

# DIMENSI

Journal of Architecture and Built Environment



Published by:  
The Institute for Research and Community Services  
Petra Christian University, Surabaya-Indonesia

# Editorial Team

**DIMENSI** - Journal of Architecture and Built Environment

**Editor in Chief:**

**Danny Santoso Mintorogo**

(Petra Christian University, Surabaya, Indonesia)

**Vice Editor:**

**Aris Budhiyanto**

(Petra Christian University, Surabaya, Indonesia)

**Managing Editor:**

**Elvina Shanggrama Wijaya**

(Petra Christian University, Surabaya, Indonesia)

**Associate Editor:**

**M.I. Aditjipto**

(Petra Christian University, Surabaya, Indonesia)

**Lilianny S. Arifin**

(Petra Christian University, Surabaya, Indonesia)

**Rully Damayanti**

(Petra Christian University, Surabaya, Indonesia)

**Eunike Kristi Julistiono**

(Petra Christian University, Surabaya, Indonesia)

## Articles

---

### STUDI SIMULASI ECOTECH SEBAGAI PENDEKATAN REDESAIN AKUSTIK AUDITORIUM

Agustinus Djoko Istiadji, Floriberta Binarti

pp. 107-116

PDF

---

### OPTIMASI DESAIN INTERIOR UNTUK PENINGKATAN KUALITAS AKUSTIK RUANG AUDITORIUM MULTI-FUNGSI (Studi kasus Auditorium Universitas Kristen Petra, Surabaya)

Hedy C. Indrani, Sri Nastiti N. Ekasiwi, Wiratno A. Asmoro

pp. 117-127

PDF

---

### DAUR-HIDUP-GEDUNG DALAM SISTEM ARSITEKTUR

Wanita Subadra Abioso

pp. 128-135

PDF

---

### KONTROVERSI RUMAH DOME DI NGLPEN, PRAMBANAN, D.I. YOGYAKARTA

Titien Saraswati

pp. 136-142

PDF

---

### TEMPAT PENITIPAN ANAK, MEWAH, MENENGAH DAN SEDERHANA (Studi Perbandingan Perkembangan Anak Balita Secara Kognitif Motorik Afektif)

Listia Natadjaja

pp. 143-151

PDF

---

## PERANCANGAN PUSAT PEMBELAJARAN GEMPA DI BANTUL (Pendekatan Pengalaman Ruang untuk Pembelajaran)

Yulianto P. Prihatmaji, Fatma E Fauziah

pp. 152-163

PDF

---

## INFORMALITAS DALAM FORMALITAS PADA RUANG TERBUKA PUBLIK (Studi Kasus Lapangan Gasibu, Bandung)

RR Dhian Damajani

pp. 164-171

PDF

---

## PERANCANGAN PASAR IKAN HIGIENIS (PIH) DI REMBANG (Pendekatan Karakteristik Budaya Berdagang Masyarakat Pesisir)

Yulianto P. Prihatmaji, Araina Dwi Rustiani

pp. 172-182

PDF

---

## POTENSI JERAMI PADI SEBAGAI BAHAN BAKU PANEL AKUSTIK

Christina E. Mediastika

pp. 183-189

PDF

---

## NILAI VERNAKULAR DALAM PENATAAN LINGKUNGAN PADA PERMUKIMAN LERENG GUNUNG (Studi di Desa Kapencar, Lereng Gunung Sindoro, Wonosobo)

VG Sri Rejeki

pp. 190-198

PDF

---

## DAUR-HIDUP-GEDUNG DALAM SISTEM ARSITEKTUR

Wanita Subadra Abioso

Program Studi Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia, Bandung  
E-mail: itaabioso@plasa.com; itaabioso@telkom.net

### ABSTRAK

*Eco* atau *Environmental Labeling*, sertifikasi pengakuan atas produk-produk berkelanjutan, hanya dapat dilakukan di negara-negara dengan kondisi ekonomi yang mantap dengan menggunakan *Life Cycle Analysis (LCA)*, sebuah instrumen berbasis paradigma *cradle-to-grave* untuk mengukur tingkat keberlanjutan produk-produk bersangkutan, dengan cara mengevaluasi jumlah energi, biaya, dan dampak-dampak lingkungan lain yang akan digunakan dan terjadi di sepanjang daur-hidup-produk. Bagaimana halnya dengan gedung-gedung sebagai produk arsitektur yang senantiasa melibatkan energi? Pendekatan arsitektur sebagai sistem yang ditawarkan Handler secara praktis memiliki kesamaan paradigma dengan LCA apabila dilengkapi pengelolaan gedung di akhir kegunaannya, selain itu beberapa teoritis dan praktisi arsitektur seperti Steele, Vale, dan Yeang telah merumuskan pula kriteria desain yang secara intrinsik berdasarkan paradigma *cradle-to-grave*, oleh sebab itu tampaknya kita harus lebih waspada dalam merancang arsitektur agar lebih berkualitas dan andal di dalam keterbatasan sumber daya yaitu dengan senantiasa menganalisis daur-hidu -gedung dalam sistem arsitektur.

**Kata kunci:** Produk berkelanjutan, daur-hidup-produk, *Life Cycle Analysis (LCA)*, *cradle-to-grave*, Sistem Arsitektur, daur-hidup-gedung.

### ABSTRACT

*Eco or Environmental Labeling, certification of acknowledgement on sustainable products, could only be carried out within economically established countries by way of Life Cycle Analysis (LCA), a cradle-to-grave paradigm based instrument for measuring the products sustainability by analyzing energy, cost, and others environmental impact that would be spent and occur along product-life-cycle. What about buildings in terms of products of architecture which have always been involving energy? "System Approach To Architecture" offered by Handler practically has similar paradigm with LCA if completed with building management at the end of system, meanwhile Steele, Vale, and Yeang among many others architectural theorist and practitioner have been formulating design criteria intrinsically based on the cradle-to-grave paradigm as well, so that seems we have to be much more aware of designing qualified and reliable architecture within limited resources by constantly analyzing building-life-cycle within system of architecture.*

**Keywords:** Sustainable Product, product-life-cycle, *Life Cycle Analysis (LCA)*, *cradle-to-grave*, System of Architecture, building-life-cycle.

### ANALISIS DAUR-HIDUP-PRODUK SEBUAH KEPERDULIAN

“50% dari seluruh konsumsi energi lingkungan buatan merepresentasikan keterkaitannya dengan industri konstruksi<sup>1</sup>”, industri konstruksi beserta arsitektur yang melibatkan gedung yang berada di dalamnya termasuk ke dalam kelompok industri sekunder yang senantiasa melibatkan *energy-producing*. Pernyataan tersebut dikemukakan oleh beberapa anggota AIA (*American Institute of Architects*) dan IUA (*International Union of Architects*) pada saat mengajukan adendum atas

*Agenda 21*<sup>2</sup>, prosiding *Rio Earth Summit 1992* atau Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) Bumi Rio 1992, di Rio de Janeiro, Brazil, yang berisi garis besar komprehensif lingkup *Sustainable Development* atau Pembangunan Berkelanjutan. Adendum berisi kepedulian mereka terhadap penggunaan secara berlebihan atas *non renewable resources* atau sumber-sumber daya tidak terbarukan terutama sumber daya energi fosil, baca: migas (minyak dan gas bumi).

Krisis minyak tahun 1973 di Amerika Serikat boleh jadi dipicu oleh masalah politis yaitu konflik antara Arab, Mesir, dan Syria sebagai negara-negara produsen minyak dengan Israel sehingga terjadi embargo minyak terhadap negara-negara pendukung Israel di antaranya Amerika Serikat. Namun terlepas

<sup>1</sup> Steele, James (1997), *Sustainable Architecture, Principles, Paradigms, and Case Studies*, Mc.Graw-Hill, New York, halaman 16.

<sup>2</sup> Ibid. Halaman 8

dari masalah politis, persediaan sumber daya energi migas dunia memang semakin menipis terlebih apabila pemakaiannya tidak dipertimbangkan secara bijaksana. Fenomena energi global akibat penggunaan berlebihan atas energi bersumber daya migas telah mencapai taraf yang mengharuskan kita, termasuk komunitas arsitektur, untuk turut peduli apabila tidak ingin menghadapi tekanan ekonomi yang lebih besar.

Minyak selain bertindak sebagai bahan bakar penghasil energi untuk kendaraan-kendaraan moderen beserta gas alam yang digunakan manusia untuk pemanasan dan kegiatan-kegiatan rumah tangga lain, memproduksi pula bahan bakar bagi produk-produk industri dan pertanian termasuk pupuk, pestisida, dan plastik. Berarti tidak semudah itu mengganti minyak dengan bahan bakar lain atau oleh persediaan makanan, oleh karenanya tanpa suplai energi yang cukup kita akan kehilangan kapasitas pertanian. Apabila harga bahan bakar migas meningkat, maka pestisida dan pupuk pun akan menjadi jauh lebih mahal dan hal tersebut akan menghentikan para petani menggunakan produk-produk tersebut. "Yields will go down and the price of food will go up and that in turn is perceived as quite an economic hardship"<sup>3</sup>, hasil panen akan menurun dan harga makanan akan meningkat dan sebagai akibatnya akan terasa tekanan ekonomi yang lebih keras.

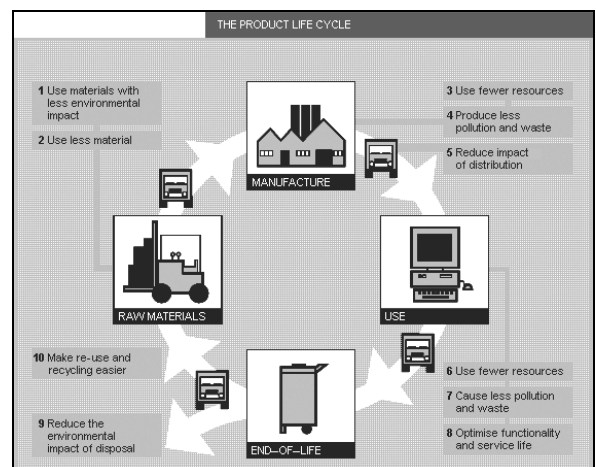
Pembangunan berkelanjutan sebagai gelombang kedua *sustainability*<sup>4</sup> yaitu konsep yang memiliki kekuatan pada integrasi sistem-sistem sosial, ekonomi, dan lingkungan yang bertujuan mendorong tindakan-tindakan untuk menciptakan cara hidup yang lebih baik, secara lugas dapat diartikan sebagai serangkaian kegiatan yang menggunakan sumber-sumber daya yang terbarukan atau menggunakan secara bijaksana sumber-sumber daya khususnya energi yang tidak terbarukan sedemikian rupa tidak menimbulkan kekhawatiran bagi generasi-generasi di masa yang akan datang atas keberlanjutan ketersediaan sumber-sumber daya tersebut. Pembangunan berkelanjutan yang berkekuatan pula pada integrasi sistem-sistem sosial, ekonomi, dan ekologi secara jelas terlihat menawarkan pemecahan atas masalah semakin menurunnya kualitas lingkungan disamping semakin meluasnya kemiskinan namun masih bersifat kondisional, dalam pengertian hanya di negara-negara dengan kondisi ekonomi yang mantap dimungkinkan untuk dilakukan *environmental labeling* dan/ atau *eco*

<sup>3</sup> Amos, Jonathan, *Energy crisis 'will limit births'*, BBC News Online science staff, in Seattle, <http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/3465745.stm>.

<sup>4</sup> Van der Ryn, Sim, and Peter Calthorpe (1986), *Sustainable Communities, A New Design Synthesis for Cities, Suburbs, and Towns*, San Fransisco: Sierra Club Books, halaman iv.

*labeling* yaitu proses sertifikasi *Organization of International Standards* (ISO) 14000 atas produk-produk berkelanjutan melalui mekanisme *Life Cycle Analysis* (LCA) atau Analisis Daur Hidup dengan menganalisis daur-hidup-produknya dengan cara mengevaluasi energi, biaya, dan dampak-dampak lingkungan lain yang akan digunakan dan terjadi di sepanjang daur-hidup-produk bersangkutan.

*Biosphere*, seluruh area pada permukaan planet Bumi beserta atmosfer dan lautan yang dihuni oleh makhluk hidup, merepresentasikan sumber kekayaan dan modal untuk didayagunakan guna mendukung kehidupan umat manusia. Dibutuhkan keperdulian yang sangat tinggi terhadap daur-hidup-produk atas produk-produk sebagai hasil proses produksi yang senantiasa melibatkan *energy-producing* untuk mempertahankannya. Prinsip daur-hidup-produk dapat disimak pada Gambar 1.



Sumber: <http://www.weeeman.org/html/what/lifecycle.html>

**Gambar 1. The Product Life Cycle–Daur–Hidup Produk<sup>5</sup>**

- *Raw Materials* atau Bahan Baku: 1. Menggunakan sesedikit mungkin material berdampak negatif terhadap lingkungan; 2. Menggunakan sesedikit mungkin material;
- *Manufacture* atau Manufaktur (proses industri atas bahan baku): 3. Menggunakan lebih sedikit sumber daya; 4. Memproduksi sesedikit mungkin polusi dan limbah; 5. Mengurangi dampak distribusi;
- *Use* atau Penggunaan: 6. Menggunakan sedesedikit mungkin sumber daya; 7. Meminimasi penggunaan yang mengakibatkan polusi dan limbah; 8. Mengoptimalkan kegunaan dan usia kegunaan;
- *End of life* atau Akhir Kegunaan Produk: 9. Kurangi dampak lingkungan dari material

<sup>5</sup> [Http:// www.weeeman.org/html/what/lifecycle.html](http://www.weeeman.org/html/what/lifecycle.html)

buangan; 10. Permudah penggunaan kembali dan daur ulang.

### **LIFE CYCLE ANALYSIS – LCA (ANALISIS DAUR HIDUP) INSTRUMEN EVALUASI DAUR-HIDUP-PRODUK**

*Life Cycle Analysis* (LCA), instrumen untuk membantu mengendalikan daur-hidup-produk suatu produk sedemikian rupa produk bersangkutan berkelanjutan yaitu produk yang di sepanjang proses daur hidupnya senantiasa mendayagunakan sumber-sumber daya terbarukan dan/ atau sumber-sumber daya tidak terbarukan secara bijaksana. LCA, istilah yang tidak asing bagi mereka yang peduli terhadap isu-isu lingkungan, dikatakan pula sebagai instrumen penting untuk meningkatkan dan memperbaiki baik proses-proses produksi maupun produk-produk yang dihasilkan dalam hal meminimasi dampak-dampak negatif yang akan terjadi terhadap lingkungan khususnya jumlah energi dan biaya yang akan dihabiskan guna pengendaliannya secara bijaksana dalam rangka efisiensi.

Dalam terminologi yang lebih luas, LCA adalah instrumen evaluasi atribut-atribut lingkungan yang diasosiasikan dengan produk, proses, dan jasa. Evaluasi yang dilakukan ditujukan atas seluruh dampak yang akan terjadi di sepanjang rangkaian *cradle-to-grave* atau sejak kelahiran sampai dengan kematian atau hal-hal dari a sampai dengan z (*a to z*) yang terlibat ke dalam daur-hidup-produk, mulai dari proses pengambilan bahan baku sampai dengan pengolahan limbah.

Penerapan LCA sejak kelahirannya di tahun 1960 sampai dengan awal 1990 belum begitu luas, namun sejak 1990 setelah dilakukan pengembangan beberapa metodologi yang dapat diterima secara luas penerapan LCA mengalami kemajuan yang sangat pesat sehingga meraih pengukuhan sejumlah standar internasional seperti ISO 14040 – 14043. Tahun 1993 ISO membentuk *Technical Committee (TC) 207* untuk memantapkan ISO 14000 sebagai standar-standar manajemen lingkungan yang terdiri atas 6 (enam) isu lingkungan<sup>6</sup> yaitu:

- 3 (tiga) isu pertama berkaitan dengan penilaian atas organisasi:
  - *Environmental Management Systems (EMS)* – sertifikasi ISO 14001.
  - *Environmental Auditing (EA)* – sertifikasi ISO 14010 – 12.
  - *Environmental Performance Evaluation (EPE)* – sertifikasi ISO 14031.

- 3 (tiga) isu kedua berkaitan dengan standar-standar penilaian atas produk:

- *Environmental Labeling (EL)* – sertifikasi ISO 14020 – 24.
- *Life Cycle Analysis (LCA)* – sertifikasi ISO 14040 – 43.
- *Environmental Aspects In Product Standards (EAPS)*.

Keunggulan LCA sebagai instrumen evaluasi yang sudah dipraktekkan sejak awal tahun 1970-an, dapat digunakan baik sebagai alat evaluasi atas proses-proses konseptual maupun alat evaluasi kuantitatif, selain dapat membantu menciptakan suatu proses yang konsisten dalam skala global melalui tiga komponen dasarnya:

1. Inventarisasi Efek
2. Analisis Dampak
3. Analisis Perbaikan

Para pelaku manufaktur di masa mendatang harus memasukkan perhitungan atas proses produksi barang dan jasa serta pengendalian limbah menjadi bagian dari seluruh tanggungjawab mereka dan bukan menjadi bahan pemikiran kedua di kemudian hari. Untuk itu diperlukan perhatian besar atas daur-hidup-produk, artinya tidak hanya memperdulikan penciptaan dan penggunaan material dalam manufaktur akan tetapi juga memperdulikan apa yang akan terjadi pada produk di akhir kegunaannya<sup>7</sup>. Saat ini para ahli rekayasa telah menambahkan *design for disassembly* atau desain yang dapat dibongkar kembali, *design for recycling* atau desain yang dapat didaur ulang, dan *design for environment* atau desain yang mempertimbangkan aspek lingkungan ke dalam perbendaharaan desain mereka<sup>8</sup>.

### **SISTEM ARSITEKTUR DAN DAUR-HIDUP-GEDUNG**

LCA sebagai instrumen manajemen lingkungan dan pengambilan keputusan bagi proses-proses produksi, termasuk proses desain, secara denotatif menunjukkan suatu kegiatan yang berhubungan dengan pemulihan global, namun dari seluruh rangkaian hubungan di atas bagaimana hubungannya dengan arsitektur?

“*System Approach To Architecture*” atau pendekatan arsitektur sebagai sistem yang ditawarkan oleh A. Benjamin Handler (Handler, 1970), dengan ke 4

<sup>7</sup> Frosch, Robert (1995), *The Industrial Ecology Of The 21<sup>st</sup> Century*, Scientific American. <http://www.cfd.mit.edu.au/Publications/papers/LCA-CR.html>

<sup>8</sup> Ibid.

<sup>6</sup> SOCM/Es ISO 14000 Overview.

(empat) sub sistemnya yaitu: 1. Proses Desain; 2. Proses Konstruksi; 3. Proses Operasi; 4. Proses Bionomik Manusia, ternyata memiliki kesamaan paradigma dengan LCA dalam menyelesaikan permasalahan arsitektur yaitu dengan memperhitungkan daur-hidup-gedung melalui keempat sub sistemnya, meskipun belum memperhitungkan proses pengelolaan gedung di akhir kegunaannya yang dapat dianalogikan dengan proses pengolahan limbah produksi pada LCA. Meskipun secara eksplisit Handler belum menyatakan dampak-dampak negatif lingkungan terutama akibat konsumsi energi beserta biaya yang akan dikeluarkan akibat daur-hidup-gedung dalam konteks gedung sebagai produk sistem arsitektur, namun secara implisit pemikiran Handler menyatakan bahwa penyelesaian permasalahan arsitektur sebaiknya dipertimbangkan secara *cradle-to-grave*.

Pada sistem arsitektur para arsitek boleh jadi hanya akan merasa berkepentingan dengan proses perencanaan dan perancangan gedung namun pada kenyataannya mereka tidak dapat menghindari keterlibatan para pembangun, operator gedung, dan pengguna gedung selama proses pengadaan gedung dalam konteks gedung sebagai produk sistem arsitektur. Dengan demikian evaluasi daur-hidup-gedung dapat dilakukan oleh sistem arsitektur yang dapat dianalogikan dengan LCA yang bertindak sebagai instrumen yang bersifat inheren di dalam sistem arsitektur.

Di sisi lain James Steele melalui "*Sustainable Architecture*"-nya mengemukakan pendapatnya tentang peran para arsitek, ekonomi lingkungan, material, bahkan studi tentang arsitektur berkelanjutan sebagai berikut:

- Peran para arsitek dunia dalam mencapai gedung atau arsitektur berkelanjutan alih-alih produk berkelanjutan direpresentasikan melalui rancangan-rancangan yang hemat energi, menggunakan literatur yang relevan, memanfaatkan kearifan tardisional, memandang tanah bukan sebagai komoditi, dan responsif terhadap lingkungan.
- Substansi yang berhubungan dengan ekonomi lingkungan yang ditawarkan adalah memperhitungkan *life-cycle-costing* atau pembiayaan-daur-hidup.
- Material yang harus diwaspadai adalah material-material yang sangat marak digunakan di seluruh dunia di antaranya aluminium, beton, *plywood*, dan baja, yang merupakan material-material *energy-intensive* yaitu material yang diproduksi dengan menggunakan sejumlah besar energi.
- Kurikulum yang diterapkan sebaiknya yang dapat mengantisipasi kurikulum yang selama ini menerapkan nilai-nilai dan norma yang

memandang alam sebagai musuh yang harus ditaklukkan, dan bukan sebagai basis untuk seluruh kehidupan serta lingkungan tempat arsitektur dapat dan harus menyesuaikan diri secara harmonis.

Hal senada dikemukakan oleh Brenda dan Robert Vale melalui "*Green Architecture*"-nya: "Paradigma arsitektur berubah", pernyataan ini dilontarkan karena terdapat kecenderungan perubahan arah desain ke arah desain-desain yang: hemat energi, senantiasa bekerja dengan iklim, meminimasi penggunaan sumber-sumber daya baru, menghargai pengguna, menghargai tapak, dan holisme.

Demikian pula halnya, melalui *Designing With Nature*, Ken Yeang menawarkan konsep rancangan arsitektur melalui pendekatan ekologi. Pendekatan ekologi Yeang meliputi tahap-tahap analisis, sintesis, dan evaluasi yang didasari teori *Value in Building* T. Markus tahun 1973. Pada tahap penilaian Yeang telah memperhatikan daur-hidup setiap tahap pada kriteria evaluasi yaitu proses produksi, konstruksi, konsumsi, dan proses pemulihan. Pada tahap tersebut Yeang memandang hasil rancangan arsitektur sebagai sistem siklik yang memperhatikan *from source to sink* yang dapat dianalogikan dengan *cradle-to-grave* yaitu mulai dari pengambilan sumber daya sampai dengan kondisinya yang tidak berharga.

Dari beberapa amatan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa memandang arsitektur sebagai sistem yang berarti memperhitungkan daur-hidup-gedung dalam konteks gedung sebagai produk sistem arsitektur merupakan pemikiran yang sangat tepat bagi arsitektur dalam turut bertanggungjawab atas semakin menipisnya sumber-sumber daya khususnya sumber daya energi yang tidak terbarukan.

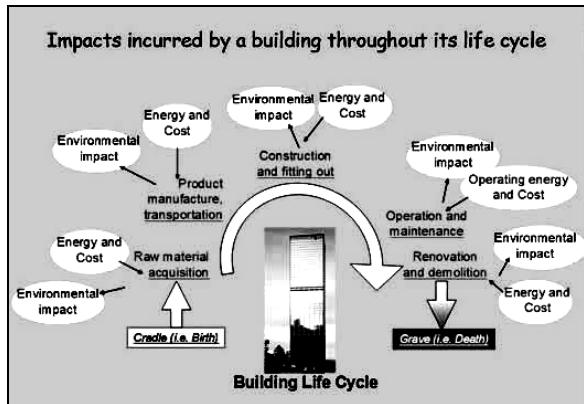
### DAUR-HIDUP-GEDUNG (BUILDING-LIFE-CYCLE)

Dalam hal membangun gedung dalam konteks gedung sebagai produk sistem arsitektur, **Gambar 2.** berikut dapat memberi gambaran tentang dampak-dampak lingkungan yang akan terjadi akibat proses daur-hidup-gedung bersangkutan:

1. *Cradle* atau kelahiran suatu gedung diawali dengan pengambilan bahan baku, akan membutuhkan sejumlah energi dan biaya serta mengakibatkan dampak lingkungan.
2. *Product manufacture transportation* atau transportasi manufaktur produk juga akan mengalami hal yang sama dengan butir 1.
3. *Construction and fitting out* atau pembangunan dan penyesuaian juga akan mengalami hal yang sama dengan butir 1.



4. *Operation and maintenance* atau operasi dan pemeliharaan akan memerlukan energi operasional dan biaya serta mengakibatkan dampak lingkungan.
5. *Grave* atau kematian: *renovation and demolition* yaitu proses perbaikan dan penghancuran juga akan mengalami hal yang sama dengan butir 1.



Sumber: [Hhttp://www.emsd.gov.hk/emsd/eng/pee/lceabc.shtml](http://www.emsd.gov.hk/emsd/eng/pee/lceabc.shtml)

**Gambar 2. Building-life-cycle** atau daur-hidup-gedung dapat menjadi representasi dari daur-hidup-produk dalam konteks desain arsitektur sebagai bagian dari produk industri.

Untuk memperhitungkan jumlah energi yang akan digunakan, harus dilakukan analisis atas seluruh energi yang terdapat pada gedung dan yang akan dikonsumsi di sepanjang usia gedung baik untuk kegiatan operasional maupun pemeliharaan. Kegiatan operasional akan bergantung kepada penggunaan material dan metoda fabrikasi, sedangkan pemeliharaan akan bergantung kepada orientasi, daerah dan jenis jendela, penyelesaian permukaan gedung, serta sistem-sistem pencahayaan, pengkondisian udara, insulasi, karakteristik termal dinding dan atap.

Pada rumah tinggal yang menggunakan *cladding* bata pada pelat beton serta sistem atap kerangka baja dengan penutup atap lembaran baja, energi yang akan terintegrasi ke dalam material akan lebih sedikit dibandingkan dengan energi yang digunakan untuk mengoperasikannya di sepanjang usianya, karena hampir seluruh energi akan dikonsumsi untuk sistem pencahayaan, pendinginan dan/atau pemanasan. Cara paling efektif untuk mengurangi kebutuhan daur hidup rumah tinggal tersebut dengan menggunakan material-material dan sistem hemat energi yang diperlukan secara operasional. Prinsip-prinsip desain solar pasif disertai peralatan rumah tangga dan sistem pencahayaan hemat energi merupakan faktor kunci dalam mengurangi konsumsi energi yang juga akan mengemisikan CO<sub>2</sub> akibat peningkatan produksi energi.

## SISTEM ARSITEKTUR, INSTRUMEN SEJENIS LCA VERSUS STRATEGI DESAIN ARSITEKTUR

Dalam kontes arsitektur, instrumen sejenis LCA atau sistem arsitektur bukanlah strategi perancangan arsitektur karena tidak menawarkan metodologi-metodologi baru sebagai arahan-arahan bagi proses perancangan arsitektur. Di satu sisi desain arsitektur yang relatif baik senantiasa difokuskan kepada integrasi antara faktor-faktor fungsi dan bentuk, estetika, teknik, dan seterusnya, di sisi lain instrumen sejenis LCA justru dihubungkan dengan isu-isu kualitas dan keandalan.

Desain arsitektur yang selama ini kita mengerti sebagai hasil dari proses mengganti ide-ide bentuk dan estetika secara konstan dengan menggunakan kemampuan teknik untuk memanipulasi material dan bentuk, telah terbukti menjadikan penampilan desain arsitektur lebih sebagai suatu isu yang kompleks dan multi dimensional. Artinya penampilan arsitektur lebih dikaitkan dengan penciptaan makna bagi para penggunanya, merefleksikan nilai-nilai budaya, hal-hal yang berhubungan dengan isu-isu ketidakpastian seperti identitas, status, serta segala hasrat manusiawi para pengguna yang ditujukan untuk menggugah emosi dan kepekaan melalui sentuhan, penciuman, warna, dan perabaan.

Adapun *eco design* dalam konteks arsitektur sebagai desain yang memperhatikan daur-hidup-gedung-nya tidak akan merubah satu pun hal-hal tersebut di atas akan tetapi justru menambah dimensi lain berupa penekanan pada kualitas yaitu sesuatu yang lebih jelas, nyata, dan dapat didefinisikan.

## BELAJAR DARI THE SYDNEY 2000 OLYMPIC GAMES, SYDNEY, AUSTRALIA

September 2000, Sidney, Australia berkesempatan menjadi tuan rumah Olimpiade Musim Panas. *The Sydney 2000 Olympic Games* merupakan sebuah perhelatan akbar dan penting dalam bidang olahraga, namun yang tidak kalah penting adalah akbar pula dalam memperhitungkan daur hidup atas sarana dan prasarana yang mendukung berlangsungnya seluruh kegiatan demi keperdulannya terhadap semakin menipisnya sumber daya energi tidak terbarukan.

Sejenis model LCA telah diterapkan pada *Olympic Model* melalui suatu studi komprehensif yang dilakukan atas seluruh sarana dan prasarana yang dibangun, yang meliputi penggunaan gedung selama perhelatan berlangsung, transportasi yang terjadi, manajemen limbah, dan *carbon credits* (berhubungan dengan jumlah pepohonan yang akan ditanam guna mengatur jumlah karbon yang akan

dilepaskan selama perhelatan berlangsung). Sebagai sumbuangan inisiatif dari perusahaan jasa LCA yang bertanggungjawab atas perhitungan daur hidup sarana dan prasarana *The Sydney 2000 Olympic Games*, model LCA-nya digunakan pula untuk menganalisis *Olympic Venues* untuk menentukan secara tepat dalam konteks efisiensi tempat-tempat yang akan digunakan oleh perhelatan tersebut.

### KRITERIA DESAIN ARSITEKTUR BERBASISKAN DAUR-HIDUP-GEDUNG

Kriteria desain arsitektur dalam konteks pembangunan berkelanjutan yang berarti perumusannya telah memperhitungkan daur-hidup-gedung dalam konteks gedung sebagai produk sistem arsitektur berdasarkan paradigma *cradle-to-grave*-nya, meliputi rentang lebar hal-hal yang harus dipertimbangkan di sepanjang proses perencanaan dan perancangan yang terangkum ke dalam komponen-komponen arsitektur, yang di antaranya dapat dibantu oleh teknologi bahkan inovasi arsitektur sebagai berikut (Abioso, 1999):

1. ARSITEKTUR	
TAPAK	
1.	<b>UMUM</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Penentuan peruntukan tapak berdasarkan integrasi antara sistem transportasi dengan tata guna lahan (<i>land use</i>).</li> <li>Perhitungan kemiringan lahan berkontur dengan prinsip meminimasi volume <i>cut and fill</i>.</li> <li>Perhitungan <i>building coverage ratio</i> dan <i>floor area ratio</i> secara ketat dan cermat.</li> </ul>
2.	<b>KONSEP PEDESTRIANS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Memperhitungkan skala jarak pejalan kaki guna meminimasi penggunaan kendaraan bermotor berbahan bakar penghasil energi yang bersumber daya tidak terbarukan.</li> </ul>
3.	<b>PENINGKONDISIAN UDARA RUANG LUAR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Penciptaan kondisi nyaman termal salah satunya dengan memanfaatkan gedung-gedung tinggi berlantai banyak yang dapat bertindak sebagai tabir matahari raksasa.</li> </ul>
4.	<b>LANSEKAP</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pemanfaatan vegetasi lokal termasuk vegetasi eksisting yang dapat bertindak sebagai <i>buffer</i> kebisingan dan pembentuk atmosfer yang kaya akan O<sub>2</sub>.</li> </ul>
BANGUNAN GEDUNG	
1.	<b>UMUM</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Menggunakan desain yang tidak membahayakan baik para pelaksana maupun para penggunaanya keterkaitannya dengan biaya sosial.</li> <li>Menggunakan langgam yang luas, fleksibel terhadap lingkungan setempat di setiap saat guna meminimasi perubahan fasade dan biaya pemeliharaan.</li> <li>Menerapkan konsep ruang multiguna yang dapat ditata sendiri dan dapat didisposisi sedemikian rupa dapat dimultigunakan atau menerapkan konsep fleksibilitas.</li> </ul>

2.	<b>ORIENTASI MATAHARI</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mempertimbangkan orientasi matahari secara ketat sesuai dengan lokasi tapak, menggunakan material yang tepat bahkan dapat berbeda di setiap fasade yang berbeda arah serta menggunakan bentuk dan konfigurasi gedung yang tepat.</li> </ul>
3.	<b>BENTUK DAN KONFIGURASI RUANG</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Menerapkan bentuk dan konfigurasi yang membentuk ruang luar dan <i>buffer</i> sebagai sarana interaksi sosial, pada gedung tinggi berlantai banyak dapat berupa ruang-ruang komunal.</li> <li>Menerapkan bentuk-bentuk yang responsif terhadap lingkungan seperti: bentukan aerodinamis, <i>concourse</i>, <i>atrium</i>, <i>courtyard</i> sebagai pengatur iklim ruang luar, serta <i>set back</i> yang didukung dengan penanaman vegetasi dan pembuatan lansekap.</li> <li>Menerapkan bentuk dan konfigurasi ruang sedemikian rupa dapat memodifikasi iklim dan pergerakan udara untuk menciptakan kondisi nyaman termal.</li> <li>Menerapkan <i>single loaded corridor</i> untuk mengoptimalkan penggunaan ventilasi silang.</li> </ul>
4.	<b>FASADE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mendesain fasade yang dapat mengarahkan angin, kulit gedung yang dapat mengatur suhu, tabir matahari yang diperhitungkan secara cermat khusus arah barat-timur, serta penahan air hujan.</li> </ul>
5.	<b>SISTEM STRUKTUR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Menerapkan sistem struktur yang elemen-elemennya bertindak pula sebagai elemen arsitektural, dapat memodifikasi iklim, dapat mengatur sirkulasi udara, dan pelaksanaannya sesedikit mungkin mengganggu lingkungan.</li> </ul>
6.	<b>KONSTRUKSI DAN MATERIAL</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Menggunakan konstruksi yang mudah dibongkar tanpa merusak struktur utama dan pengangkutannya tidak merusak lingkungan.</li> <li>Menggunakan konstruksi dan material kulit gedung hemat energi, yang dapat mengatur panas sesuai dengan yang dibutuhkan dan mengatur iklim-iklim ekstrim.</li> </ul>
7.	<b>SISTEM UTILITAS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Menerapkan sistem ventilasi silang dengan memaksimalkan dinding eksternal.</li> <li>Meminimasi penggunaan AC: sistem AC <i>built-up</i> sesuai kebutuhan, didukung bukaan untuk fleksibilitas sirkulasi udara, terintegrasi dengan desain untuk peletakan dan pemeliharaan.</li> <li>Menggunakan sistem pencahayaan alami, dikombinasikan dengan material alami, warna, dan ketinggian langit-langit sesuai arah sinar matahari, serta pengatur panas manual.</li> <li>Menggunakan pemanasan solar dan pemanasan internal lain yang diperhitungkan secara cermat untuk meminimasi bahan bakar migas.</li> </ul>
8.	<b>OTOMASI GEDUNG</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Menerapkan sistem-sistem otomasi gedung seperti <i>Building Environment System (BES)</i>.</li> <li>Menerapkan sistem penghawaan alami yang dibantu alat pengatur yang dikontrol sensor</li> <li>Menggunakan tabir matahari yang diperhitungkan secara cermat untuk fasade dengan sisi-sisi terpanas yang diaktifkan oleh sensor.</li> </ul>
9.	<b>LANSEKAP</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Menggunakan vegetasi dan lansekap untuk pengkondisian udara internal/ eksternal, yang bersimbiosis dengan sistem mekanikal untuk menghasilkan lingkungan seimbang. Menggunakan vegetasi pada atap, dinding, dan plaza untuk mendinginkan struktur-struktur kota.</li> </ul>

<b>II. STRATEGI PENGADAAN</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menerapkan strategi <i>self-help</i> pada pengadaan perumahan, disertai <i>in-service training</i> dengan bantuan arsitek agar dapat dibangun dengan lebih baik, tepat dengan kebutuhan, terjangkau secara finansial termasuk biaya operasional.</li> <li>▪ Menerapkan sistem <i>self-build</i> pada pengadaan perumahan dengan partisipasi pengguna, metoda membangun instruktif yang memungkinkan variasi ekspresi, ukuran, bentuk, fenestrasi, warna serta pengembangan daerah komunal.</li> <li>▪ Menerapkan konsep komunitas <i>self-sufficient</i>, dengan mempersiapkan tapak yang dapat mengakomodasi kebutuhan komunitas sesuai dengan pertumbuhannya.</li> <li>▪ Memanfaatkan hasil-hasil penelitian dan program pengembangan tentang desain-desain yang sehat secara lingkungan.</li> <li>▪ Menerapkan prinsip-prinsip rehabilitasi dan penggunaan kembali gedung dengan menekan biaya operasional atau menyewakannya guna memperoleh dana untuk pemeliharaan dengan tetap meminimasi konsumsi energi.</li> </ul>
<b>III. KEBIJAKAN</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mengenali kembali bencana-bencana alam yang pernah terjadi kaitannya dengan konstruksi dan penggunaan material terbatas yang tidak diatur, perbaikan pada pembuatan dan penggunaan material, teknik-teknik konstruksi, serta program-program pelatihan.</li> <li>▪ Melakukan restrukturisasi institusi kredit sehingga memungkinkan kelompok masyarakat tidak mampu dapat membeli material gedung dan memperoleh pelayanan sewajarnya.</li> <li>▪ Menerapkan kebijakan pelestarian gedung serta kumpulan gedung sebagai dasar konsep rehabilitasi dan penggunaan kembali gedung.</li> <li>▪ Melakukan pertukaran informasi secara internasional antara arsitek dan kontraktor tentang konstruksi yang berhubungan dengan sumber-sumber daya alam tidak terbarukan.</li> <li>▪ Memberlakukan sanksi finansial bagi penggunaan material yang dapat merusak lingkungan.</li> <li>▪ Menerapkan sistem desentralisasi industri konstruksi, meningkatkan dan mengembangkan perusahaan konstruksi kecil, menerapkan sistem padat karya alih-alih sistem padat energi.</li> </ul>
<b>IV. PERAN ARSITEK</b>	
<b>1. SUMBER DAYA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menganut paradigma perancangan dan desain berorientasi kepada konsep hemat energi.</li> <li>▪ Memanfaatkan potensi alam dengan mempelajari dan mempertimbangkan karakteristik matahari, angin, dan hujan, serta senantiasa bekerjasama dengan iklim.</li> <li>▪ Memperlakukan tanah bukan sebagai komoditi yang dapat diperjualbelikan secara bebas, akan tetapi sebagai substansi yang lebih bermakna filosofis.</li> <li>▪ Mempertimbangkan kearifan tradisional penduduk asli sebagai penyimpanan dan akumulasi pengetahuan tradisional, serta mampu mengenali energi kreatif atau potensi masyarakat.</li> <li>▪ Menghilangkan pola-pola pembangunan formal yang terlalu jauh mengintervensi lingkungan dan menghancurkan budaya-budaya yang terbukti mampu mengelola lingkungan selama ini.</li> <li>▪ Meningkatkan pengetahuan tentang <i>green index</i> yang berhubungan dengan sumber-sumber daya, dan merubah pola-pola konsumsi yang mengakibatkan degradasi lingkungan.</li> </ul>

<b>2. MATERIAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menggunakan hasil penelitian tentang material yang merupakan sumber daya utama.</li> <li>▪ Memiliki pengetahuan tentang material dan teknik-teknik konstruksi hemat energi, merekomendasikan penggunaan material-material lokal, alami yang berkelanjutan, historis, kultural, metoda tradisional terbaru bagi praktek kontemporer, <i>re-use</i>, dan daur-ulang.</li> <li>▪ Mewaspadaai penggunaan material <i>energy intensive</i> seperti: baja, kaca, dan beton yang mengakibatkan polusi dan meningkatkan suplai-suplai jangka pendek.</li> <li>▪ Melakukan pendekatan <i>life-cycle</i> pada penggunaan material dan perlengkapan gedung serta <i>life cycle costing</i> pada proses perubahan sumber daya alam menjadi material.</li> <li>▪ Memperhitungkan <i>cradle-to-grave cost</i> dan energi yang dibutuhkan selama proses produksi material yang sering digunakan, serta dampak lingkungan yang akan terjadi.</li> </ul>
--------------------	--

### PROYEKSI PENGGUNAAN DI INDONESIA

Diperkirakan sudah banyak baik teoritis maupun praktisi arsitektur di Indonesia yang memiliki pemikiran sejenis dan komitmen bahkan telah menerapkan kriteria rancangan yang perumusannya berbasis paradigma *cradle-to-grave* meskipun tidak secara eksplisit terlihat memperhitungkan daur-hidup-gedung dalam konteks gedung sebagai produk sistem arsitektur dengan menggunakan instrumen khusus sejenis LCA. Namun tampaknya komitmen saja tidak cukup apabila tidak didukung oleh *political will* atau komitmen dari pemerintah, karena meskipun hanya negara-negara yang memiliki kondisi ekonomi mantap yang mungkin melakukan sertifikasi *eco labeling* ISO 14041-14043 dengan menggunakan instrumen sejenis LCA, namun sebagai komunitas global arsitektur di Indonesia mau tidak mau harus turut berkiprah dalam meminimasi bahkan menghilangkan sama sekali dampak-dampak negatif lingkungan yang terjadi akibat hadirnya arsitektur apabila tidak ingin teralienasi dalam komunitas arsitektur global.

Desain-desain arsitektur tropis, hemat energi, penggunaan material alami setempat, kesadaran atas upaya preservasi, revitalisasi, dan renovasi serta desain-desain sebagai perwujudan kearifan tradisional merupakan bagian dari kiprah arsitektur dan arsitek di Indonesia yang secara intrinsik telah berada di dalam semangat *sustainable* atau berkelanjutan meskipun akan lebih baik apabila dilakukan secara terencana, sistematis, dan holistik dengan memperhatikan daur-hidup-gedung mulai dari pengambilan bahan baku sampai dengan gedung di akhir kegunaannya dan/atau pengelolaan limbah, dalam setiap proses pengadaan gedung dalam konteks gedung sebagai produk sistem arsitektur.

### BUKAN PARADIGM SHIFTING

Memperhitungkan daur-hidup-gedung dalam konteks gedung sebagai produk sistem arsitektur, tidak lain sebagai upaya untuk menciptakan taraf kehidupan yang lebih baik di dalam tekanan ekonomi yang semakin keras sebagai akibat semakin merosotnya kualitas lingkungan serta semakin menipis dan terbatasnya sumber-sumber daya khususnya sumber daya energi yang tidak terbarukan. Sebagai bagian dari industri konstruksi yang senantiasa melibatkan *energy producing*, arsitektur tidak lagi dapat berdiam diri dan hal ini terbukti dari keperdulian para teoritis dan praktisi arsitektur atas permasalahan tersebut.

Mungkin akan timbul kekhawatiran pada sebagian arsitek dengan hadirnya wacana ini, namun hal ini tidak perlu terjadi karena seperti yang telah diuraikan di atas memperhitungkan daur-hidup-gedung dalam sistem arsitektur dengan cara menganalisis energi, biaya, dan dampak-dampak lingkungan lain yang akan terjadi dengan menggunakan instrumen sejenis LCA yang berbasis paradigma *cradle-to-grave*, sama sekali bukan *paradigm shifting* atas strategi-strategi atau metoda perancangan arsitektur yang sudah ada selama ini namun lebih bersifat paralel, beriringan, dan komplementer. Pada dasarnya proses perencanaan dan perancangan arsitektur masih dapat menghasilkan desain yang selama ini senantiasa dikaitkan dengan penciptaan makna bagi para penggunanya yang ditujukan untuk menggugah emosi dan kepekaan mereka, sedangkan di sisi lain memperhitungkan daur-hidup-gedung dalam sistem arsitektur menawarkan desain yang lebih meminimasi dampak-dampak lingkungan akibat daur-hidup-gedung dalam konteks gedung sebagai produk sistem arsitektur atau lebih tepat menawarkan desain yang berhubungan dengan isu-isu kualitas dan keandalan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abioso, Wanita Subadra, *Kriteria Rancangan Arsitektur Dalam Konteks Pembangunan Berkelanjutan*, Program Magister Teknik Arsitektur, Program Pasca Sarjana, Institut Teknologi Bandung, 1999.
- Amos, Jonathan, *Energy crisis 'will limit births'*, BBC News Online science staff, in Seattle, <http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/3465745.stm>.
- EMSD (2005), [Hhttp://www.emsd.gov.hk/emsd/eng/pee/lceabc.shtml](http://www.emsd.gov.hk/emsd/eng/pee/lceabc.shtml)
- Frosch, Robert, *The Industrial Ecology Of The 21<sup>st</sup> Century*, Scientific American, 1995.
- [Http://www.cfd.rmit.edu.au/Publications/papers/LCA-CR.html](http://www.cfd.rmit.edu.au/Publications/papers/LCA-CR.html)
- Handler, A. Benjamin, *Systems Approach To Architecture*, New York: American Elsevier Publishing Company, Inc. 1970.
- [Http://www.bluescopesteel.com/index.cfm](http://www.bluescopesteel.com/index.cfm)
- Holdway and Walker, [Http://www.weeeman.org/html/what/lifecycle.html](http://www.weeeman.org/html/what/lifecycle.html), 2004.
- Steele, James, *Sustainable Architecture, Principles, Paradigms, and Case Studies*, New York: McGraw-Hill Inc. 1997.
- Vale, Brenda and Robert Vale, *Green Architecture: Design For Sustainable Future*, London: Themes and Hudson. 1991.
- Van der Ryn, Sim, and Peter Calthorpe, *Sustainable Communities, A New Design Synthesis for Cities, Suburbs, and Towns*, San Fransisco: Sierra Club Books. 1986.
- Yeang, Ken, *Designing With Nature, The Ecological Basis for Architectural Design*, New York: McGraw-Hill Inc. 1994.