, W.F. 1999. *Wastewater Treatment Wetlands: Application and Treatment Efficiency*. SL156 fact sheet.

Soil and Water Science Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.

Dudley, N., and S. Stolton. 2003. *Running Pure: The importance of forest protected areas to drinking water*. Gland, Switzerland: World Bank/WWF Alliance for Forest Conservation and Sustainable Use.

Deutsche Gesellschaft fuer Technicshe Zusammenarbeit (GTZ). 2006. *Data Sheets for Ecosan Projects 031: Improved Traditional Ladakhi Composting Toilet*. Leh, India.

Deutsche Gesellschaft fuer Technicshe Zusammenarbeit (GTZ). 2007. *Guidelines for the Selection and Implementation of Sustainable Sanitation Systems for the Reconstruction in Aceh and Nias*. Banda Aceh, Indonesia.

Gurung, T. 2007. BIOGAS, Saving Nature Naturally. *WWF Ecocircular Newsletter* 42:1-3.

Harvey, P., S. Baghri, and B. Reed. 2002. *Emergency Sanitation: Assessment and Programme Design*. Loughborough, UK: Water, Engineering and Development Centre.

Illangasekare, T., S.W. Tyler, T.P. Clement, K. Villholth, A.P.G.R.L. Perera, J. Obeysekera, G. Ananda, C.R. Panabokke, D. Hyndman, K. Cunningham, J. Kaluarachchi, W. Yeh, M.T. van Genuchten, and K. Jensen. 2006. Impacts of the 2004 tsunami on groundwater resources in Sri Lanka. *Water Resources Research* 42, W05201, doi:10.1029/2006WR004876.

Jeavons, J. 1990. *How to Grow More Vegetables*. Berkeley, CA: Ten Speed Press.

Korkusuz, E. 2005. *Manual of Practice on Constructed Wetlands for Wastewater Treatment and Reuse in Mediterranean Countries*. Mediterranean Network on Wastewater Reclamation and Reuse.

Martin, P. 2007. *The Moringa Tree*. North Fort Meyers, FL: Educational Concerns for Hunger Organization.

Mun, J., and J. Han. 2006. *Rainwater Harvesting and Management Spotlighthed as a Key Solution for Water Problems in Monsoon Region*. South Korea: Rainwater Research Center in Seoul National University YSW.

Navaratne, A. 2006. *Achieving Sustainable Sanitation: Lessons from Tsunami Reconstruction in Sri Lanka*. Colombo Sri Lanka: Proceedings of the 32nd WEDC International Conference.

Oldfield, John. 2006. Community-Based Approaches to Water and Sanitation: A Survey of Best, Worst, and Emerging Practices. *Water Stories Paper No. 2*. Washington, D.C.: Woodrow Wilson International Center.

Oregon State University and Sea Grant Extension. 2004. *Watershed Stewardship Education Program Training Guide*.

Randall, J., E. Rand, A. Navaratne, and Y. Hagos. 2008. *Environmental Stewardship and the Humanitarian Aid Water and Sanitation Sector: Lessons from the 2004 Tsunami Disaster Response*.

Rolfi, A., S. Doocy, and C. Robinson. 2006. Tsunami Mortality and Displacement in Aceh Province, Indonesia. *Disasters* 30:340-50.

Sudmeier-Rieux, K., H. Masundire, A. Rizvi and S. Rietbergern. 2006. *Ecosystems, Livelihoods and Disasters: An integrated approach to disaster risk management*. Gland, Switzerland: IUCN.

Sustainable Sanitation Alliance. 2009. *Case study of sustainable sanitation projects: Improvement of sanitation at Kanawat health center, Kanawat, Uganda*. [www.susana.org/images/documents/06-case-studies/en-susana-cs-uganda-kanawat.pdf](http://www.susana.org/images/documents/06-case-studies/en-susana-cs-uganda-kanawat.pdf) (Diakses pada 5 April, 2010)

Sustainable Sanitation Alliance. 2009. *Improved traditional composting toilets with urine diversion, Leh, India – Draft*. [www.susana.org/images/documents/06-case-studies/en-susana-cs-india-leh-composting-toilet-2009.pdf](http://www.susana.org/images/documents/06-case-studies/en-susana-cs-india-leh-composting-toilet-2009.pdf) (Diakses pada 5 April, 2010)

Tumwine, J.K., J. Thompson, M. Katua-Katua, M. Mujwajuzi, N. Johnstone, E. Wood, and Ina Porras. 2002. Diarrhoea and effects of different water sources, sanitation and hygiene behaviours in East Africa. *Tropical Medicine and International Health* 7: 750-756.

United Nations. 2000. *United Nations Millennium Development Goals Declaration*.

UNESCO International Hydrological Programme and Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). 2006. *Capacity Building for Ecological Sanitation*. Paris, France.

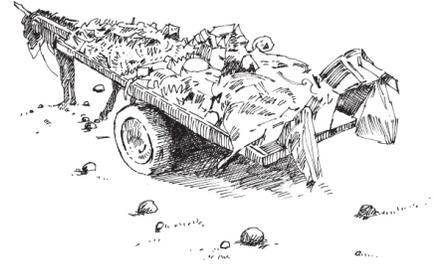
WHO. 1989. *Guidelines for the use of wastewater and excreta in agriculture and aquaculture*. WHO Technical Reports 778. Geneva, Switzerland.

## LAMPIRAN 2

## Pengelolaan limbah padat Dalam kondisi darurat



### World Health Organization



Catatan teknis ini menguraikan beberapa kegiatan utama dalam menangani sampah padat segera setelah terjadinya bencana. Limbah padat yang dimaksud disini adalah semua limbah non-cair (misalnya sampah). Terkadang limbah padat pun mengandung tinja. Limbah padat dapat menimbulkan gangguan serius pada kesehatan dan lingkungan yang tidak menyenangkan apabila tidak dibuang secara aman dan tepat. Sampah padat pun dapat menjadi tempat berkembang biak bagi serangga dan hama (misalnya tikus) yang meningkatkan kemungkinan penularan penyakit, dan dapat mendatangkan ular serta hama lainnya. Limbah yang tidak dikelola pun dapat mencemari sumber air dan lingkungan.

Proses perencanaan pengelolaan sampah dalam keadaan darurat diilustrasikan dalam Gambar 1.

#### Penilaian Awal

Tahap pertama dalam menangani limbah padat adalah untuk memahami konteks darurat dan sifat limbah yang dihasilkan. Sesi berikut ini menguraikan pertanyaan-pertanyaan penting untuk dipertimbangkan.

#### Konteks

- „ Sistem pengelolaan/peralatan apa yang telah digunakan untuk mengelola limbah? Bagaimana peran dari sistem tersebut? Apakah sistem yang ada memungkinkan untuk terus diterapkan dan dipelajari?
- „ Berapa jumlah orang yang terkena dampak limbah? Dimana mereka berada? Apa yang mereka lakukan dengan limbah yang ada? Apakah terdapat faktor budaya terkait?

#### Penumpukan, kepadatan, dan sumber limbah

Limbah dihasilkan oleh rumah tangga, toko, pasar, usaha, pusat kesehatan, dan titik distribusi.

Tingkat penumpukannya bervariasi berdasarkan musim, makanan pokok (misalnya perubahan dari sayuran segar ke paket bahan bantuan) dan hari. Jumlah rata-ratanya yaitu 0,5 kg/kapita/hari di kota-kota dengan pendapatan rendah.

Kepadatan limbah pun bervariasi. Densitas di kota-kota berpendapatan rendah yaitu berkisar antara 200-400 kg/m<sup>3</sup>.

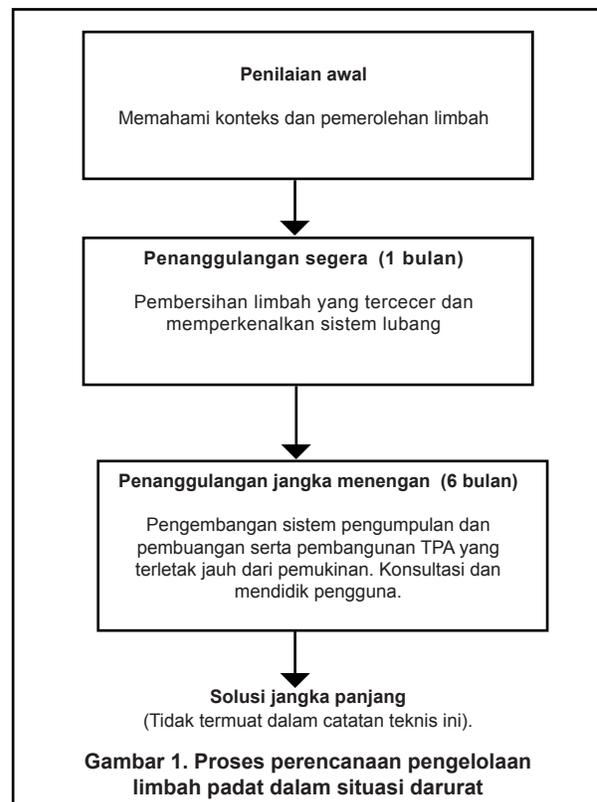
Ketika kemasan banyak digunakan dalam kondisi darurat, kepadatan cenderung menurun.

Peluang atau pembatasan apa yang ada pada lingkungan? Apakah memungkinkan untuk menggali lubang? Dimana lokasi sumber air permukaan? Pada tingkat seperti apa permukaan di bawah tanah? Dimana tersedia lahan?

#### Limbah

- „ Limbah apa yang dihasilkan (misalnya organik, berbahaya, kering, dll.)?
- „ Dimana limbah dihasilkan? Seberapa jauh penghasil limbah dapat diakses?
- „ Berapa banyak limbah yang dihasilkan?

Catatan: Limbah medis dan berbahaya tidak dibahas dalam catatan teknis ini.



## Pengelolaan limbah padat

### Penanggulangan langsung

Kegiatan harus diprioritaskan berdasarkan bahaya kesehatan saat ini dan di masa yang akan datang dari berbagai jenis dan sumber limbah. Kegiatan cenderung berfokus pada pembersihan sampah yang berserakan dan mengelola sampah rumah tangga dan pasar.

### Pembuangan sampah rumah tangga di tempat

Dapat dilakukan ketika tersedia tempat dan sebagian besar sampah terdiri dari bahan organik (karena akan terurai dan volumenya berkurang). Berguna pula di daerah dengan akses terbatas.

Kedalaman lubang setidaknya 1 m dan harus sering ditutup dengan abu/tanah untuk mencegah akses bagi serangga dan tikus terhadap limbah dan mengurangi bau.

Perhatikan bahwa pembuangan di tempat merupakan kegiatan padat karya dan memerlukan kerja sama yang baik.

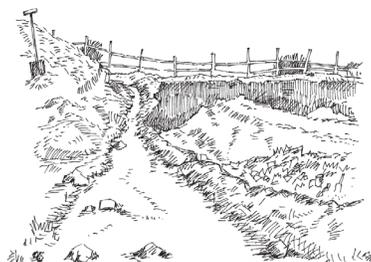


### Lubang pembuangan komunitas

Harus berjarak 100 meter dari rumah warga (Pedoman SPHERE).

Panduan kasarnya, 50 orang akan mengisi lubang 1 m<sup>3</sup> per bulan, tergantung pada tingkat pengumpulan dan kepadatan sampah.

Sistem ini dapat segera diterapkan dan hanya memerlukan sedikit operasi dan pemeliharaan. Perhatikan bahwa beberapa warga kemungkinan keberatan dengan jarak hanya 100 m dari pembuangan sampah.



### Solusi jangka menengah

#### Permasalahan masyarakat

Konsultasi. Penting kiranya untuk berkonsultasi dengan calon pemakai sistem pengelolaan limbah sebelum dan sesudah perancangan dan penerapan.

Pendidikan. Masyarakat yang terlibat perlu memahami tentang bagaimana melakukan pengelolaan sampah padat yang baik sehingga bermanfaat bagi kesehatan mereka.



#### Pengumpulan dan penyimpanan

Dalam beberapa situasi, lubang pembuangan kolektif dapat menjadi solusi jangka menengah yang tepat. Sementara itu, diperlukan cara untuk menghilangkan atau mengurangi limbah. Hal ini biasanya meliputi:

- „ tempat pembuangan di rumah;
- „ tempat pembuangan sementara, dan;
- „ pengumpulan dan pengangkutan ke tempat pembuangan akhir.

Kantong plastik atau wadah kecil dengan tutup bisa dijadikan tempat pembuangan sampah yang tepat di rumah.



Untuk tempat pembuangan sementara kolektif, dibutuhkan tempat pembuangan dengan kapasitas 100 liter (ketika penuh tempat pembuangan tersebut akan memiliki berat sekitar 40 kg). Drum minyak yang dipotong pada bagian tengah dapat dijadikan tempat pembuangan yang tepat. Idealnya, tempat sampah diatur dengan tepat sehingga dapat dikosongkan dengan mudah (misalnya berengsel sehingga dapat diangkat dan dimiringkan ke gerobak). Tempat sampah 100 liter diperlukan untuk setiap 50 orang atau beberapa kios-kios di pasar. Tempat sampah harus dikosongkan setiap hari dan merupakan kegiatan padat karya.

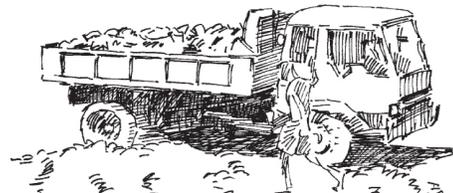
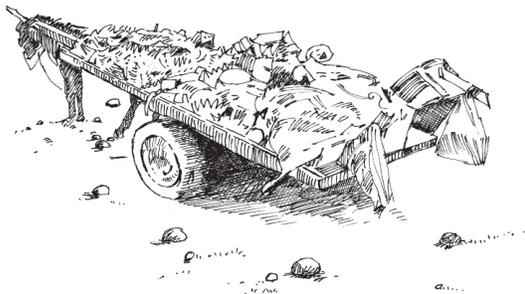
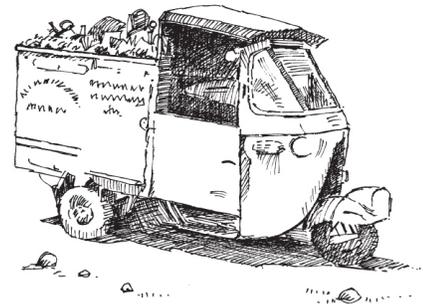
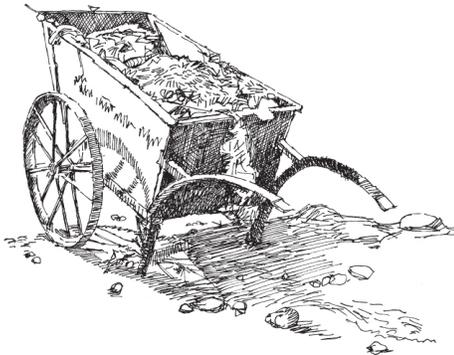
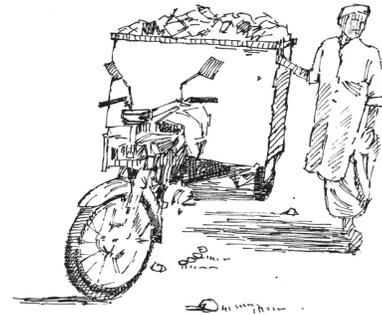
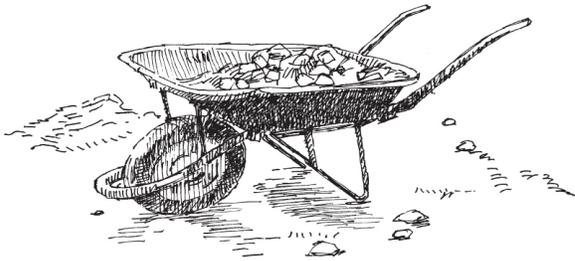
## Pengelolaan limbah padat

### Transportasi

Ketika memilih kendaraan yang sesuai, tingkat pengumpulan dan kepadatan limbah perlu dipertimbangkan bersamaan dengan:

- „ daerah-daerah yang akan diakses (misalnya gang sempit atau jalan yang tidak rata); dan
- „ jarak antara pengumpulan dengan titik pembuangan.

Misalnya, sebuah gerobak dapat mengumpulkan sampah dari 50 orang sebelum kemudian dikosongkan.



## Pengelolaan limbah padat

### Pembuangan

Sebagai solusi jangka menengah, lubang pembuangan kolektif dengan skala yang lebih besar dapat dibuat. Tetapi jika tidak disertai pengolahan limpasan cair, sistem ini tidak sesuai untuk penggunaan jangka panjang. Lubang ini harus terletak setidaknya 1 km dari arah angin ke pemukiman, dengan lokasi yang dipilih setelah berkonsultasi dengan penduduk. Lubang ini pun harus terletak menurun dari sumber air dan seridaknya berjarak 50 m dari sumber air permukaan. Pertimbangkan dengan seksama drainase ketika lubang berada pada lahan miring dan buat pagar untuk mencegah hewan dan burung pemakan bangkai masuk ke area tersebut.

### Staf

Sekitar 2,5 pekerja dibutuhkan untuk setiap 1.000 anggota masyarakat (WHO/UNEP 1991). Pakaian pelindung dan peralatan perlu dipertimbangkan (misalnya sarung tangan, sepatu bot, jaket visibilitas).

### Faktor-faktor penting lainnya

#### Pembakaran

Pembakaran bukanlah pilihan pengelolaan limbah yang disarankan karena memerlukan biaya yang besar, dan perawatan untuk operasi serta pengelolaan untuk memastikan tidak menimbulkan polusi. Ketika pembakaran dipandang perlu (misalnya untuk mengurangi volume limbah), pembakaran harus dilakukan setidaknya 1 km arah angin dari pemukiman, dan abu hasil pembakaran harus ditutup dengan tanah setiap hari. Pembakaran sampah rumah tangga di tempat dapat menimbulkan polusi dan memicu bahaya kebakaran.

#### Perawatan peralatan

Limbah seringkali korosif, sehingga penting untuk mengecat peralatan pengelolaan sampah logam dan mencucinya dengan sering. Kegiatan tersebut dapat meningkatkan masa pemakaian peralatan secara signifikan.

#### Penanggulangan limbah darurat

Kemasan dalam pengadaan penanggulangan darurat (misalnya makanan, air, obat, tempat tinggal) dapat menimbulkan permasalahan limbah serius. Pertimbangkan hal ini dalam proses pengadaan dan apabila memungkinkan kelola limbah kemasan pada titik distribusi untuk mencegah tercecernya sampah secara meluas.

### Daur ulang dan pengomposan

Terdapat kemungkinan untuk bekerja dengan industri daur ulang setempat untuk mendorong pengusaha atau pemulung dalam mengumpulkan barang-barang yang dapat didaur ulang. Upaya ini dapat menjadi sumber pendapatan sekaligus mengurangi jumlah pembuangan limbah yang diperlukan. Pembuatan kompos di rumah pun bisa menjadi sarana yang efektif untuk mengurangi volume sampah yang harus dikumpulkan dan dibuang.

### Pengelolaan dan penerapan

Penting kiranya untuk mempertimbangkan struktur pengelolaan dan metode penerapan. Pada saat-saat situasi darurat, khususnya pada saat awal, kegiatan harus ditegakkan secara ketat hingga sistem partisipasi dapat diperkenalkan.

Peninjauan, pemantauan dan penanggulangan terus menerus terhadap sifat sampah, meresapi kondisi dan tingkat peran serta masyarakat.

### Pengelolaan limbah jangka panjang

Dalam jangka panjang, kapasitas TPA perlu ditingkatkan, limpasan cair perlu ditampung dan diolah, serta praktik pengelolaan limbah secara keseluruhan perlu dipertimbangkan. Solusi jangka panjang tidak tercakup dalam catatan teknis ini.

### Informasi lebih lanjut

Harvey, P., Baghri, S and Reed, R. A. (2002) Emergency Sanitation: Assessment and Programme Design. WEDC, Loughborough, UK

SPHERE Guidelines, The Sphere Project (2004) Humanitarian Charter and Minimum Standards in Disaster Response, The Sphere Project: Geneva, Switzerland (Distributed worldwide by Oxfam GB)

<http://www.sphereproject.org/handbook/index.htm>



## World Health Organization

WHO Headquarters  
Avenue Appia 20  
1211 Geneva 27  
Switzerland

Telephone: Facsimile: Telex:  
Telegraph:  
(+ 41 22) 791 21 11 (+ 41 22) 791  
3111 415 416 UNISANTE GENEVA



Informasi ini disusun oleh WEDC

**Pengarang:** Jonathan Rouse **Editor:** Bob Reed **Perancang:** Glenda McMahon **Ilustrasi:** Rod Shaw **Grafis:** Ken Chatterton  
Water, Engineering and Development Centre, Loughborough University, Leicestershire, UK.  
Phone: +44 1509 222885 Fax: +44 1509 211079 E-mail: WEDC@lboro.ac.uk Website: www.lboro.ac.uk/wedc

## 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 (CO<sub>2</sub>e) 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/dictionary/environment](http://www.merriam-webster.com/dictionary/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 imbah 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.

**Konstruksi Berkelanjutan:** Konstruksi berkelanjutan melampaui definisi “konstruksi hijau” dan menawarkan pendekatan yang lebih menyeluruh dalam mendefinisikan interaksi antara konstruksi dan lingkungan. Konstruksi berkelanjutan adalah prinsip pembangunan berkelanjutan yang diterapkan pada siklus pembangunan komprehensif, mulai dari ekstraksi dan pengolahan bahan baku melalui perencanaan, desain dan konstruksi bangunan dan infrastruktur, dan juga berkaitan dengan dekonstruksi akhir bangunan dan pengelolaan limbah yang dihasilkan. Konstruksi 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](http://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](http://www.oregon.gov) Salem.

## DAFTAR SINGKATAN

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

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

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

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

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

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

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