

Prosiding
**SEMINAR NASIONAL
LINGKUNGAN HIDUP**

**Strategi Adaptasi dan Mitigasi
terhadap Perubahan Iklim**



**DEPARTEMEN MATAKULIAH UMUM
UNIVERSITAS KRISTEN PETRA
SURABAYA, 16 Mei 2009**

Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Hidup
“STRATEGI ADAPTASI DAN MITIGASI TERHADAP PERUBAHAN IKLIM”

Editor:
Ir. Daniel Rohi, M.Eng.Sc
drh. Wahyu Astjarjo Rini, M.A.

*Hak Cipta 2009 pada Departemen Matakuliah Umum – Universitas Kristen Petra
Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh buku ini dalam bentuk apapun
tanpa ijin penyelenggara seminar*

Dicetak dan dipublikasikan oleh:
DEPARTMEN MATAKULIAH UMUM
UNIVERSITAS KRISTEN PETRA
Jl. Siwalankerto 121-131
Surabaya 60263

ISBN 978-979-18106-2-3



9 789791 810623

KATA PENGANTAR

Persoalan lingkungan hidup atau keutuhan ciptaan (*integrated creation*) telah menjadi isu global selain, persoalan keadilan dan perdamaian dunia. Persoalan lingkungan hidup menarik perhatian banyak negara dan kalangan, karena jangkauan penyebab dan dampak dari persoalannya menyentuh semua umat manusia. Salah satu masalah lingkungan hidup yang sedang mengancam eksistensi kehidupan makhluk di bumi adalah fenomena pemanasan global yang mengakibatkan perubahan iklim..

Pemanasan global adalah salah satu fenomena meningkatnya suhu dipermukaan bumi yang disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca di Atmosfer. Dampak dari kondisi ini adalah terjadi fenomena alam seperti mencairnya es di kutub utara, perubahan iklim dan berbagai bencana yang kerap muncul secara tak terduga seperti naiknya permukaan air laut. Hal ini kalau dibiarkan berakibat pada menurunnya kualitas kehidupan makhluk hidup termasuk umat manusia di muka bumi.

Penyebab utama pemanasan global adalah intervensi manusia yang berlebihan sehingga terjadi ketidakseimbangan alam. Faktor dominan yang mempengaruhi adalah industrialisasi dengan berbagai aktivitas yang menyertainya seperti ketenagalistrikan dan transportasi. Kedua sektor tersebut menggunakan bahan bakar fosil yang menghasilkan emisi gas buang yakni CO₂ yang akan meningkatkan konsentrasi gas rumah kaca di Atmosfer.

Pencegahan perubahan iklim yang merusak membutuhkan tindakan nyata untuk menstabilkan tingkat gas rumah kaca di udara sesegera mungkin; salah satunya dengan mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 50%. Keadaan genting dari planet kita sekarang ini disebabkan oleh konsumsi berlebihan, bukan oleh 80% penduduk miskin di 2/3 belahan bumi, tetapi oleh 20% penduduk kaya yang mengkonsumsi 86% dari seluruh sumber alam dunia. Perilaku konsumsi bahan bakar fosil, secara signifikan meningkatkan polusi udara dan efek rumah kaca. Jika kita bersama tidak bertindak cepat, dunia ekonomi akan mengalami kemunduran serius.

Berangkat dari kondisi ini, maka perguruan tinggi sebagai bagian integral dari masyarakat dan tentunya bersama-sama masyarakat bertanggungjawab untuk melakukan langkah-langkah konstruktif bagi memitigasi penyebab pemanasan global. Lewat forum seminar yang mengambil tema “ **Strategi Adaptasi dan Mitigasi terhadap Perubahan Iklim** ” diharapkan terlontar pemikiran kritis, konseptual dan praktis dari berbagai disiplin ilmu yakni ekonomi, teknik dan humaniora, dalam rangka memberikan antisipasi dan tuntunan didalam mencari solusi untuk kebaikan bersama.

Akhirnya kami menyadari bahwa penyelenggaraan kegiatan ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, berbagai masukan berupa saran dan kritik akan membantu kami dalam penyempurnaan penyelenggaraan even serupa dimasa mendatang. Atas segala kekurangan dan kelemahan kami dalam penyelenggaraan ini, kami mohon maaf. Selamat Berdiskusi.

Tuhan Memberkati !

Surabaya, 16 Mei 2009
Ketua Departemen Matakuliah Umum
Universitas Kristen Petra

Ir. Daniel Rohi, M.Eng.Sc

SUSUNAN PANITIA

PENASEHAT	: Ir. Daniel Rohi, M.Eng, S.c	
PENGARAH	: Wahyu A. Rini, drh., M.A	
KETUA	: Eddy Wijayanto	23405001
SEKRETARIS	: 1. Jessica Pricilia S.	42408005 (Koor)
	2. Yessica Pricillia	42408006
BENDAHARA	: 1. Amelia Yunita K.	42408031 (Koor)
	2. Felicia Ivane	42408029
DIVISI ACARA	: 1. Glenn Karela	42408019
	2. Donald Tri	21407137 (Koor)
	3. Lidya	22406011
	4. Irene	22406015
DIVISI PUBDEKDOK	: 1. Hueynie H.	42408004 (Koor)
	2. Fenny A. L.	42408003
	3. Philip CS	42408018
DIVISI PERLENGKAPAN	: 1. Teddy D.	41405084 (Koor)
	2. Ifan Nanda	25407109
	3. Budi J	31407144
	4. Ivan C	22406066
	5. Hendra	
DIVISI KEAMANAN	: 1. Handry W	51407160 (Koor)
	2. Meldrick	42408168
	3. Cynthia Njoto	42408027
	4. Stephanie G.	42408033
	5. Enike	42408016
	6. Devina S.	42408008
DIVISI TRANSAKOM	: 1. Ryan	21406105 (Koor)
DIVISI KONSUMSI	: 1. Lindawati P.	42408026 (Koor)
	2. Lucy Evanti	42408025
	3. Lenny A.	42408024
	4. Levina	42408037
	5. Shinta	25407108
	6. Riska	25407019

TIM PENYUNTING AHLI

- ❖ Prof. Dr. Lilanny Sigit Arifin, M.A (UK Petra)
- ❖ Dr. S. Pantja Djati, M.Si., M.A Min (UK Petra)
- ❖ Dr. Juliana Anggono (UK Petra)
- ❖ Prof. Dr. L. Dyson, M.A (UNAIR)
- ❖ Drs. Kris Nugroho, M.A (UNAIR)
- ❖ Dr. Ir. Indarto (ITS)
- ❖ Drs. Ronny H. Mustamu (LEAD & CEC/IUCN)

TIM PENYUNTING NASKAH

- ❖ Ir. Daniel Rohi, M.Eng.Sc
- ❖ drh. Wahyu Astjarjo Rini, M.A

DAFTAR ISI

Cover	i
KATA PENGANTAR	iii
Susunan Panitia	iv
Susunan Tim Reviewer & Editor	v
DAFTAR ISI	vi
MAKALAH UTAMA :	
1. Strategi Adaptasi dan Mitigasi terhadap Perubahan Iklim, Sekretaris Menteri Lingkungan Hidup Jakarta.....	1-01
2. Konversi dan Diversifikasi Energi sebagai Alternatif dalam Mengatasi Dampak Perubahan Iklim, Atmonobudi Soebagio (UKI Jakarta)	1-04
3. Kebijakan “Multi-Track” yang Pro Rakyat dan Berkelanjutan, Drs. Ronny H. Mustamu, M.Mgt, (UK- Petra).....	1-19
4. Peluang dan Tantangan Dampak Perubahan Iklim terhadap Sektor Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia, Prof. Dr. Jony Hermans (ITS)	1-34
5. Belajar Dari Kearifan Nilai Lokal / Budaya Untuk Mengatasi Dampak Perubahan Iklim, Prof. Dr. Lilianny Sigit Arifin, M.A. (UK Petra)	1-67
MAKALAH BIDANG EKONOMI :	
1. Insentif Pajak Bumi dan Bangunan Bagi Perbaikan Lingkungan Hidup, Arja Sadjarto (UK Petra)	A-01
2. Efek Kombinasi Pertumbuhan Ekonomi Berbasis Keunggulan Lokal terhadap Penyelamatan Lingkungan/Bumi, Elizabeth T. Manurung (UNPAR)	A-10
3. Strategi Mitigasi Lingkungan: Penerapan Sosial Audit untuk Membuat <i>Polluter Pays Principle</i> , Yeni Mangoting (UK Petra).....	A-16
4. Peran Pemerintah, Industri Ritel, dan Masyarakat Dalam Membatasi Penggunaan Kantong Plastik sebagai Salah Satu Upaya Pelestarian Lingkungan, Michael Adiwijaya (UK Petra).....	A-24
5. Dampak Polusi Penerbangan Terhadap Efek Rumah Kaca, Leonid Julivan Rumambi. (UK Petra).....	A-30
MAKALAH BIDANG HUMANIORA :	
1. Desain Interior : Strategi Terapan Ruang Pembentuk Perilaku Efisiensi Energi, Yusita Kusumarini (UK Petra).....	B-01
2. Kearifan Lokal dalam Menyikapi Lingkungan dan Alam (Studi kasus pada Tanean Lanjang di Madura), Lintu Tulistyantoro, (UK Petra).....	B-10
3. Strategi Pemilihan Material 3R Rumah Tinggal dalam Desain Interior Sebagai Adaptasi & Mitigasi Perubahan Iklim, Mariana Wibowo (UK Petra).....	B-16
4. Mendorong Partisipasi Perempuan dalam Adaptasi dan Mitigasi Terhadap Perubahan Iklim, Wahyu Astjarjo Rini, (UK Petra).....	B-26

5. Media Dan Perubahan Iklim : Aplikasi Medium Komunikasi Terkini dalam Mengkomunikasikan Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim, J.E. Luik (UK Petra)..... B-36

MAKALAH BIDANG TEKNIK :

1. Penyejukan Fisiologis Sebuah Peluang Adaptasi Perilaku Termal Menuju Lingkungan Perkotaan Tropis Berkelanjutan, Ima Defiana, (ITS)..... C-01
2. Green Concrete : Porous Concrete Pelajaran dari LKTB 2008, Antoni, (UK Petra)..... C-08

STRATEGI PEMILIHAN MATERIAL 3R RUMAH TINGGAL DALAM DESAIN INTERIOR SEBAGAI ADAPTASI & MITIGASI PERUBAHAN IKLIM

Mariana Wibowo

Jurusan Desain Interior, Fakultas Seni dan Desain, Universitas Kristen Petra

Mariana_wibowo@peter.petra.ac.id

ABSTRAK

Munculnya aneka penyakit baru dan perubahan iklim akibat efek gas rumah kaca (pemanasan global) memberikan dampak yang sangat serius bagi lingkungan, ekonomi dan keberlanjutan kehidupan manusia. Berbagai material yang kita gunakan dalam ruang dalam sedikit banyak memberikan dampak kepada lingkungan maupun ekonomi. Dampak tersebut adalah banyaknya energi yang terbuang saat produksi dan transportasi material, adanya emisi saat material digunakan, semakin langkanya material tertentu, dan menurunnya kualitas udara dalam ruang. Konsekuensi ekologis sebagai hasil penggunaan material interior berakibat pada menurunnya kualitas lingkungan, munculnya aneka penyakit dan perubahan iklim yang tak menentu. Hampir 90% kehidupan manusia dilakukan didalam ruang. Salah satu peran seorang desainer interior adalah menciptakan sebuah ruang dalam yang nyaman, ergonomis, sehat, ramah lingkungan, dan aman. Perubahan iklim yang ada perlu ditanggapi segera oleh para desainer interior, khususnya didalam pemilihan material desain interior yang dipilih dan ditentukan untuk rancangan ruang dalam yang aman dan sehat bagi manusia. Dalam perspektif global, penghematan energi dan polusi melalui material interior adalah keuntungan utama. Konsep pemilihan yang diteliti adalah material yang dapat di reduce, re-use dan recycle, yang dikenal dengan 3R pada rumah tinggal. Analisa dalam pemilihan material dan metode aplikasi material menghasilkan 3R tersebut diperoleh melalui penelitian, evaluasi dan seleksi. Artikel ini mengupas hasil analisa yang berupa kriteria pemilihan material dalam desain interior yang menggunakan konsep 3R yang merupakan salah satu strategi untuk adaptasi dan mitigasi perubahan iklim.

Kata Kunci : material, desain interior, adaptasi, mitigasi, perubahan iklim

PENDAHULUAN

Seperti halnya alam, kepedulian terhadap lingkungan adalah suatu proses yang memiliki daur hidup. Ia akan meninggi ketika pertumbuhan ekonomi dalam suatu negara meningkat dan berkembang, dimana menciptakan suatu dampak seperti halnya kepadatan ruang pada suatu negara dan peningkatan polusi dan penurunan kekuatiran akan kurangnya lapangan kerja.

Secara umum, keadaan dinegara berkembang akanlah berbeda jika dibandingkan degan negara maju. Baik dari segi tingkat hidup, produksi material, teknologi serta masalah lingkungan yang muncul. Indonesia pun masih mengalami banyak masalah akibat pembangunan yang ada. Hal ini dapat terlihat dari tingginya angka sakit dari beberapa jenis penyakit, banyaknya bencana alam baik kebakaran, tanah longsor, dll serta tingkat kesejahteraan masyarakat yang terus merosot yang pada akhirnya berdampak pada perubahan iklim di Indonesia secara keseluruhan. Dirjen Pemberantasan Penyakit

Menular dan Penyehatan Lingkungan (PPM & PL) Depkes & Kessos Umar Fahmi Achmadi pernah menuturkan bahwa infeksi saluran pernapasan atas (ISPA) merupakan pembunuh utama kematian bayi serta balita di Indonesia. Dikemukakan, sebagian besar kematian tersebut dipicu oleh ISPA bagian bawah (pneumonia). Tetapi, masyarakat masih awam dengan gangguan ini (Media, 02/05).

Salah satu sumber pemicu ISPA adalah kualitas udara didalam ruang yang kurang baik. Manusia menghabiskan 90% hidupnya ada didalam ruang (interior) dibandingkan di eksterior dan dimana didalam interior terdapat benda-benda yang bermaterial tertentu dan mengandung unsure senyawa kimia maupun partikel tertentu. Pemilihan unsur material dan finishing dalam interior yang memiliki senyawa kimia maupun partikel tertentu akhirnya mempunyai peran penting didalam penciptaan kualitas udara didalam ruang yang sehat dan aman.

Pada bulan Desember 1977 dan Desember 2000, Panel Antar Pemerintah Mengenai Perubahan Iklim, badan yang terdiri dari 2000 ilmuwan, mengajukan sejumlah pandangan mengenai realitas sekarang ini:

- Bencana-bencana alam yang lebih sering dan dahsyat seperti gempa bumi, banjir, angin topan, siklon dan kekeringan akan terus terjadi. Bencana badai besar terjadi empat kali lebih besar sejak tahun 1960.
- Suhu global meningkat sekitar 5 derajat C (10 derajat F) sampai abad berikut, tetapi di sejumlah tempat dapat lebih tinggi dari itu. Permukaan es di kutub utara makin tipis.
- Penggundulan hutan, yang melepaskan karbon dari pohon-pohon, juga menghilangkan kemampuan untuk menyerap karbon. 20% emisi karbon disebabkan oleh tindakan manusia dan memacu perubahan iklim.
- Sejak Perang Dunia II jumlah kendaraan motor di dunia bertambah dari 40 juta menjadi 680 juta; kendaraan motor termasuk merupakan produk manusia yang menyebabkan adanya emisi carbon dioksida pada atmosfer.
- Selama 50 tahun kita telah menggunakan sekurang-kurangnya setengah dari sumber energi yang tidak dapat dipulihkan dan telah merusak 50% dari hutan dunia.

Pemansan global terjadi ketika ada konsentrasi gas-gas tertentu yang dikenal dengan gas rumah kaca, yg terus bertambah di udara, Hal tersebut disebabkan oleh tindakan manusia, kegiatan industri, khususnya CO₂ dan chlorofluorocarbon. Yang terutama adalah karbon dioksida, yang umumnya dihasilkan oleh penggunaan batubara, minyak bumi, gas dan penggundulan hutan serta pembakaran hutan. Asam nitrat dihasilkan oleh kendaraan dan emisi industri, sedangkan emisi metan disebabkan oleh aktivitas industri dan pertanian. Chlorofluorocarbon CFCs merusak lapisan ozon seperti juga gas rumah kaca menyebabkan pemanasan global, tetapi sekarang dihapus dalam Protokol Montreal. Karbon dioksida, chlorofluorocarbon, metan, asam nitrat adalah gas-gas polutif yang terakumulasi di udara dan menyaring banyak panas dari matahari. Sementara lautan dan vegetasi menangkap banyak CO₂, kemampuannya untuk menjadi "atap" sekarang berlebihan akibat emisi. Ini berarti bahwa setiap tahun, jumlah akumulatif dari gas rumah kaca yang berada di udara bertambah dan itu berarti mempercepat pemanasan global.

Pencegahan perubahan iklim yang merusak membutuhkan tindakan nyata untuk menstabilkan tingkat gas rumah kaca sekarang di udara sesegera mungkin; dengan

mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 50%, demikian dikatakan oleh Panel Inter Pemerintah. Jika tidak melakukan apa-apa maka hal-hal berikut akan membawa dampak sejumlah konsekuensi yang merusak, a.l:

- Kenaikan permukaan laut yang membawa dampak luas bagi manusia; terutama bagi penduduk yang tinggal di dataran rendah, di daerah pantai yang padat penduduk di banyak negara dan di delta-delta sungai. Negara-negara miskin akan dilanda kekeringan dan banjir. Salah satu perkiraan adalah bahwa sekitar tahun 2020 penduduk dunia terancam bahaya kekeringan dan banjir. Negara-negara miskin akan menderita luar biasa akibat perubahan iklim – sebagian karena letak geografisnya dan juga karena kekurangan sumber alam untuk penyesuaian dengan perubahan dan melawan dampaknya.
- Manusia dan spesies lainnya di planet sudah menderita akibat perubahan iklim. Proyeksi ilmiah menunjukkan adanya peluasan dan peningkatan penderitaan, misalnya, tekanan panas, bertambahnya dan berkembangnya serangga yang menyebabkan penyakit tropis baik di utara maupun selatan katulistiwa. Juga adanya rawan pangan yang makin meningkat.
- Biaya tahunan untuk menangkali pemanasan global dapat mencapai 300 miliar dollar, 50 tahun ke depan jika tidak diambil tindakan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca. Jika pemimpin politik kita dan pembuat kebijaksanaan politik tidak bertindak cepat, dunia ekonomi akan menderita kemunduran serius. Selama dekade lalu bencana alam telah mengeruk dana sebesar 608 miliar dollar.
- Wakil PBB untuk Program Lingkungan Hidup mengemukakan pada Konvensi Kerangka Kerja PBB pada Konferensi Perubahan Iklim ke-7 di Maroko November 2001 bahwa panen makanan pokok seperti gandum, beras dan jagung dapat merosot sampai 30% seratus tahun mendatang akibat pemanasan global. Mereka cemas bahwa para petani akan beralih tempat olahan ke pegunungan yang lebih sejuk, menyebabkan terdesaknya hutan dan terancamnya kehidupan di hutan dan terancamnya mutu serta jumlah suplai air. Penemuan baru ini menunjukkan bahwa sebagian besar dari rakyat pedesaan di negara berkembang sudah mengalami dan menderita kelaparan dan gizi buruk tersebut.

Pemanasan Global adalah meningkatnya suhu rata-rata permukaan bumi akibat peningkatan jumlah emisi Gas Rumah Kaca di atmosfer. Pemanasan Global akan diikuti dengan Perubahan Iklim, seperti meningkatnya curah hujan di beberapa belahan dunia sehingga menimbulkan banjir dan erosi. Sedangkan, di belahan bumi lain akan mengalami musim kering yang berkepanjangan disebabkan kenaikan suhu.

Oleh karena itu, dipandang perlu bagi seorang desainer interior untuk mengambil peran dan memberikan sumbangsih dari segi desain interior untuk membantu memitigasi perubahan iklim yang terjadi yakni : mereduksi emisi gas rumah kaca dengan strategi pemilihan material interior.

LATAR BELAKANG PERUBAHAN IKLIM

Pemanasan Global dan Perubahan Iklim terjadi akibat aktivitas manusia, terutama yang berhubungan dengan penggunaan bahan bakar fosil (minyak bumi dan batu bara) serta kegiatan lain yang berhubungan dengan hutan, pertanian, dan peternakan. Aktivitas manusia di kegiatan-kegiatan tersebut secara langsung maupun tidak langsung menyebabkan perubahan komposisi alami atmosfer, yaitu peningkatan jumlah Gas Rumah Kaca secara global.

Istilah -istilah di atas seringkali digunakan untuk menggambarkan hubungan sebabakibat. Efek Rumah Kaca adalah penyebab, sementara pemanasan global dan perubahan iklim adalah akibat efek rumah kaca menyebabkan terjadinya akumulasi panas (atau energi) di atmosfer bumi. Dengan adanya akumulasi yang berlebihan tersebut, iklim global melakukan penyesuaian. Penyesuaian yang dimaksud salah satunya peningkatan temperatur bumi, kemudian disebut Pemanasan Global dan berubahnya iklim regional— pola curah hujan, penguapan, pembentukan awam—atau Perubahan Iklim. Semuanya ini adalah yang kita alami dan rasakan akhir-akhir ini di Indonesia, khususnya kota Surabaya. Pola curah hujan berubah dan temperatur sehari-hari semakin meningkat.

Pada tahun 2100, temperatur atmosfer akan meningkat 1.5 – 4.5 derajat Celcius, jika pendekatan yang digunakan “melihat dan menunggu, tanpa melakukan apa-apa” (*wait and see, and do nothing*). Dampak-dampak lain yang dapat terjadi a.l:

- Musnahnya berbagai jenis keanekaragaman hayati
- Meningkatnya frekuensi dan intensitas hujan badai, angin topan, dan banjir
- Mencairnya es dan glasier di kutub
- Meningkatnya jumlah tanah kering yang potensial menjadi gurun karena kekeringan yang berkepanjangan
- Kenaikan permukaan laut hingga menyebabkan banjir yang luas. Pada tahun 2100 diperkirakan permukaan air laut naik hingga 15 - 95 cm.
- Kenaikan suhu air laut menyebabkan terjadinya pemutihan karang (*coral bleaching*) dan kerusakan terumbu karang di seluruh dunia.
- Meningkatnya frekuensi kebakaran hutan
- Menyebarnya penyakit-penyakit tropis, seperti malaria, ke daerah -daerah baru karena bertambahnya populasi serangga (nyamuk)
- Daerah-daerah tertentu menjadi padat dan sesak karena terjadi arus pengungsian.

Pada tahun 1988, Badan PBB untuk lingkungan (*United Nations Environment Programme*) dan organisasi meteorologi dunia (*World Meteorology Organization*) mendirikan sebuah panel antar pemerintah untuk perubahan iklim (*Intergovernmental Panel on Climate Change/IPCC*) yang terdiri atas 300 lebih pakar Perubahan Iklim dari seluruh dunia. Pada tahun 1990 dan 1992, IPCC menyimpulkan bahwa penggandaan jumlah Gas Rumah Kaca di atmosfer mengarah pada konsekuensi serius bagi masalah sosial, ekonomi, dan sistem alam di dunia. Selain itu, IPCC menyimpulkan bahwa emisi Gas Rumah Kaca yang dihasilkan dari aktivitas manusia juga memberikan kontribusi pada Gas Rumah Kaca alami dan akan menyebabkan atmosfer bertambah panas. IPCC memperkirakan penggandaan emisi Gas Rumah Kaca akan menyebabkan Pemanasan Global sebesar 1,5 –4,5 derajat Celcius. Perubahan iklim ini dirasakan oleh masyarakat di Indonesia akhir-akhir ini, khususnya di kota Surabaya. Suhu yang semakin meningkat dan iklim yang tak menentu.

GERAKAN “HIJAU”

Salah satu gerakan yang sekarang sedang trend muncul untuk mengatasi permasalahan-permasalahan diatas adalah *green wave* (gerakan “hijau”), yakni gerakan yang kembali kealam, melestarikan alam dan melindungi alam. Pemicu gerakan “hijau” ini adalah pertumbuhan pada populasi dan standard hidup manusia yang semakin merosot. Planet bumi kita akan dipadati sekitar 50% lagi manusia pada 40 tahun yang akan datang, artinya : penggunaan sumber daya untuk manusia akan meningkat, emisi

yang dihasilkan juga meningkat, sehingga dampak yang muncul akan semakin kompleks. Hal ini memberikan dampak resiko yang serius untuk keberlanjutan hidup manusia dan aksi yang radikal sangat dibutuhkan untuk pencegahannya. Salah satu wujud gerakan hijau yang dapat dilakukan seorang desainer interior adalah dengan pemilihan dan penggunaan *green materials* atau *sustainable materials*. Material rumah tinggal sebagai salah satu strategi adaptasi dan mitigasi perubahan iklim adalah material yang disebut *green materials* atau *sustainable materials*, yang komposisinya dapat diperbaharui. Material yang seperti ini seringkali disebut dengan material 3R, yakni material / produk yang dapat di *re-use*, *recycle* atau *reduce* karena bertanggung jawab kepada keberlangsungan hidup lingkungan dan dampaknya dapat dirasakan pada sepanjang usia guna produk (Spiegel and Meadows, 1999).

Pemilihan material didalam perancangan interior rumah tinggal tergantung dari tujuan proyek perancangan secara spesifik, sebuah penilaian terhadap material terkait dengan beberapa criteria evaluasi. Konsep dari desain interior rumah tinggal yang berkelanjutan terintegrasi dengan berbagai strategi selama proses desain berlangsung, pengkonstruksian dan pengoperasian proyek interior rumah tinggal tersebut. Penggunaan material 3R dan produk-produknya menunjukkan suatu strategi penting didalam perancangan sebuah rumah tinggal. Material semacam ini menawarkan keuntungan spesifik bagi pemilik rumah tinggal dan pengguna bangunan didalamnya, yakni : mengurangi biaya perawatan dan penggantian pada siklus hidup rumah tinggal tersebut (*maintenance / replacement*), melestarikan energi, meningkatkan kualitas hidup, kesehatan dan produktivitas kerja pengguna, biaya yang lebih rendah berkaitan dengan perubahan konfigurasi ruang, dan fleksibilitas desain yang lebih besar. Kegiatan membangun dan konstruksi pada dunia global mengkonsumsi 3 milyar ton material setiap tahunnya atau 40% dari total penggunaan global (Roodman and Lenssen, 1995). Penggunaan material interior yang ramah lingkungan (3R) dan produk-produknya mempromosikan tentang pelestarian terhadap sumber daya yang tidak dapat terbaharui secara internasional. Selain itu, penggunaan material 3R yang terintegrasi dengan interior rumah tinggal dapat membantu menurunkan dampak lingkungan yang berkaitan dengan pemilihan material, transportasi, proses, fabrikasi, instalasi, dan pembuangan / limbah dari industri sumber material interior ini.

Selanjutnya, akan dibahas pendekatan desain, teknik analisa pemilihan material serta tahapan yang sebaiknya dilalui sebelum menentukan pilihan material / produk yang sesuai untuk desain interior rumah tinggal sebagai salah satu kontribusi terhadap gerakan “hijau” global.

PENDEKATAN DESAIN

Desain yang *sustainable* melingkupi 3 R, yakni : *reduce*, *re-use* dan *recycle* merupakan kata kunci untuk penciptaan ruang hidup yang berkelanjutan. Ketiganya mudah untuk diingat dan vital untuk dipraktekkan ketika masuk didalam desain, pemilihan material dan perawatan rumah tinggal alami (Pearson, 2005).

Sebelum memulai merancang interior dan membangun rumah tinggal yang alami, sehat dan aman, sebaiknya memperhatikan beberapa prinsip dan konsep dasar perancangan yang mempengaruhi pendekatan yang akan dipilih. Ada 3 aspek yang kuat yang akan mempengaruhi pendekatan desain interior rumah tinggal, yakni : ekologi

(apakah desain interior rumah tinggal anda sustainable ?), kesehatan (apakah interior rumah tinggal anda sehat dan aman?) dan yang terakhir adalah semangat (apakah interior rumah tinggal anda sifatnya harmoni dan mengundang?).

Sebuah desain interior rumah tinggal yang baik memerlukan keseimbangan diantara ketiga aspek tersebut. Diantara ketiganya tidak ada yang dominan, semuanya sama dan seimbang. Sebuah rumah yang sustainable dan hemat energi tidak dapat dikatakan sebuah rumah tinggal yang sehat jika masih menggunakan material yang beracun. Begitu pula dengan rumah tinggal yang harmonis tetapi dibangun dengan material konstruksi yang berbahaya dan peralatan yang tidak sehat maupun sustainable, juga tidak akan dapat dikatakan bahwa rumah tersebut sehat dan aman bagi pengguna didalamnya.

MATERIAL INTERIOR RUMAH TINGGAL YANG BERKELANJUTAN

Material didalam interior rumah tinggal dapat dibedakan menjadi beberapa poin, yakni : material konstruksi, energi terbarukan, permukaan lantai, material dinding, fabrikasi, mebel, lampu, peralatan, pemanas, kamar mandi dan dapur. (Strongman, 2007)

Secara umum, material/produk interior rumah tinggal yang berkelanjutan mempunyai kriteria, a.l: efisiensi sumber daya, menjaga kualitas udara didalam ruang, efisiensi energi, konservasi air dan aspek penunjang lainnya. Efisiensi sumber daya dapat diraih dengan memperlengkapi pemilihan material interior rumah tinggal dengan beberapa kriteria, baik dari bahan dasar material yang merupakan hasil dari proses daur ulang; berbahan alami dan masih berjumlah banyak di alam atau dapat diperbaharui; sumber daya yang efisien dalam proses produksinya; sumber dari kekayaan lokal; sumber dapat diproduksi ulang, digunakan ulang dan didaur ulang; menggunakan bahan untuk pengepakan yang berbahan daur ulang; memiliki usia hidup yang lama. Material yang merupakan proses daur ulang adalah material yang diidentifikasi berbahan dasar daur ulang, termasuk didalamnya bahan hasil dari akhir produksi dengan sebuah kriteria/standard material yang aman bagi kesehatan. Material yang alami adalah material yang dihasilkan dari sumber yang diatur secara berkelanjutan dan diharapkan memiliki sertifikasi hukum yang legal, misalnya adalah sertifikasi kayu. Kayu didalam hal ini yang dipilih adalah yang jumlahnya masih banyak dan mudah diperbaharui, misalnya adalah kayu kelapa yang pada kurun waktu tertentu harus ditebang karena dianggap tidak produktif lagi menghasilkan buah kelapa dan mudah ditanam dan jangka waktu pertumbuhannya cepat. Oleh karena itu, saat ini di Indonesia banyak dikembangkan mebel-mebel yang menggunakan kayu kelapa. Dinilai dari daur hidupnya yang cepat dan memang harus ditebang agar produktif.

Proses produksi material interior juga harus efisien. Hal ini termasuk penghematan konsumsi energi, meminimkan limbah produksi (daur ulang, dapat didaur ulang, dan atau sumber yang mereduksi pemakaian produk pengepakan) dan mengurangi efek rumah kaca.



(a) Papan partikel hasil daur ulang uang



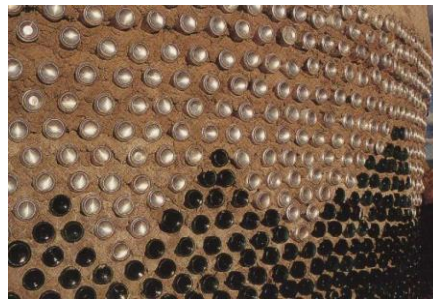
(b) Bahan top table hasil daur ulang kaca

Gb.1. Proses Produksi Material Daur Ulang
(Sumber : Goffman, 2006)

Material untuk menyuplai interior rumah tinggal juga sebaiknya merupakan bahan lokal. Baik material, komponen penunjang maupun sistem interior yang digunakan didalam rumah tinggal sebaiknya merupakan sumber kekayaan lokal dimana rumah tinggal tersebut dibangun dan berada. Dalam hal ini, penghematan energi dan sumber daya untuk transportasi pengangkutan untuk kelokasi dapat dihemat. Selain itu, penghematan material dari pembuangan dan renovasi, perbaikan, atau secara umum untuk meningkatkan penampilan interior, kualitas, fungsi, atau nilai dari sebuah rumah tinggal, mebel maupun unsur dekoratif didalamnya juga perlu dilakukan.



(a) Botol dan kaleng bekas



(b) Aplikasi botol dan kaleng bekas sebagai aspek dekoratif dinding

Gb.2. Penghematan Material untuk meningkatkan penampilan interior.
(Sumber : Pearson, 2005)

Penggunaan ulang material sebaiknya diseleksi terlebih dahulu berdasarkan kemudahan penggunaan maupun daur ulang pada akhir usia guna material. Penggunaan ulang ini tidak terbatas hanya pada material mebel dan dekoratif ruang namun juga pada bahan pengepakan produk-produk interior, seperti halnya : pengepakan mebel, armatur lampu, dll. Kesemua material tersebut haruslah dipilih yang memiliki usia guna yang paling panjang atau jika dibandingkan dengan produk konvensional yang memiliki ekpektasi usia guna yang cukup lama. Kualitas udara didalam ruang yang sering dikenal sebagai *indoor air quality* (IAQ) dapat diraih melalui material interior yang memiliki criteria, a.l:

1. Kadar racun yang rendah bahkan tidak mengandung racun. Material yang mengeluarkan sedikit atau tidak ada unsure carcinogens, racun yang dapat

reproduktif, atau menimbulkan iritasi. Umumnya, tiap-tiap perusahaan penghasil material maupun finishing mencantumkan ada tidaknya kadar racun pada kaleng, kotak, kardus maupun brosur material interior tersebut yang merupakan hasil testing laboratorium mereka masing-masing.

2. Material interior memiliki emisi kimia yang minimal yang biasanya sering dikenal dengan emisi minimal Volatile Organic Compounds (VOC). Material didalam menurunkan emisi kimia ini juga diharapkan dapat seiring dengan pengurangan energi dan memaksimalkan hasil material tersebut.
3. Material yang digunakan menghasilkan unsure VOC yang rendah atau tidak mengandung unsure VOC sama sekali dengan metode pemasangan yang aman.
4. Material dan system yang tahan terhadap kelembaban atau mencegah adanya pertumbuhan bakteri / virus biologis didalam ruang.
5. Material, komponen dan system yang memenuhi criteria kesehatan (sederhana, mudah perawatan, tidak beracun atau rendah kadar VOC pada metode pembersihannya. Hal ini dikarenakan metode pembersihan mebel maupun unsure dekoratif interior seringkali menggunakan pembersih yang banyak mengandung VOC sehingga mengakibatkan kadar VOC dalam ruang tinggi dan pada akhirnya kualitas udara didalam ruang kurang baik bagi kesehatan.
6. Material yang memiliki system ataupun peralatan yang menunjang kesehatan maupun kualitas udara didalam ruang ,yakni dengan mengidentifikasikan polutan yang ada diudara didalam ruang atau meningkatkan kualitas udara.

Selain kualitas udara, efisiensi energi juga dapat dimaksimalkan dengan memperlengkapi material dan sistemnya yang mereduksi konsumsi energi dari bangunan dan fasilitas yang ada didalamnya. Sedangkan, konservasi air juga mampu didapatkan dengan memperlengkapi material dan sistemnya yang mereduksi konsumsi air pada bangunan dan konservasi air pada area luar (lansekap). Kemampuan material dapat teruji ketika suatu biaya produk daur hidup bangunan dapat dibandingkan dengan material konvensional atau secara keseluruhan, adalah masuk didalam estimasi biaya secara keseluruhan.

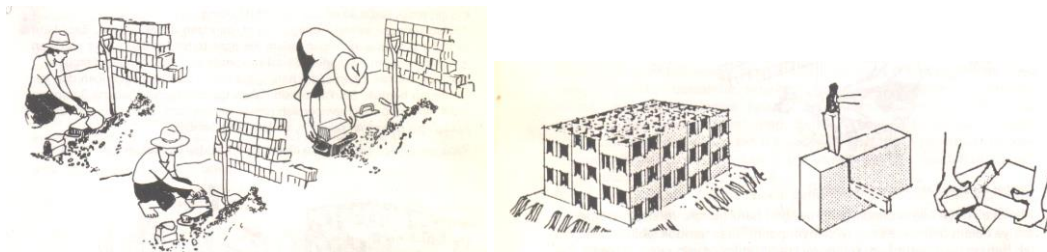
Analisa untuk penyeleksian material yang akan digunakan pada interior rumah tinggal memiliki 3 langkah dasar , yakni : penelitian, evaluasi dan seleksi (Froeschle, 1999). Penyeleksian produk material dapat dimulai setelah pemantapan tujuan-tujuan proyek yang spesifik terhadap lingkungan.

1. Penelitian. Langkah ini melingkupi pengumpulan semua informasi teknis yang akan dievaluasi, termasuk informasi produksi seperti halnya lembar data keamanan material (MSDS – *Material Safety Data Sheets*), data tes kualitas udara dalam ruang (IAQ), garansi produk, karakteristik sumber daya material, data isi bahan daur ulang, pernyataan keamanan lingkungan, dan informasi usia ketahanan material. Sebagai tambahan, langkah ini mungkin akan mengikutsertakan penelitian lain yang berkaitan dengan fenomena lingkungan, kode bangunan, aturan / hukum pemerintah suatu negara, artikel tentang industri bangunan, spesifikasi produk dari model bangunan yang ramah lingkungan (*green building*), dan sumber produk data yang lain. Disini, penelitian membantu

mengidentifikasi kisaran penuh dari pilihan-pilihan yang ada pada suatu material proyek bangunan, khususnya interior rumah tinggal.

Contoh terapan :

Penggunaan material yang dinding yang menggunakan batu buatan yang tidak dibakar dari tras dan kapur (batako), kadang-kadang juga dengan sedikit semen portland. Penelitian menghasilkan pemakaiannya bila dibandingkan dengan batu merah, terlihat penghematannya dalam beberapa segi, misalnya : per m² luas tembok lebih sedikit jumlah batu yang dibutuhkan, sehingga kuantitatif terdapat penghematan. Terdapat pula penghematan dalam pemakaian adukan sampai 75%. Beratnya dinding diperingan dengan 50%, dengan demikian juga fondasinya bisa berkurang. Bentuk batu batako yang bermacam-macam memungkinkan variasi estetika yang cukup menarik, dan jikalau kualitas batu batako mengizinkan, dinding tidak usah difinish / diplester sehingga menghasilkan estetika tekstur dalam rumah tinggal yang menarik.



Gb. 3. Pemilihan dan Penerapan batu batako untuk dinding rumah tinggal

(Sumber : Frick, 1988)

Pada pemakaian batu batako, penyimpanannya harus disimpan dalam keadaan cukup kering. Bila tidak ada bangsal, maka dilindungi dengan plastik agar terlindung dari air hujan. Penyusunan batu cetak sebelum dipakai cukup setinggi lima lapis yang juga memudahkan pengambilan yang berdampak kepada efisiensi energi. Dampak positif terapan batu batako ini tidak dapat diraih jika tidak melalui langkah penelitian terlebih dahulu. Semua informasi teknis material untuk dinding, misalnya batu bata dan batu batako sebagai materialnya, dikumpulkan terlebih dahulu, lalu diteliti seperti halnya karakteristik sumber daya material, informasi usia ketahanan material, ketersediaannya di area lokal, energi yang harus dikeluarkan dll.

Disini, penelitian terhadap dua macam material menghasilkan bahwa batu batako lebih efisien energi dan material finishing dibandingkan dengan batu bata merah untuk digunakan didalam perancangan rumah tinggal. Selain itu, estetika yang dihasilkan juga dapat memberikan nilai lebih pada dinding rumah tinggal yang mengungkannya.

2. Evaluasi. Tahapan ini melingkupi konfirmasi akan informasi teknis yang telah didapat, seperti halnya mencari dan mengisi informasi yang kurang. Contohnya, pihak yang mengevaluasi dapat meminta sertifikasi material / produk dari perusahaan pemroduksi material tersebut untuk membantu semaksimal mungkin untuk mensortir kemungkinan-

kemungkinan dampak negatif yang muncul pada lingkungan pada saat pemakaian material didalam ruang. Evaluasi dan penilaian secara relatif sederhana ketika membandingkan tipe yang sejenis dari material bangunan yang menggunakan kriteria lingkungan. Contohnya, penilaian terhadap material yang berbahan dasar daur ulang diantara aneka perusahaan yang berbeda pada perusahaan MDF (*medium density fiberboard*) secara relatif seperti membandingkan sebuah jeruk dengan jeruk yang lain. Spesifikasi perbandingan produk dan fungsi sama. Bagaimanapun juga, proses evaluasi akanlah lebih kompleks ketika membandingkan produk-produk material yang berbeda dengan fungsi yang sama. Lalu, ketika hal ini terjadi, maka perlulah untuk memproses evaluasi material baik secara deskriptif maupun mengetahui data kuantitatif dari produk.

Penilaian daur hidup yang dikenal dengan *life cycle assessment* (LCA) adalah sebuah evaluasi yang relatif “greenness” dari semua material interior dan produk-produknya. LCA membantu mengetahui dampak dari sebuah material / produk melalui tahapan kehidupan dari material / produk itu. Pendekatan ini akan agak sulit dan mahal dibandingkan praktek umumnya (meskipun akan muncul perubahan yang signifikan). Salah satu alat untuk menggunakan metodologi LCA adalah software BEES (*Building for Environmental and Economic Sustainability*) atau juga bisa menggunakan software *Granta Materials*. Software ini membantu desainer untuk dapat menjaga keseimbangan antara aspek lingkungan dan ekonomi dari produk material dengan mengetahui komposisi dasar dari material/produk interior yang digunakan.

Contoh terapan :

Material lantai yang direncanakan untuk interior rumah tinggal adalah karpet. Seorang desainer harus melakukan penelitian beberapa perusahaan produksi karpet yang ada melalui proses penelitian sehingga diketahui kelebihan dan kelemahan produk yang ditawarkan. Setelah melalui proses penelitian, seorang desainer harus dapat mengevaluasi material yang dianggap terbaik dari pilihan-pilihan yang ada. Misalnya, material karpet yang terpilih adalah karpet produksi *Interface Flooring* yang direncanakan untuk digunakan dalam material rumah tinggal misalnya. Pada tahap evaluasi, kita harus mengetahui life-cycle dari produk material lantai tersebut.

Menurut founder dan chairman *Interface Flooring*, Ray Anderson, perusahaannya memiliki *The Seven Fronts of Mount Sustainability*, yakni: mengeliminasi limbah, substansi beracun dalam material, pengoperasian mesin produksi dengan menggunakan energi yang dapat terbaharui (mis: tenaga angin, surya, biomass, dll), menggunakan system daur hidup tertutup - “*closing loop*”, efisiensi energi untuk transportasi material ke proyek, menggalakkan sustainability pada para pemegang saham; pegawai dan masyarakat, dan memulai bisnis baru yang mengembangkan nilai sustainability.

Daur hidup tertutup inilah yang merupakan hasil evaluasi produk material interior yang dapat membantu mengetahui dampak dari sebuah material dari tahapan kehidupannya. Desainer interior disini sebagai pihak yang mengevaluasi material yang akan dipilihnya dapat meminta sertifikasi material / produk dari perusahaan pemroduksi material tersebut untuk membantu semaksimal mungkin untuk mensortir kemungkinan-

kemungkinan dampak negatif yang muncul pada lingkungan pada saat pemakaian material didalam ruang. Adanya daur hidup yang tertutup dan sertifikasi produk tersebut, memberikan dampak positif bagi desainer interior untuk dapat memitigasi perubahan iklim yang ada melalui perancangan interior rumah tinggal mereka melalui prinsip 3R. Dampaknya adalah kualitas udara dalam ruang yang baik (substansi yang tidak beracun dalam material), energinya menggunakan energi alam yang dapat terbaharui, daur hidup tertutup yang melindungi sumber daya alam dan kemampuan mengolah limbah, dll. Dampak ini memberikan kontribusi positif untuk memitigasi perubahan iklim pada lingkungan hidup manusia.



Gb.4. Contoh Produk *Interface Flooring* dalam sebuah interior rumah tinggal

(Sumber : www.interfaceglobal.com)

3. Seleksi. Tahapan ini seringkali berkaitan dengan kegunaan dari matriks evaluasi untuk penilaian kriteria proyek secara spesifik pada lingkungan. Total penilaian (skoring) dari tiap evaluasi material / produk akan mengidentifikasi material / produk yang paling baik / ramah terhadap lingkungan. Kriteria individu termasuk sistem rating dapat dihitung untuk mengakomodasi visi, misi dan tujuan dari proyek interior secara spesifik.

Contoh terapan :

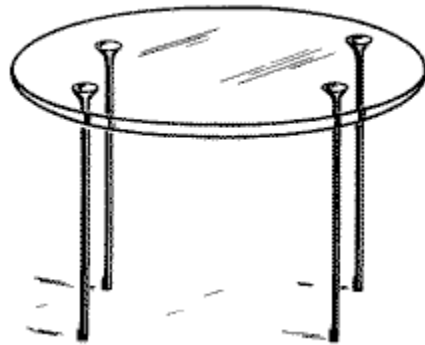
Seleksi material dan sistem skoringnya salah satunya juga bisa menggunakan *software*. Sebagai contohnya adalah pemilihan material yang ringan untuk kaki meja yang menggunakan *software Granta – CES Materials*. Disini, kita akan menggunakan sebuah tabel sederhana untuk mengilustrasikan perkembangan dari beberapa kriteria pemilihan, kita akan mengaplikasikan mereka dan memplot mereka pada beberapa tahap seleksi menggunakan CES.

Problem desainnya, menurut Luigi Tavolino, seorang desainer furniture, membayangkan sebuah kaki yang ringan pada sebuah meja untuk keberanian desain yang sederhana : sebuah lembaran kaca yang ditopang pada kaki yang ramping, terbuka, kaki yang silindris. Kaki meja harus solid tapi ramping dan seringan mungkin agar mudah dipindah-pindahkan namun tetap seimbang, aman dan ramah lingkungan.

Batasan Desain

Kita harus mengidentifikasi dahulu fungsi, tujuan dan batasan masalah yang ada.

FUNGSI	Kolom (menahan beban tekan dari atas)
TUJUAN	Meminimalkan limbah produksi, aman, sehat
BATASAN	Tidak dapat bengkok



Gb.4. Model Rancangan Meja

(Sumber : <http://www.grantadesign.com/resources/materials/casestudies/table.htm>)

Dengan menggunakan software CES, kita dapat mengetahui indeks performa yang sesuai dengan kebutuhan desain dan meminimalkan berat material. Peminimalan berat material memberikan dampak positif, yakni: efisiensi material. Setelah itu, kita dapat memplot property material dari indeks performa dengan software CES. Untuk dapat mengidentifikasi material yang mana yang dapat memberikan indeks performa maksimal, yakni: kuat beban tekan, efisien material, aman dan tidak dapat bengkok.

Hasilnya adalah kayu, keramik yang memenuhi criteria dan juga material komposit seperti halnya CFRP. Namun, kaki meja yang terbuka memiliki peluang untuk tergores, tertendang, terpukul, dll sehingga batasan pemilihan material ditambahkan lagi agar hasil pemilihan material menggunakan software ini lebih tepat. Kegetasan dari keramik dapat diatasi dengan proses “*prestressing*” dalam tekanan produksi keramik. Hasil software ini dapat memberikan alternatif pemilihan material interior rumah tinggal yang sesuai dengan fungsi, tujuan dan batasan yang diberikan desainer interior sebagai pengevaluasi desain.

Dari contoh-contoh terapan diatas, dapat disimpulkan bahwa pemilihan material 3R dalam perancangan interior rumah tinggal membutuhkan strategi khusus. Strateginya adalah melalui analisa pemilihan material tersebut harus melalui proses penelitian, evaluasi dan seleksi agar identifikasi produk / material dapat mengakomodasi visi, misi dan tujuan dari proyek interior secara spesifik serta mampu memberikan dampak yang positif didalam adaptasi dan mitigasi perubahan iklim.

KESIMPULAN

Perubahan iklim memberikan dampak negatif yang cukup besar bagi kehidupan, kesehatan dan lingkungan manusia yang dapat dirasakan secara nyata akhir-akhir ini, khususnya dampak bagi kesehatan dan usia hidup manusia. Gerakan “hijau” yang merupakan gerakan untuk kembali ke alam, menyelamatkan, serta melestarikan alam dapat diikuti serta oleh para desainer interior, yakni dengan penggunaan material yang berkelanjutan didalam perancangan interior rumah tinggal yang dirancang.

Pemilihan material ini meliputi aspek material yang dapat di *re-use*, *reduce* atau *re-cycle*, yang dikenal dengan aspek 3R. Aspek 3R ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas udara didalam ruang (*indoor air quality – IAQ*), efisiensi sumber daya, energi, air dan penunjang lainnya yang dapat diraih melalui proses analisa yang bertahap, yakni melalui proses penelitian, evaluasi dan seleksi.. Melalui analisa tersebut, limbah dapat diminimalisasi, energi dapat digunakan lebih efisien, kualitas udara dalam ruang lebih baik, kadar VOC dapat diminimalkan, dll. Yang pada akhirnya, dengan adanya proses analisa tersebut, kualitas hidup manusia meningkat dan pemilihan material interior rumah tinggal seperti ini dapat merupakan salah satu strategi untuk adaptasi dan mitigasi perubahan iklim.

DAFTAR PUSTAKA

- AIA. *The HOK Guidebook To Sustainable Design*. United States of America : John Wiley & Sons, Inc, 2000.
- Baggs, Joan and Sydney. *The Healthy House*. Australia : HarperCollins, 1996.
- D.M. Roodman and N. Lenssen, *A Building Revolution: How Ecology and Health Concerns are Transforming Construction*, Worldwatch Paper 124, Worldwatch Institute, Washington, D.C., March 1995, p. 5.
- Frick, Ir.Heinz. *Arsitektur dan Lingkungan*. Yogyakarta : Kanisius, 1988.
- Froeschle, Lynn M. *Environmental Assessment and Specification of Green Building Material. The Construction Specifier*. October 1999, p.53.
- Fussler C.and P.James. *Driving Eco-Innovation*. London : Financial Times Pitman, 1996.
- Goffman, Ethan. *Green Buildings: Conserving the Human Habitat*, October 2006.
- Konemann. *Living Spaces – Ecological Building and Design*. Slovenia : Oko Test, 1998.
- Lyle, John Tillman. *Design for Human Ecosystems*. United State of America : Island Press, 1999.
- Pearson, David. *Designing Your Natural Home*. London : HarperCollins, 2005.
- Pearson, David. *The Natural House Book*. London : Conran Octopus, 1989.
- Reiner, Lawrence E. *Methods and Materials of Construction* Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall., 1970.
- Riggs, J.Rosemary. *Materials and Components of Interior Design 2nd Ed*. New Jersey, 1989.
- Ross Spiegel and Dru Meadows, *Green Building Materials: A Guide to Product Selection and Specification*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1999.
- Soemarwoto, Otto. *Analisis Dampak Lingkungan*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press, 1992.
- Strongman, Cathy. *Sustainable House*. London : Merrell, 2007.

Wilson, A. Jan 2000. Building materials: What makes a product green? Environmental Building News 9(1) 2006. <http://www.buildinggreen.com> , didownload tanggal 12 Maret 2009.

<http://www.ciwmb.ca.gov>, didownload tanggal 12 Maret 2009.

<http://www.dinkesjatim.go.id>, didownload tanggal 19 Maret 2009.

<http://www.greenguide.com/gallery/012.html>

Green Building Resource Guide (John Hermannsson, The Architectural Machine, PO Box 3808, Redwood City, CA 94064)

<http://www.greenguide.com/gallery/084.html>

Green Building Resource Guide (John Hermannsson, The Architectural Machine, PO Box 3808, Redwood City, CA 94064)

<http://www.grantadesign.com/resources/materials/casestudies/table.htm>, didownload tanggal 4 Mei 2009