

**PERANCANGAN BANGUNAN DENGAN MEMPERTIMBANGKAN ASPEK
ENERGI DAN LINGKUNGAN**

**STUDI KASUS : PENGAMATAN BEBERAPA BANGUNAN DI JAKARTA DAN
SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN LEED-NC 2.1**

Skripsi ini diajukan untuk melengkapi sebagian persyaratan untuk menjadi
Sarjana Teknik di Fakultas Teknik Universitas Indonesia

RIDHO MASRURI IRSAL

0404050513



**DEPARTEMEN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA**

DEPOK

2008

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi dengan judul :

PERANCANGAN BANGUNAN DENGAN MEMPERTIMBANGKAN ASPEK ENERGI DAN LINGKUNGAN

**STUDI KASUS : PENGAMATAN BEBERAPA BANGUNAN DI JAKARTA DAN
SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN LEED-NC 2.1**

yang disusun untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Arsitektur di Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi-skripsi yang sudah pernah dipublikasikan dan atau pernah digunakan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, Juli 2008

RIDHO MASRURI IRSAL

NPM. 0404050513

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini:

Judul :
**PERANCANGAN BANGUNAN DENGAN MEMPERTIMBANGKAN
ASPEK ENERGI DAN LINGKUNGAN
STUDI KASUS : PENGAMATAN BEBERAPA BANGUNAN DI JAKARTA DAN
SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN LEED-NC 2.1**

Mahasiswa : **Ridho Masruri Irsal**

Telah dievaluasi kembali dan diperbaiki sesuai dengan pertimbangan dan komentar-komentar para penguji dalam sidang skripsi yang berlangsung pada hari Rabu, tanggal 2 Juli 2008.

Depok, Juli 2008
Dosen Pembimbing,

Dr.Ir. Emirhadi Suganda MSc
NIP. 130 702 872

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan berkatNya, akhirnya saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini tepat pada waktunya. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu prasyarat untuk melengkapi keseluruhan persyaratan menjadi Sarjana Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Pada kesempatan ini, saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung terwujudnya penulisan skripsi ini. Mereka adalah :

- **Keluarga** penulis (**Papa, Mama, Ica, Itan, Charlie, Cha-Cha, Coocky, Archy, Jessy**) yang senantiasa membantu baik moril maupun materil.
- **Dr. Ir. Emirhadi Suganda Msc**, selaku dosen pembimbing skripsi. Terima kasih atas bimbingan, masukan, dan kesabarannya selama 1 tahun ini.
- **Ir. Hendrajaya Isnaeni, Msc., Ph.D**, selaku dosen penanggung jawab skripsi.
- **Dr. Ir. Azrar Hadi**, selaku dosen Pembimbing Akademis yang selalu memberi semangat kepada penulis.
- **Ibu Sandra**, selaku pemilik Rumah Taman Tangkuban Perahu, terima kasih atas izin surveinya. **Pak Adi Purnomo**, selaku arsitek Rumah Taman Tangkuban Perahu, terima kasih atas data-datanya.
- **Yayasan Ciputra, Pak Nagakasim, Pihak Universitas Ciputra, Pak Yori Antar**, terima kasih atas izin survey dan data-datanya.
- **Building Management Menara Kadin Indonesia**, terima kasih atas izin survey dan data-datanya.
- **Teman-Teman angkatan 2004**, terima kasih atas kebersamaannya dan bantuannya selama ini.
- **Seluruh dosen Dept.Arsitektur**. terima kasih atas bimbingan dan pembekalan atas ilmu-ilmu yang sangat berguna.
- **Seluruh karyawan Dept.Arsitektur**. terima kasih atas bantuannya.
- Pihak lainnya yang tidak mungkin dituliskan satu persatu. Terima kasih.

Pada kesempatan ini pula, penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan, baik yang disadari ataupun yang tidak disadari. Saran dan kritik yang membangun dari para pembaca sekalian sangat saya harapkan demi penyempurnaan skripsi ini kelak. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembacanya, terutama mahasiswa Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, Juli 2008

Ridho Masruri Irsal

ABSTRAK

Masalah lingkungan global tidak bisa hanya menjadi sekedar bahan pembicaraan tanpa ada upaya untuk mencegahnya. Sektor bangunan ternyata mengkonsumsi sekitar 50% bahan bakar fosil, paling banyak di antara sektor-sektor lainnya seperti transportasi dan industri. Dapat dibayangkan peranan bidang arsitektur dalam menyumbangkan CO₂ yang menjadi pemicu utama masalah pemanasan global dan perubahan iklim. Pembicaraan mengenai pembangunan yang berkelanjutan sudah ada sejak tahun 1970-an. Konsep *sustainability* mulai dibahas dan dikembangkan oleh beberapa pakar sehingga dapat lebih dipahami. Dalam perkembangannya, istilah *green building* lebih dikenal oleh masyarakat. Tetapi kriteria-kriteria sebuah bangunan bisa dikatakan *green* menjadi sulit ditentukan karena belum ada standar yang bisa dijadikan pedoman.

Amerika Serikat melalui U.S. Green Building Council menjawab tantangan ini dengan mengeluarkan Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). Sistem penilaian ini menguraikan aspek-aspek yang menjadi dasar pemikiran *sustainable architecture* dan juga strategi-strategi perancangan untuk memenuhi kriteria tersebut. Setelah itu, banyak negara yang ikut mendirikan Green Building Council dan juga sistem rating, baik yang mengadopsi versi U.S. Green Building Council ataupun hasil penyusunan sendiri. Negara kita Indonesia, pada tanggal 12 Maret 2008 sudah mendirikan Green Building Council of Indonesia yang salah satu misinya juga menerapkan LEED untuk mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan.

Menanggapi hal ini, penulis melakukan studi pengamatan pada beberapa bangunan di Indonesia dengan menggunakan LEED. Dari hasil pengamatan pada ketiga bangunan tersebut, memang belum satupun yang mendapatkan sertifikasi LEED. Tetapi upaya untuk menerapkan prinsip-prinsip *sustainability* sudah terlihat. Kendalanya, LEED mencakup sangat banyak disiplin ilmu lainnya sehingga perlu adanya koordinasi dari berbagai badan/organisasi yang menangani bidangnya masing-masing. Namun dengan adanya studi pengamatan ini dapat terlihat sejauh mana Indonesia dapat menerapkan LEED sebagai pedoman bagi Green Building Council of Indonesia sebelum menyusun sistem *rating* sendiri.

ABSTRACT

Global environment problem is commonly discussed nowadays along with its prevention. In fact, buildings sector consumed 50% fossil fuel, the greater, compared with transportation sector and industrial sector. It's easily to imagine that architecture donated mostly CO₂ as the primary factor for global environment and climate change problem from this fact. The discussion for sustainability has gained since 1970. Sustainability concept has developed by the researchers made it easily to understand. The green building is known better for community as its concept. Still, a building stated as green building, could not definite properly because there is no manual standardization

USA through US Green Building answers the challenges with Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) system. The system explains the base thinking of sustainable architecture aspects and its planning strategy as the implementation. LEED stimulate sustainable building planning spread and produce buildings with efficient water and energy. To socialize this issue, world conferencing had brought and agreed to build World Green Building Council. Afterwards, some countries has started to establish their own Green Building Council and adopted LEED system from USA.

Indonesia has established Green Building Council of Indonesia on March 12th 2008. Its mission is to implement LEED for sustainability building. As respond for the issue, author makes research on buildings in Indonesia, take place in Jakarta and Surabaya, compared to LEED in USA. The aim is to make LEED implemented in Indonesia base on existing condition. From this research, we could conclude that before Green Building Council of Indonesia had established, buildings in Indonesia has had implemented the planning strategy as the respond for the environment problems caused by the buildings itself.

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR ISTILAH	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Metode Penelitian	3
1.5 Urutan Penulisan	4
1.6 Kerangka Pemikiran	6
BAB II SUSTAINABLE ARCHITECTURE	
2.1 Lingkungan hidup, Sumber Daya Alam, dan Pembangunan	7
2.2 Isu lingkungan; Pemanasan Global dan Perubahan Iklim	8
2.3 Perkembangan Konsep <i>Sustainability</i>	11
2.4 Arsitektur dan <i>Sustainability</i>	
2.4.1 Pengertian Arsitektur	14
2.4.2 <i>Sustainable Architecture</i>	14
BAB III LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN	
3.1 Green Building Council	19
3.1.1 World Green Building Council	20

3.1.2	U.S. Green Building Council.....	22
3.2	LEED.....	23
3.2.1	Penyusunan LEED.....	23
3.2.2	Klasifikasi LEED.....	25
3.2.3	Penjelasan Poin-Poin LEED-NC 2.1.....	25
3.3	Preseden : Sidwell Friends Middle School.....	33
3.3.1	Data Umum Bangunan.....	33
3.3.2	Analisa bangunan.....	34
3.3.2.1	Lahan dan Lingkungan.....	34
3.3.2.2	Efisiensi Air.....	37
3.3.2.3	Energi.....	39
3.3.2.4	Material dan Sumbernya.....	44
3.3.2.5	Kualitas Pengudaraan dan Pencahayaan dalam Ruangan.....	47
3.3.2.6	Inovasi dalam proses perancangan.....	49
3.3.2.7	Sertifikasi Bangunan dengan LEED-NC 2.1.....	50
3.3.3	Kesimpulan Preseden.....	51
3.4	Green Building Council of Indonesia.....	52
3.5	LEED pada Negara Asia (India).....	54

BAB IV PEMBAHASAN STUDI KASUS

4.1	Studi Kasus 1 : Rumah Taman Tangkuban Perahu.....	60
4.1.1	Data Umum Bangunan.....	60
4.1.2	Analisa bangunan.....	61
4.1.2.1	Lahan dan Lingkungan.....	61
4.1.2.2	Efisiensi Air.....	65
4.1.2.3	Energi.....	67
4.1.2.4	Material dan Sumbernya.....	68
4.1.2.5	Kualitas Pengudaraan dan Pencahayaan dalam Ruangan.....	71
4.1.2.6	Inovasi dalam proses perancangan.....	76
4.1.2.7	Sertifikasi Bangunan dengan LEED-NC 2.1.....	76

4.2	Studi Kasus 2 : Universitas Ciputra Surabaya.....	78
4.2.1	Data Umum Bangunan.....	78
4.2.2	Analisa bangunan.....	79
4.2.2.1	Lahan dan Lingkungan	79
4.2.2.2	Efisiensi Air	85
4.2.2.3	Energi.....	87
4.2.2.4	Material dan Sumbernya.....	90
4.2.2.5	Kualitas Pengudaraan dan Pencahayaan dalam Ruangan	93
4.2.2.6	Inovasi dalam proses perancangan	97
4.2.2.7	Sertifikasi Bangunan dengan LEED-NC 2.1	98
4.3	Studi Kasus 3 : Menara Kadin Indonesia	99
4.3.1	Data Umum Bangunan.....	99
4.3.2	Analisa bangunan	100
4.3.2.1	Lahan dan Lingkungan	100
4.3.2.2	Efisiensi Air	104
4.3.2.3	Energi.....	105
4.3.2.4	Material dan Sumbernya.....	106
4.3.2.5	Kualitas Pengudaraan dan Pencahayaan dalam Ruangan	108
4.3.2.6	Inovasi dalam proses perancangan	
4.3.2.7	Sertifikasi Bangunan dengan LEED-NC 2.1	110
4.4	Kesimpulan Studi Kasus.....	112
	BAB V KESIMPULAN	115
	DAFTAR PUSTAKA	xx

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Manusia – Alam – Bangunan.....	8
Gambar 2.2 Proses terjadinya efek rumah kaca.....	9
Gambar 2.3 Dampak pertumbuhan populasi.....	10
Gambar 2.4 Dampak dari pemanasan global dan perubahan iklim.....	11
Gambar 2.5 Kombinasi aspek ekonomi, sosial, lingkungan.....	13
Gambar 3.1 Logo World Green Building Council.....	21
Gambar 3.2 Sekretariat World Green Building Council, Canada.....	21
Gambar 3.3 Logo U.S. Green Building Council.....	22
Gambar 3.4 U.S. Green Building Council Headquarters.....	23
Gambar 3.5 Sidwell Friends Middle School.....	33
Gambar 3.6 Site plan & existing plan Sidwell.....	34
Gambar 3.7 Green roof sidwell.....	36
Gambar 3.8 Constructed wetland Sidwell.....	36
Gambar 3.9 Biology pond Sidwell.....	36
Gambar 3.10 Weather station Sidwell.....	36
Gambar 3.11 Native plantings Sidwell.....	37
Gambar 3.12 Green roof (air) Sidwell.....	38
Gambar 3.13 Basement tank & filters Sidwell.....	38
Gambar 3.14 Biology pond (air) Sidwell.....	38
Gambar 3.15 Settling tank Sidwell.....	39
Gambar 3.16 Constructed wetland (air) Sidwell.....	39
Gambar 3.17 Basement tank & filters Sidwell.....	39
Gambar 3.18 Light shelves Sidwell.....	40
Gambar 3.19 Low-e windows Sidwell.....	41
Gambar 3.20 Ceiling fan Sidwell.....	41
Gambar 3.21 Photo sensor Sidwell.....	41
Gambar 3.22 Heat recovery wheel Sidwell.....	42
Gambar 3.23 Vertical Solar Fins Sidwell.....	42
Gambar 3.24 Photovoltaics panel Sidwell.....	42

Gambar 3.25 Green roof (energi) Sidwell.....	43
Gambar 3.26 Reflective roof Sidwell.....	43
Gambar 3.27 Cooling tower Sidwell.....	43
Gambar 3.28 Solar Chimney Sidwell.....	43
Gambar 3.29 Material batu Sidwell.....	45
Gambar 3.30 Material logam Sidwell.....	45
Gambar 3.31 Ceiling tiles Sidwell.....	45
Gambar 3.32 Carpet tiles Sidwell.....	45
Gambar 3.33 Kayu Wine Sidwell.....	45
Gambar 3.34 Pintu bambu Sidwell.....	46
Gambar 3.35 Decking Sidwell.....	46
Gambar 3.36 Cabinet Sidwell.....	46
Gambar 3.37 Lantai linoleum Sidwell.....	46
Gambar 3.38 Jendela yang dapat dibuka Sidwell.....	47
Gambar 3.39 Pencahayaan alami Sidwell.....	47
Gambar 3.40 Lampu pijar Sidwell.....	48
Gambar 3.41 Walk-off mats Sidwell.....	48
Gambar 3.42 Low-VOC materials Sidwell.....	48
Gambar 3.43 Pengontrol CO ₂ Sidwell.....	49
Gambar 3.44 Logo GBC-Indonesia.....	52
Gambar 3.45 Kantor GBC-Indonesia.....	52
Gambar 4.1 Rumah Taman Tangkuban Perahu.....	60
Gambar 4.2 Peta satelit Halimun dan jaringan.....	61
Gambar 4.3 Jaringan Halimun.....	62
Gambar 4.4 Banguna lama Rumah Taman Tangkuban Perahu.....	62
Gambar 4.5 Block Plan Taman Tangkuban Perahu.....	63
Gambar 4.6 Taman Tangkuban Perahu.....	63
Gambar 4.7 Berbagai jenis vegetasi.....	63
Gambar 4.8 Denah Rumah Taman Tangkuban Perahu.....	64
Gambar 4.9 Strategi untuk mengurangi pengaliran air.....	64
Gambar 4.10 Kolam air hujan.....	66
Gambar 4.11 Rancangan untuk mengurangi panas.....	67

Gambar 4.12 Material lantai satu.....	68
Gambar 4.13 Material lantai satu.....	69
Gambar 4.14 Denah Rumah Taman Tangkuban Perahu (material bekas)....	69
Gambar 4.15 Penggunaan material sisa.....	70
Gambar 4.16 <i>Green roof</i> Rumah Taman Tangkuban Perahu.....	72
Gambar 4.17 Sirkulasi udara & cahaya.....	72
Gambar 4.18 Pencahayaan vertikal.....	73
Gambar 4.19 Elemen untuk mengurangi kelembaban.....	73
Gambar 4.20 Denah Rumah Taman Tangkuban Perahu (<i>daylight & view</i>)...	75
Gambar 4.21 Universitas Ciputra.....	78
Gambar 4.22 Perencanaan awal Universitas Ciputra.....	79
Gambar 4.23 Peta Satelit Citra Raya.....	79
Gambar 4.24 Tahap perancangan Universitas Ciputra.....	80
Gambar 4.25 Vegetasi alami pada lingkungan UC.....	82
Gambar 4.26 Strategi pengelolaan air lingkungan UC.....	82
Gambar 4.27 Sistem talang air UC.....	83
Gambar 4.28 Tempat parkir kendaraan UC.....	84
Gambar 4.29 Sistem pengairan halaman UC.....	86
Gambar 4.30 Letak pemasangan sirip polycarbonate UC.....	87
Gambar 4.31 Detail sirip polycarbonate UC.....	88
Gambar 4.32 Ruang kelas UC.....	88
Gambar 4.33 Cara kerja sirip polycarbonate UC.....	88
Gambar 4.34 Strategi untuk mengurangi penggunaan energi aktif UC.....	89
Gambar 4.35 Material alas pada lantai 1 UC.....	91
Gambar 4.36 Material tangga darurat UC.....	91
Gambar 4.37 Material granit tile & hardener nat alumunium UC.....	91
Gambar 4.38 Material kaca dan polycarbonate UC.....	92
Gambar 4.39 Lantai UC yang tidak menggunakan AC.....	93
Gambar 4.40 Pencahayaan & pengudaraan alami koridor lantai 3-6.....	94
Gambar 4.41 Pencahayaan alami pada ruang kelas.....	94
Gambar 4.42 Pencahayaan & pengudaraan.....	95
Gambar 4.43 Analisa daylight & views lantai 1 UC.....	96

Gambar 4.44 Analisa daylight & views lantai 2 UC.....	96
Gambar 4.45 Analisa daylight & views lantai 3-6 UC.....	97
Gambar 4.46 Analisa daylight & views lantai 1 UC.....	97
Gambar 4.47 Menara Kadin Indonesia.....	99
Gambar 4.48 Block plan Menara Kadin.....	100
Gambar 4.49 Site survey plan Menara Kadin Indonesia.....	100
Gambar 4.50 Peta Satelit Menara Kadin Indonesia.....	101
Gambar 4.51 Daerah hijau Menara Kadin Indonesia.....	102
Gambar 4.52 Pencahayaan&pengudaraan alami Menara Kadin Indonesia..	108
Gambar 4.53 Kolam di depan lobby Menara Kadin Indonesia.....	108

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Green Building Council di berbagai negara.....	20
Tabel 3.2 LEED-NC 2.1 <i>Sustainable Site</i>	26
Tabel 3.3 LEED-NC 2.1 <i>Water efficiency</i>	27
Tabel 3.4 LEED-NC 2.1 <i>Energy & atmosphere</i>	28
Tabel 3.5 LEED-NC 2.1 <i>Materials & resources</i>	29
Tabel 3.6 LEED-NC 2.1 <i>Indoor environmental quality</i>	31
Tabel 3.7 LEED-NC 2.1 <i>Innovation & design process</i>	32
Tabel 3.8 LEED (<i>Innovation & design process</i>) Sidwell.....	49
Tabel 3.9 LEED-NC Sidwell Friends Middle School.....	50
Tabel 3.10 Kesimpulan Preseden.....	51
Tabel 3.11 LEED-NC India.....	55
Tabel 4.1 LEED (<i>sustainable site</i>) Rumah Taman Tangkuban Perahu.....	65
Tabel 4.2 LEED (<i>water efficiency</i>) Rumah Taman Tangkuban Perahu.....	66
Tabel 4.3 LEED (<i>energy & atmosphere</i>) Rumah Taman Tangkuban Perahu.....	68
Tabel 4.4 LEED (<i>materials & resources</i>) Rumah Taman Tangkuban Perahu.....	71
Tabel 4.5 Pengukuran aspek fisika bangunan.....	71
Tabel 4.6 LEED (<i>indoor environmental quality</i>) Rumah Taman Tangkuban Perahu.....	75
Tabel 4.7 LEED (<i>innovation & design process</i>) Rumah Taman Tangkuban Perahu.....	76
Tabel 4.8 LEED-NC 2.1 Rumah Taman Tangkuban Perahu.....	76
Tabel 4.9 LEED (<i>sustainable site</i>) Universitas Ciputra.....	85
Tabel 4.10 LEED (<i>water efficiency</i>) Universitas Ciputra.....	87
Tabel 4.11 LEED (<i>energy & atmosphere</i>) Universitas Ciputra.....	89
Tabel 4.12 LEED (<i>materials & resources</i>) Universitas Ciputra.....	92

Tabel 4.13 LEED (<i>indoor environmental quality</i>) Universitas Ciputra.....	95
Tabel 4.14 LEED (<i>innovation & design process</i>) Universitas Ciputra.....	97
Tabel 4.15 LEED-NC 2.1 Universitas Ciputra.....	98
Tabel 4.16 LEED (<i>sustainable site</i>) Menara Kadin Indonesia.....	104
Tabel 4.17 Sarana dan Prasarana (air bersih) Menara Kadin Indonesia.....	104
Tabel 4.18 LEED (<i>water efficiency</i>) Menara Kadin Indonesia.....	105
Tabel 4.19 Sarana dan Prasarana (energi) Menara Kadin Indonesia.....	105
Tabel 4.20 LEED (<i>energy & atmosphere</i>) Menara Kadin Indonesia.....	106
Tabel 4.21 LEED (<i>materials & resources</i>) Menara Kadin Indonesia.....	107
Tabel 4.22 LEED (<i>indoor environmental quality</i>) Menara Kadin Indonesia.....	109
Tabel 4.23 LEED (<i>innovation & design process</i>) Menara Kadin Indonesia.....	110
Tabel 4.24 LEED-NC 2.1 Menara Kadin Indonesia.....	110
Tabel 4.25 Kesimpulan studi kasus.....	112
Tabel 5.1 Penerapan LEED di Indonesia.....	116

DAFTAR ISTILAH

1. **Adhesive** : bahan perekat.
2. **Albedo** : spektrum cahaya yang masih dapat dilihat.
3. **ASHRAE** : American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers adalah perhimpunan teknik tingkat internasional bagi semua individu dan organisasi yang membidangi Heating, Ventilation, Air Conditioning, dan Refrigeration (HVAC&R).
4. **Bay Area Quality Management District Regulation** : agensi publik yang meregulasi sumber keseimbangan dari polusi air dari sembilan Negara bagian California's San Francisco Bay Area: Alameda, Contra Costa, Marin, Napa, San Francisco, San Mateo, Santa Clara, barat daya Solano, dan selatan Sonoma.
5. **Biogas** : gas yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobik atau fermentasi dari bahan-bahan organik termasuk diantaranya kotoran manusia dan hewan, limbah domestik (rumah tangga), sampah *biodegradable* dalam kondisi anaerobik. Kandungan utama dalam biogas adalah metana dan CO₂.
6. **Biomass** : materi biologi yang hidup ataupun telah mati yang dapat digunakan sebagai bahan bakar industri.
7. **Bioreactors** : suatu alat atau sistem yang mendukung secara biologis keaktifan lingkungan. Atau bisa juga dianggap sebagai bejana – bejana yang mewartakan suatu proses kimia yang melibatkan organisme atau secara biokimia, substansi aktif yang diambil dari suatu organisme.
8. **Bioswales** : elemen lansekap yang digunakan untuk memindahkan silt dan polusi dari permukaan air buangan.
9. **Brownfield** : merupakan lahan kosong yang ditinggalkan atau bekas digunakan sebagai fasilitas industri dan komersial yang mengakibatkan lingkungan terkontaminasi.
10. **Commissioning authority** : kewenangan komisi (suatu badan atau lembaga).
11. **Constructed wetlands** : rawa buatan manusia, diciptakan untuk pembuangan antropogenik seperti air sisa, air siraman yang keluar dari *sewage treatment*, dan sebagai habitat dari kehidupan liar, atau bisa juga dianggap sebagai reklamasi lahan setelah penambangan atau gangguan lain.

12. **Construction waste management** : manajemen alur pembuangan bahan – bahan sisa konstruksi.
13. **Daylight** : cahaya di suatu tempat tertentu, derajat tertentu, ketika matahari di atas horizon lokasi tersebut.
14. **Density** : kepadatan penduduk di suatu daerah.
15. **Development footprint** : bukti (jejak) telah terjadinya perkembangan.
16. **Earth dikes** : sejenis lapisan intrusi yang terkait dengan bentuk geologi yang terpotong lurus secara bersilangan
17. **ETS** : Environmental Tobacco Smoke, izin untuk merokok di suatu lingkungan. Hal ini menyebabkan orang-orang yang berada dalam lingkungan tersebut secara tidak sengaja dijadikan perokok pasif.
18. **Flush toilet** : sebuah toilet yang menempatkan sampahnya dengan menggunakan air untuk mendorongnya ke dalam pipa saluran dan mengalirkannya ke tempat yang lain.
19. **FSC** : Forest Stewardship Council’s Principles and Criteria, sistem sertifikasi pertama di dunia untuk hutan dan produk tanaman.
20. **Full cutoff luminaries** : mengurangi cahaya matahari yang datang.
21. **Garden roof** : daerah hijau yang terletak pada atap bangunan.
22. **Geothermal** : panas bumi.
23. **Green power** : teknologi energi yang dapat diperbaharui dan bebas polusi.
24. **HCFC** : hydrochlorofluorocarbon, komponen kimia yang terdiri dari Alkana, seperti metana/etana dengan satu atau lebih halogen, seperti Klorin/Fluorin, dan membentuk senyawa Halida. Senyawa ini dapat merusak ozon, contohnya: CFC.
25. **Heat Island Effect** : perbedaan suhu antara area yang dibangun dengan yang tidak dibangun.
26. **High-albedo** : refleksi cahaya dari matahari yang berdifusi sangat tinggi.
27. **HVAC&R** : Heating, Ventilating, and Air Conditioning & Refrigeration.
28. **IAQ** : Indoor Air Quality kualitas udara dalam ruangan. Pada kenyataannya, udara dalam ruangan lebih tercemar.
29. **IESNA** : **Illuminating Engineering Society of North America**, organisasi nonprofit yang didirikan di New York, yang mempunyai misi untuk meningkatkan lingkungan yang tersinari cahaya.

30. **Light-colored** : berwarna terang.
31. **Low-angle spotlights** : lampu sorot yang mempunyai sudut kecil.
32. **Low-Emitting Materials** : material dengan emisi rendah.
33. **Low-reflectance surfaces** : permukaan yang memiliki tingkat refleksi yang rendah.
34. **Measurement and Verification** : pengukuran dan verifikasi.
35. **MERV** : Minimum Efficiency Reporting Value, adalah skala pengukuran yang disusun pada 1987 oleh American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) untuk me-*rating* efektifitas dari filtrasi air.
36. **Mulching** : merupakan usaha melapisi tanah dengan suatu lapisan jerami (yang setengah busuk) dan rumputan (untuk pupuk), biasanya untuk mengantisipasi efek dari iklim sekitar. Materialnya banyak menggunakan material alam dan sintesis yang sangat variatif.
37. **Open space** : ruang terbuka,spasi.
38. **Paving** : suatu lantai yang berbahan struktur batu atau keramik.
39. **Plug-flow** : model sederhana dari bentuk kecepatan pengaliran air dalam pipa. Contoh aplikasinya adalah pada reaktor kimia.
40. **Post-consumer** : pasca pemakaian oleh konsumen individu.
41. **Post-industrial** : pasca pemakaian oleh konsumen industri.
42. **Pump and treat** : memompa keluar air tanah yang terkontaminasi dengan menggunakan pompa sedot dan membiarkan air tanah yang telah tersaring dibersihkan oleh sebuah proses yang sangat lambat. Pada tanah, metode ini sangat baik dan cepat untuk mengurangi polutan.
43. **Rapidly renewable materials** : material yang dapat diperbaharui dengan cepat.
44. **Reduced Site Disturbance** : mengurangi gangguan pada lahan.
45. **SCAQMD** : South Cost Air Quality Management District, agen polusi udara yang tugas utamanya mengatur sumber polusi udara untuk Los Angeles, San Bernadino, Riverside County, dan seluruh Orange County.
46. **Sealents** : penyegelan / usaha menyegel.
47. **Sediment basins** : adalah bentuk geografis yang menunjukkan penyurutan dan merupakan akibat dari perembesan oleh sedimentasi. Ketika sedimen terkubur, mereka menjadi subjek yang menaikkan tekanan dan mulai proses lithifikasi.

48. ***Sediment traps*** : adalah instrumen yang digunakan pada bidang oceanografi untuk mengukur kuantitas dari organik dan inorganik khusus yang mengendap dalam air, biasanya di lautan. Material ini adalah produk dari proses biologis dan ekologis.
49. ***Silt Fencing*** : sebuah tipe untuk mengontrol erosi dengan menggunakan *fencing* pabrik (terbuat dari plastik atau material sintetis), dan *stakes* untuk mengontrol erosi dan pergerakan air.
50. ***Storm-water Management*** : manajemen alur air siraman buangan.
51. ***Total Phosphorus*** : jumlah kandungan fosfor.
52. ***Total suspended solid*** : jumlah benda padat.
53. ***Vegetated filter strips*** : penyaringan menggunakan tanam-tanaman.
54. **VFD** : Variable Frequency Drive, sebuah sistem yang digunakan untuk mengontrol perputaran kecepatan dari sebuah AC (*Alternating Current*) motor elektrik dengan mengontrol frekuensi dari tenaga listrik yang disediakan ke motor.
55. **VOC** : Volatile Organic Compound, kumpulan organik kimiawi yang memiliki tekanan uap air yang cukup tinggi, dibawah kondisi normal yang berubah menjadi asap menuju atmosfer. Contohnya adalah aldehydes, ketones, dan hydrocarbons ringan lainnya.
56. ***100-year flood*** : ketinggian rata-rata air banjir yang dikalkulasi selama 100 tahun.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perlunya pembangunan berkelanjutan sudah mencapai pada titik puncaknya. Isu lingkungan global tidak hanya menjadi wacana yang hangat dibicarakan karena dampaknya sudah dapat dirasakan langsung seperti perubahan perilaku cuaca, kenaikan permukaan air laut, berbagai macam bencana, berkurangnya air bersih, hingga wabah penyakit global. Akar permasalahan ini adalah konsumsi bahan bakar fosil sebagai sumber utama energi di dunia. Studi konsultan energi Inggris, Max Fordam, mengungkapkan bahwa sektor bangunan mengkonsumsi 50 % total minyak nasional, sektor transportasi mengkonsumsi 25 %, dan sisanya 25 % oleh sektor industri¹. Kondisi ini memperlihatkan betapa rentannya bidang arsitektur dalam menyumbang CO₂ yang memicu pemanasan global.

Sejak tahun 1970-an, kesadaran akan pembangunan berkelanjutan mulai muncul khususnya di Eropa². Badan PBB menanggapi permasalahan ini melalui konferensi lingkungan hidup yang dikenal dengan *The United Nations Conference on the Human Environment* pada tahun 1972 di Stockholm, Swedia. Akan tetapi arsitek kurang cepat menjawab tantangan ini karena diskusi mengenai pembangunan berkelanjutan selanjutnya hanya dilakukan terbatas oleh kalangan akademik, pemerintahan, dan LSM. Istilah *green building* yang lebih dikenal sebagai perwujudan pembangunan berkelanjutan menjadi kurang dipahami selain sosialisasinya yang terbatas dan memang belum adanya standar yang jelas untuk sebuah bangunan dikatakan *green*.

Beberapa negara, salah satunya Amerika Serikat, mulai mempertajam esensi *green building* dan penerapannya dengan mendirikan U.S. Green Building Council yang mengeluarkan Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). LEED ini merupakan sebuah pedoman sistem penilaian pada bangunan untuk mengategorikan apa yang disebut dengan *green building* atau *sustainable building*. Negara kita Indonesia baru-baru ini, tepatnya 12 Maret 2008, mendirikan Green Building Council of Indonesia. Salah satu misinya pun melakukan sertifikasi

¹ <http://www.kompas.co.id/kompas-cetak/0709/11/3830710.htm>

² http://en.wikipedia.org/wiki/United_Nations_Conference_on_the_Human_Environment

bangunan dengan menggunakan LEED Indonesia. Hal ini menunjukkan bahwa Indonesia mulai ikut serta dalam mewujudkan *sustainable development* yang juga menjadi misi dunia.

1.2 Permasalahan

LEED merupakan sistem penilaian untuk *green building* yang banyak diadopsi oleh negara lain. Indonesia yang baru membentuk Green Building Council of Indonesia pada tanggal 12 Maret 2008 akan menjadi salah satu negara yang mengadopsi sistem ini walaupun belum jelas dari negara mana yang akan digunakan. Berdasarkan hal ini penulis mengajukan beberapa pertanyaan, antara lain:

1. Aspek-aspek apa saja yang menjadi pertimbangan dalam sistem LEED ?
2. Bagaimana strategi-strategi rancangan yang diterapkan pada bangunan untuk mencapai sertifikasi LEED ?
3. Sejauh mana Standar LEED dapat diterapkan di Indonesia ?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Pada skripsi ini, penulis membahas konsep *sustainability* sebagai dasar pemikiran dari arsitektur yang berkelanjutan (*sustainable architecture*). Lalu dengan adanya LEED yang dikeluarkan U.S.Green Building Council, penulis melihat sistem ini sebagai acuan yang paling lengkap untuk mengkategorikan *green building*. Dalam hal ini akan dibahas bagaimana perkembangan *green building* dan kendala pada negara yang mempunyai Green Building Council dan sistem rating, dan penulis memilih negara Amerika Serikat yang menerapkan LEED. Lalu satu bangunan yang sudah bersertifikasi tertinggi (platinum) LEED akan dibahas untuk melihat strategi rancangan yang diterapkan.

Pembahasan selanjutnya berhubungan dengan Indonesia yang baru mendirikan Green Building Council dan akan menerapkan LEED pada pembangunan berikutnya. Sistem penilaian LEED digunakan untuk membahas beberapa bangunan yang dijadikan studi kasus. Sebagai negara yang belum menerapkan LEED pada bangunan akan sangat sulit melakukan analisa lapangan. Tetapi penulis melihat LEED sebagai salah satu konsep arsitektur ramah lingkungan yang telah dijabarkan

sehingga lebih spesifik. Sedangkan pemikiran umum mengenai keberlanjutan pasti dapat ditemui pada bangunan yang belum bersertifikasi LEED sekalipun.

Tiga buah bangunan, diluar bangunan bersertifikasi LEED, akan dijadikan studi kasus. Pemilihan bangunan tidak berdasarkan jenisnya, karena di Indonesia sendiri belum ada penggolongan *green building*. Sehingga penulis memilih mengamati bangunan berdasarkan tipe (jumlah tingkat) mulai dari bangunan tingkat rendah (rumah tinggal 2 lantai), tingkat menengah (institusi pendidikan 7 lantai), dan tingkat tinggi (perkantoran 36 lantai). Hasil pengamatan lapangan akan dianalisa dengan LEED dan dibandingkan sehingga dapat terlihat poin-poin apa saja yang sudah dan belum dipenuhi. Dari hasil pengamatan ini akan dilihat strategi yang telah dilakukan pada bangunan di Indonesia menanggapi masalah lingkungan dan aspek-aspek apa saja yang perlu menjadi perhatian sebelum menerapkan LEED. Sehingga dapat dilihat sejauh mana Indonesia dapat menerapkan standar LEED ini. Sebagai catatan, studi pengamatan dan pemberian poin hanya merupakan gambaran penggunaan LEED pada bangunan yang sudah berdiri.

1.4 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif yang menjelaskan objek penelitian pada saat sekarang berdasarkan fakta-fakta yang tampak atau bagaimana adanya. Data-data yang didapatkan dapat dibedakan menjadi data primer dan data sekunder.

1. Data primer: data yang didapatkan dari studi kasus di lapangan. Untuk melakukan pengamatan langsung di lapangan, penulis membuat proposal dan melampirkan surat izin survei dari Departemen Arsitektur kepada pemilik bangunan, pengelola bangunan, dan arsitek yang mengerjakan rancangan bangunan tersebut. Izin ini juga untuk permohonan data-data teknis bangunan yang dibutuhkan untuk melakukan analisa. Setelah mendapatkan izin, survey lapangan dilakukan dengan cara mendokumentasikan hal-hal yang berkaitan dengan skripsi ini dengan media kamera digital (Samsung L83T). Untuk menambahkan informasi penulis melakukan wawancara pada beberapa narasumber baik pada karyawan di lapangan, pengelola, ataupun pemilik

bangunan. Hasil data-data teknis, dokumentasi, dan wawancara dianalisa sehingga dapat menjawab permasalahan pada skripsi ini.

2. Data sekunder: data ini didapatkan dengan melakukan studi kepustakaan pada beberapa literatur seperti buku, artikel majalah dan Koran, dan artikel dari internet yang berhubungan dengan isu lingkungan global, *sustainability*, dan LEED. Beberapa seminar yang dilaksanakan di Kampus Universitas Indonesia ataupun di luar menjadi tambahan informasi dan berbagi pengalaman dengan para ahli. Media audio visual juga penulis gunakan sebagai referensi masalah pemanasan global. Hasil dari studi ini dianalisa dan dicari benang merahnya sehingga dapat dijadikan dasar teori.

1.5 Urutan Penulisan

Dalam skripsi ini, urutan penulisannya adalah sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan latar belakang topik penulisan skripsi yang telah dipilih, permasalahan, ruang lingkup penelitian, metode yang digunakan, serta urutan penulisan.

BAB II Sustainable Architecture

Bab ini membahas teori-teori dasar lingkungan hidup, isu lingkungan global (pemanasan global dan perubahan iklim) perkembangan *sustainable development*, dan pemahaman konsep *sustainability* dilihat dari pemahaman kata dan dihubungkan dengan bidang arsitektur.

BAB III Leadership in Energy and Environmental

Bab ini membahas mengenai U.S.Green Building Council yang menyusun LEED, pembahasan aspek-aspek yang ada di dalam LEED, Green Building Council Indonesia yang baru dibentuk dan akan segera menerapkan LEED.

BAB IV Pembahasan Studi Kasus

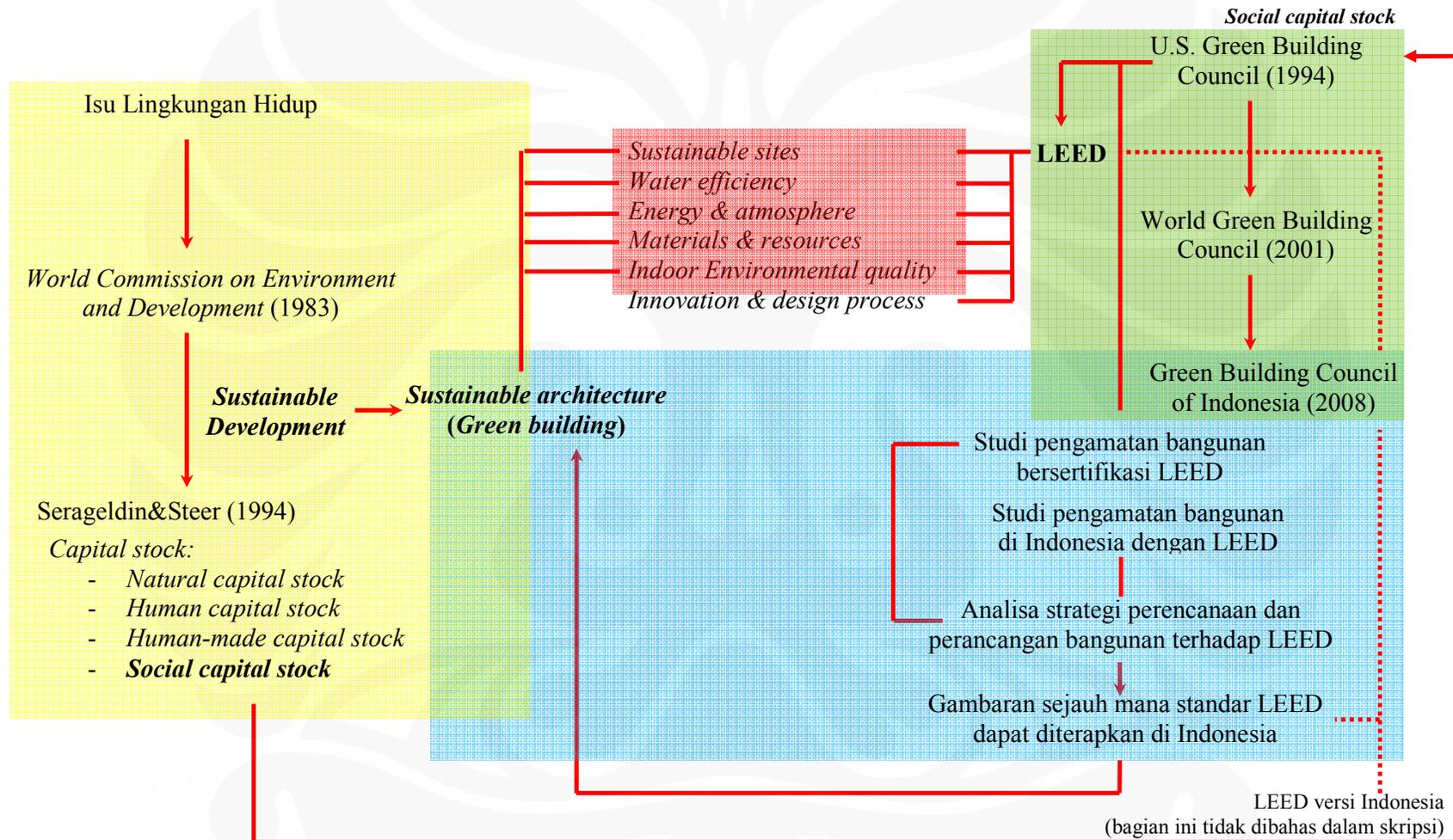
Bab ini membahas satu bangunan di Amerika Serikat yang sudah bersertifikasi LEED tertinggi (platinum) dan tiga buah bangunan di Indonesia (Jakarta dan Surabaya), menganalisa, dan

membandingkan strategi-strategi untuk mewujudkan bangunan yang ramah lingkungan.

BAB V Kesimpulan

Bab ini berisi hasil pemikiran akhir penulis dari seluruh bab yang telah dibahas sebelumnya dan mendapatkan gambaran sejauh mana LEED dapat diterapkan di Indonesia.

1.6 Kerangka Pemikiran



BAB II

SUSTAINABLE ARCHITECTURE

Arsitektur merupakan seni bangunan yang sudah ada sejak dulu. Kondisi alam yang berubah-ubah memaksa manusia untuk selalu siap menghadapi apa yang akan terjadi. Tentunya wadah untuk berlindung sangat diperlukan untuk dapat bertahan hidup. Dan dengan berkembangnya berbagai aspek dalam kehidupan sangat berperan dalam kemajuan arsitektur. Namun ketika arsitektur menjadi sarana untuk menuangkan ide tanpa batas dan penerapan elemen-elemen mutakhir, alam tidak dapat menanggung bebannya sendiri. Munculah pemikiran disain yang sadar lingkungan, yang dapat memberikan solusi terbaik sesuai dengan kondisi lingkungan sekitar, yaitu *sustainable architecture*.

2.1. Lingkungan Hidup, Sumber Daya Alam, dan Pembangunan

Lingkungan hidup adalah sistem kehidupan yang merupakan kesatuan ruang dengan semua benda (materi), daya (energi), keadaan (tatanan alam) dan makhluk hidup, termasuk manusia dengan perilakunya yang mempengaruhi kelangsungan peri kehidupan dan kesejahteraan manusia serta makhluk lainnya³. Tiga unsur dasar lingkungan hidup menurut DRS. Purwowibowo, M.SI⁴:

1. Wadah (*the contour*)
2. Isi (*the content*)
3. Tata laku (*the conduct*)

Antara ketiga unsur selalu dalam satu perwujudan dan perikehidupan yang serba terhubung yang laras, berimbang, lengkap, dan bulat. Perubahan salah satu unsur dasar tersebut, maka akan timbul kelainan yang dapat menjadi gangguan, dan mungkin menjadi ancaman.

Manusia dengan kelebihan akal pikiran dibandingkan makhluk hidup lainnya menjadi pusat kendali dalam mengolah dan memanfaatkan lingkungan untuk bertahan hidup. Dimulai dari awal peradaban dengan memanfaatkan apa saja yang ada disekitarnya, sampai pada perkembangan teknologi maju, menandakan bahwa manusia tidak pernah puas dengan apa yang telah didapatkan. Oleh karena itu dapat

³ Undang Undang No.23 1997 tentang: Pengelolaan Lingkungan Hidup Pasal 1

⁴ <http://elearning.unej.ac.id/courses/12345/document/> Power Point Pengantar Ilmu Pengetahuan

dikatakan bahwa hubungan manusia dengan alam sangat erat, kualitas lingkungan akan ditentukan oleh perilaku manusia dan sebaliknya perilaku manusia juga akan dipengaruhi oleh lingkungannya. Menurut Valentinus Darsono Lingkungan hidup terbagi tiga⁵, yaitu:

1. Lingkungan alam, yaitu segala sesuatu yang berada di sekitar manusia baik yang hidup (flora, fauna, dan jasad renik) dan yang tidak hidup.
2. Lingkungan buatan, yaitu segala sesuatu yang dibuat atau dibangun oleh manusia untuk menunjang kehidupannya (misalnya gedung, bendungan/irigasi, dan sebagainya).
3. Lingkungan sosial, yaitu manusia lain yang ada disekitar kita. Lingkungan sosial adalah refleksi dari sifat sosial manusia yaitu bahwa manusia adalah makhluk sosial.



Gambar 2.1 Manusia – Alam – Bangunan
Sumber: Olahan penulis, gambar dari <http://www.flickr.com>

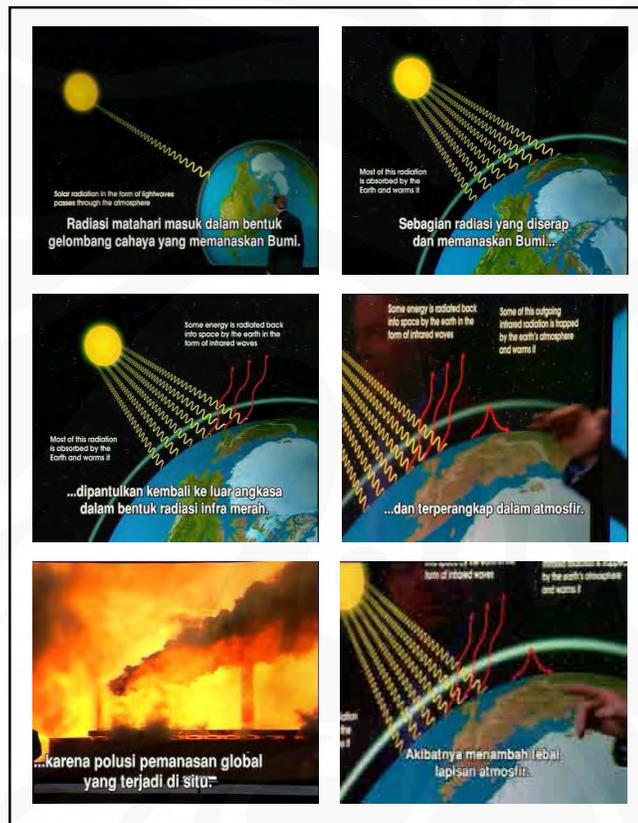
Ketiga komponen tersebut saling berinteraksi antara satu dan lainnya dan membentuk ekosistem yang merupakan suatu tatanan kesatuan secara utuh dan menyeluruh antara segenap unsur lingkungan hidup yang saling mempengaruhi.

2.2 Isu Lingkungan Hidup; Pemanasan Global dan Perubahan Iklim

Manusia sebagai pemegang kendali di muka bumi ini selalu mencari kemudahan untuk dapat bertahan hidup. Berbagai cara dilakukan dengan cara mengeksplorasi apa yang ada disekitarnya untuk menciptakan sesuatu yang baru.

⁵ V.Darsono, *Pengantar Ilmu Lingkungan* (Yogyakarta: Universitas Atmajaya, 1995) hlm.3.

Titik kulminasi dari eksplorasi manusia adalah terjadinya Revolusi Industri, yang menjadi latar belakang isu lingkungan hidup seperti pemanasan global dan perubahan iklim. Revolusi Industri adalah perubahan teknologi, sosioekonomi, dan budaya pada akhir abad ke-18 dan awal abad ke-19 yang terjadi dengan penggantian ekonomi yang berdasarkan pekerja menjadi yang didominasi oleh industri dan diproduksi mesin⁶. Awal mula terjadinya Revolusi Industri tidak jelas, tetapi antara tahun 1760-1830. Lalu pada tahun 1850 terjadi Revolusi Industri II dengan kemajuan teknologi yang semakin meningkat juga.



Gambar 2.2 Proses terjadinya efek rumah kaca
Sumber: *An Inconvenient Truth* (2006)

terperangkap oleh lapisan ozon. Peristiwa inilah yang membuat suhu bumi meningkat pesat. Pernyataan ini sesuai dengan penelitian bahwa meningkatnya kadar CO₂ berbanding lurus dengan peningkatan suhu. Proses tersebut lebih dikenal dengan istilah efek rumah kaca dengan penjelasan gambar di samping.

Berikut ini adalah pemaparan mengenai isu lingkungan pemanasan global dan perubahan iklim berdasarkan film dokumenter berjudul *An Inconvenient Truth* (2006) yang dibawakan oleh Al Gore⁷. Masalah paling dasar dari terjadinya pemanasan global dan perubahan iklim adalah emisi gas karbon dioksida (CO₂) dari hasil pembakaran yang semakin menumpuk di lapisan ozon. Akibatnya sinar matahari yang seharusnya setelah dipancarkan ke bumi dipantulkan kembali, menjadi

⁶ http://id.wikipedia.org/wiki/Revolusi_Industri

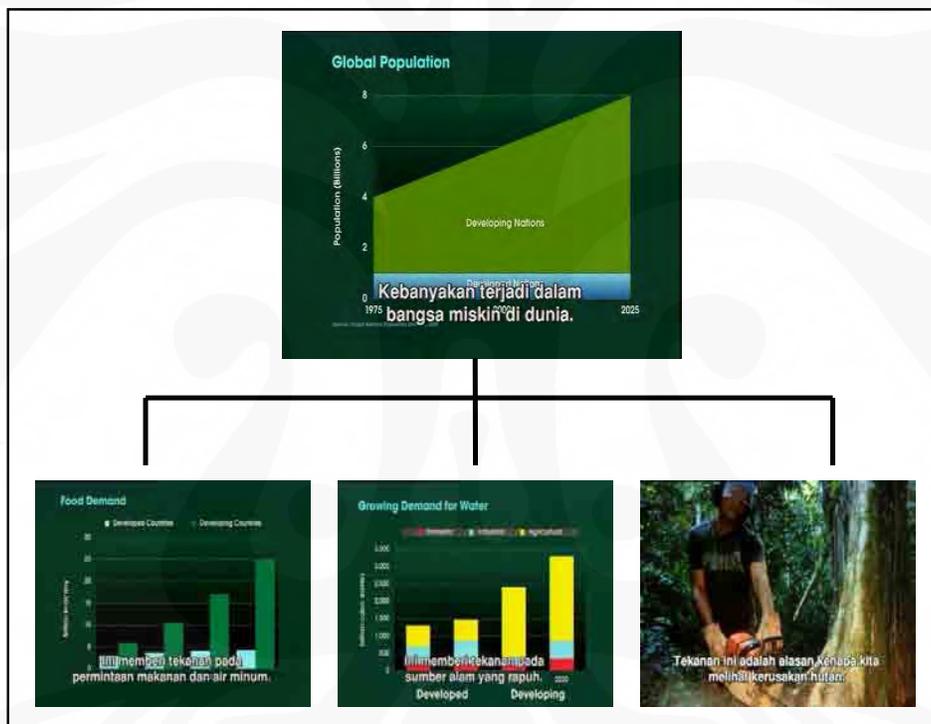
⁷ Al Gore, Film Dokumenter: *An Inconvenient Truth* (Paramount Classics, 2006)

Sebenarnya telah terjadi ‘benturan’ antara kebudayaan kita dan bumi. Beberapa faktor diantaranya adalah bertambahnya jumlah penduduk (yang berhubungan dengan meningkatnya kebutuhan) dan teknologi baru. Al Gore mengemukakan teori bahwa :

old habits + old technology = predictable consequences

old habits + new technology = dramatically altered consequences

Teknologi baru mengubah total dampak dari kebiasaan lama yang membuat kita tidak bisa mempertahankan pola di masa lalu, karena teknologi seringkali lebih besar dari skala manusia.



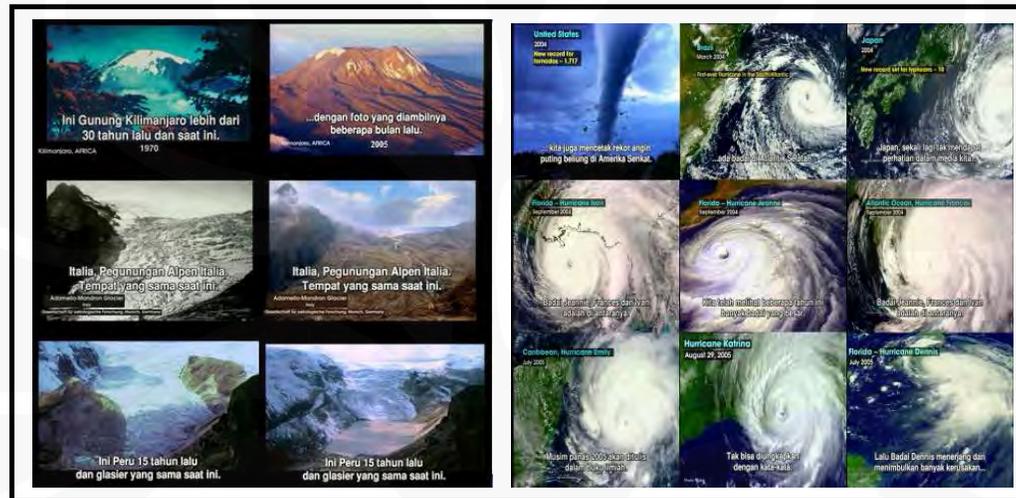
Gambar 2.3. Dampak pertumbuhan populasi
Sumber: *An Inconvenient Truth* (2006)

Sir Winston Churchill menyatakan:

*“The era of procrastination, of half-measures, of soothing and baffling expedients, of delays, is coming to its close. In its place we are entering a Period of Consequences”*⁸. (November 12, 1936)

⁸ Sir Winston Churchill, dalam *An Inconvenient Truth* (Paramount Classics, 2006)

Era kelambanan, menganggap remeh, menyabarkan dan mencari masalah penundaan, sudah berakhir. Tiba saatnya kita memasuki periode menerima akibatnya. Bumi sudah menunjukkan tanda-tanda ketidaksanggupannya menerima berbagai macam intervensi dari manusia. Berbagai macam bencana alam sudah



Gambar 2.4. Dampak dari pemanasan global dan perubahan iklim
 Sumber: *An Inconvenient Truth* (2006)

terjadi seperti badai topan, meningkatnya permukaan air laut, dan juga terjangkitnya berbagai macam penyakit. Berikut ini adalah beberapa gambar yang memperlihatkan akibat dari pemanasan global dan perubahan iklim.

2.3 Perkembangan Konsep Sustainability

Memasuki awal tahun 1970-an muncul keprihatinan masyarakat internasional mengenai dampak pembangunan terhadap pembangunan sosial dan lingkungan hidup. Kemunculan negara baru pasca Perang Dunia II dan negara-negara yang memenangkan perang mulai membangun perekonomiannya. Hal ini terlihat dengan perkembangan industri manufaktur yang cukup pesat sejalan dengan perkembangan kapasitas ilmu dan teknologi masa itu yang belum ramah lingkungan. Keterkaitan antara pembangunan ekonomi dalam hal ini perdagangan dan lingkungan hidup yang saling mempengaruhi itulah pada akhirnya menimbulkan suatu permasalahan baru di dunia internasional. PBB mengadakan konferensi mengenai lingkungan hidup yang kemudian dikenal dengan *The United Nations Conference on the Human Environment* pada tahun 1972 di Stockholm, Swedia dan merupakan sejarah penting

dalam kepedulian terhadap lingkungan hidup global. Dalam konferensi tersebut dihasilkan kesepakatan mengenai keterkaitan antara konsep pembangunan dan pengelolaan lingkungan hidup⁹.

Selanjutnya, kesadaran mengenai isu lingkungan global ditandai dengan adanya pembahasan pada komisi sidang umum PBB, yang dikenal dengan Komisi Brandt, dan telah menerbitkan buku berjudul “*Common Crises*” (Simon & Schuster, 1983). Lalu komisi sidang umum berikutnya di bawah pimpinan Gro Harlem Brundtland menerbitkan buku “*Our Common Future*” melalui *World Commission on Environment and Development*¹⁰.

development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs¹¹

Hakekat tentang pembangunan berkelanjutan adalah “pembangunan yang mampu memenuhi kebutuhan masyarakat masa kini tanpa mengabaikan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka, sebagai suatu proses perubahan dimana pemanfaatan sumber daya arah investasi, orientasi pembangunan dan perubahan kelembagaan selalu dalam keseimbangan dan secara sinergis saling memperkuat potensi masa kini maupun masa mendatang untuk memenuhi kebutuhan dan aspirasi manusia”.

Holdren, Daily, dan Ehrlich dalam tulisannya berjudul “*The Meaning of Sustainability*”¹² menyebutkan tentang persyaratan minimum pembangunan berkelanjutan berupa terpeliharanya apa yang disebut dengan “*total natural capital stock*” pada tingkat yang sama atau kalau bisa lebih tinggi dibanding dengan keadaan sekarang. Konsep tersebut sejalan dengan pengertian tentang masyarakat berkelanjutan menurut Constanza, Norton, dan Haskell yang mengandung arti sebagai masyarakat yang hidup dalam batas-batas lingkungan yang saling mendukung.

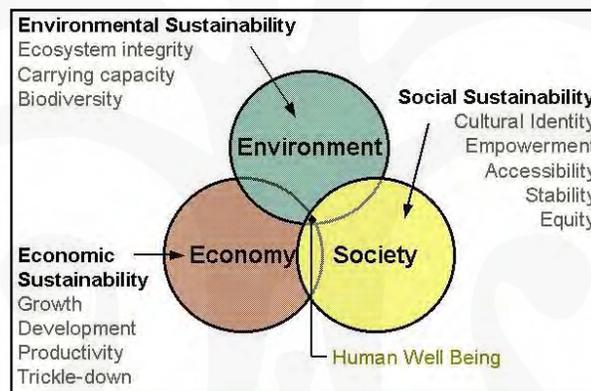
⁹ http://en.wikipedia.org/wiki/United_Nations_Conference_on_the_Human_Environment

¹⁰ Eko Budiharjo & Djoko Sujarto, *Kota yang Berkelanjutan/Sustainable City* (Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan & Kebudayaan, 1998) hlm.3.

¹¹ Gro Harlem Brundtland, *Our Common Future* (Oxford University Press, 1987) hlm.5.

¹² Holdren, Daily, Ehrlich, *The Meaning of Sustainability* (The Biophysical Foundation, Washington DC, 1992) hlm.11

Dalam perkembangan konsep selanjutnya, pembangunan berkelanjutan dielaborasi oleh Stren, White, dan Whitney¹³ sebagai suatu interaksi antara tiga sistem: sistem biologis dan sumberdaya, sistem ekonomi, dan sistem sosial. Memang dengan kelengkapan konsep berkelanjutan dalam trilogi ekologi-ekonomi-sosial tersebut menjadi semakin menyulitkan pelaksanaannya, namun jelas lebih bermakna dan terkait dengan masalah khususnya di negara berkembang. Sebagai contoh, dengan masuknya tolak ukur sosial, maka sasaran keberlanjutan menjadi lebih jelas dan terarah, antara lain dikaitkan dengan upaya pemerataan sosial (*social equity*), penanggulangan dan penghapusan kemiskinan (*poverty eradication*), keadilan spasial (*spatial justice*) dan semacamnya.



Gambar 2.5. Kombinasi aspek ekonomi, sosial, lingkungan
 Sumber: <http://www.arch.hku.hk/research/BEER/sustain.htm>

Dengan demikian maka konsep pembangunan berkelanjutan berkembang lebih jauh, tidak lagi terpancang pada konsep awal yang lebih fokus pada pemikiran kelestarian keseimbangan lingkungan semata-mata. Konsep yang bersifat holistik tersebut dijabarkan secara lebih rinci oleh Serageldin dan Steer¹⁴ yang mengkategorisasikan adanya empat jenis *capital stock* yaitu :

- a. *Natural capital stock*: berupa segala sesuatu yang disediakan oleh alam;
- b. *Human-made capital stock*: antara lain dalam wujud investasi dan teknologi;
- c. *Human capital stock*: berupa sumber daya manusia dengan segenap kemampuan, keterampilan, dan perilakunya;

¹³ Stren, White, Whitney, *Sustainable Cities: Urbanization and The Environmental in International Perspective* (West View Press, Boulder, 1992) hlm.16.

¹⁴ Ismail Serageldin & Andrew Steer, *Making Development Strategy: From Concepts to action* (The International Bank, Washington D.C, 1994) hlm.33.

d. *Social capital stock*: berupa organisasi sosial, kelembagaan atau institusi. Substitusi atau penggantian dari satu capital stock ke capital stock yang lain dimungkinkan, selama proses tersebut bermanfaat terhadap peningkatan kualitas kehidupan manusia.

2.4 **Arsitektur dan *Sustainability***

2.4.1 **Pengertian Arsitektur**

Arsitektur atau *architecture* berasal dari bahasa Yunani, *arche* dan *tectoon*. Kombinasi kedua kata tersebut berarti “*the chief of master carpenter*”¹⁵ (atau tukang ahli bangunan utama) yang menyumbangkan pengetahuan bukan sekedar keterampilan saja. Pengetahuan tersebut mempunyai dua kualitas, sebagai ilmu yang dapat dipelajari dan kemampuan (bakat) untuk mencipta, yang merupakan kepiawaiaan seorang tukang ahli bangunan yang utama. Dari pemahaman tersebut ada dua pengertian yang berlainan yaitu: arsitektur sebagai seni atau ilmu membangun, “*the art or science of building or constructing edifices of any kind for human use*”¹⁶; dan arsitektur sebagai hasil suatu karya cipta, dalam hal ini adalah bangunan itu sendiri.

Pengertian arsitektur dalam skripsi ini sebagai ilmu membangun, untuk melakukan penyusunan elemen-elemen teknologi menjadi sebuah bangunan, seperti yang diungkapkan oleh Richard L. Crowther¹⁷. Dengan kata lain, arsitektur merupakan sebuah teknologi, pengetahuan yang dimiliki suatu peradaban manusia untuk mengadaptasi dan memanfaatkan lingkungan dalam upaya pemenuhan kebutuhan berupa bangunan.

2.4.2 ***Sustainable Architecture***

Banyak istilah yang digunakan untuk menjelaskan pendekatan disain yang sadar lingkungan, seperti *green architecture*, *ecologic architecture*, dan *sustainable architecture*. Namun penulis memilih menggunakan istilah *sustainable architecture* karena melihatnya sebagai sebuah konsep yang lebih

¹⁵ Erich Partridge, *Origins: A short etymological Dictionary of Modern English* (New York: Greenwich House, 1983)

¹⁶ *The Oxford English Dictionary Second Edition* (Oxford: Clarendon Press, 1989) hlm.614.

¹⁷ Richard L. Crowther, *Ecologic Architecture* (London: Butterworth Architecture, 1992)

luas, yang melihat arsitektur bukan sebagai *trend*, tetapi sebagai sebuah keberlanjutan yang terus mengiringi perjalanan hidup manusia¹⁸.

Untuk memahami pengertian *sustainable architecture*, penulis mulai dengan mencari arti kata *sustainable* dari berbagai sumber. Bentuk kata dasar *sustainable* adalah *to sustain* yang merupakan kata kerja transitif. Dari Wikipedia dengan memasukkan kata kunci *sustainable architecture*, *sustain* berasal dari kata *sus-* (*under*) + *tenere* (*to hold*), yang artinya menjaga eksistensi, merawat atau membuat tahan lama¹⁹.

Menurut kamus *The Oxford English Dictionary Second Edition* arti kata *sustain* sangat banyak. Tetapi untuk pembahasan dalam skripsi ini saya akan batasi menjadi beberap pengertian sebagai berikut : 1. *to keep in being; to cause to continue in a certain state; to keep or maintain at the proper level or standard; to preserve the status of*; 2. *to keep going; keep up (an action or process); to keep up without intermission (with mixture of sense)*; dan 3. *to endure without failing or giving away; to bear up against; withstand*. Jadi pengertian *sustainable* menurut kamus ini adalah : 1. mempunyai kemampuan untuk dijunjung tinggi atau dipertahankan; dipelihara; 2. mempunyai kemampuan untuk dipertahankan pada ambang atau tingkatan tertentu²⁰.

Dengan melihat beberapa sumber dapat disimpulkan bahwa kata *to sustain* dapat diartikan “*to keep going continuously*”, seperti yang dijelaskan juga oleh Jack A.Kremes dalam Jurnal *Architectonic* berjudul “*Defining Sustainable Architecture*”²¹. Pengertian ini juga memiliki kesamaan dengan yang terdapat di kamus Inggris-Indonesia oleh John M.Echols dan Hassan Shadily, yaitu : “*meneruskan (tanpa henti-hentinya)*”. Dari pemahaman ini, kata *sustainable* dapat diartikan sebagai “*yang berkelanjutan*”.

Dari penelusuran makna di atas, kata *sustainable* dan *architecture* bila dipadankan menjadi *sustainable architecture* mempunyai makna pengetahuan yang dimiliki suatu peradaban manusia untuk mengadaptasi dan memanfaatkan

¹⁹ http://en.wikipedia.org/wiki/Sustainable_architecture

²⁰ *The Oxford English Dictionary Second Edition* (Oxford: Clarendon Press, 1989) hlm. 614.

²¹ Jack A. Kremers, *Defining Sustainable Architecture* (Internet: Architronic, 1996) hlm.2.

lingkungan secara berkelanjutan dalam upaya pemenuhan kebutuhan berupa bangunan. Namun padanan kedua kata tersebut bila diartikan secara lebih sederhana menjadi arsitektur yang berkelanjutan dapat menimbulkan perbedaan pemahaman dan tidak menunjukkan kedalaman makna yang sebenarnya.

Penelusuran makna kata *sustainable* dan *architecture* di atas sedikit banyak memperlihatkan konsepsi makna dari tiap kata yang bisa menjelaskan pembentukan istilah *sustainable architecture* menjadi sebuah konsep. *Sustainable architecture* adalah satu kesatuan yang menjadi sebuah istilah di bidang arsitektur, atau lebih tepatnya sebuah konsep untuk menggambarkan suatu idealisme yang peduli pada isu lingkungan.

Konsep dasar dalam *sustainable architecture* menurut Jack A. Kremers : *a response and an expression of celebration of our existence and respect for the world around us*²². Kata *sustainable* juga sering dipadankan dengan kata lain yang mengacu pada beberapa disiplin ilmu lain, seperti *sustainable agriculture*, *sustainable business*, *sustainable tourism*, dan lain- lain, yang menandakan bahwa konsep kata ini sangat luas pengertiannya. Menurut Kenneth Haggard istilah ini penting karena menggambarkan perubahan sosial dan kebudayaan dalam tatanan dunia, pola dan gaya hidup²³. Seperti telah di bahas pada sub bab 2.3, istilah ini mulai digunakan pada era tahun 1970, pada saat dunia sedang dilanda krisis energi dan lingkungan, yang merupakan dampak utama dari Revolusi Industri. Oleh karena itu istilah *sustainable* dijadikan kata kunci dalam dalam setiap permasalahan yang menyangkut daya dukung lingkungan. Jadi istilah ini tidak semata-mata diterjemahkan secara harafiah dari kamus, tetapi lebih tepat dikatakan sebagai sebuah proses dan perilaku atau pandangan yang pada akhirnya menjadi sebuah konsep.

Makna konsep kata *sustainable* yang paling mendasar dan banyak disepakati adalah yang pertama kali dirumuskan oleh Gro Harlem Brundlant pada tahun 1987. Dalam bukunya “*Our Common Future*”, Ada dua hal penting dalam konsep ini yaitu: *needs* (kebutuhan) dan *future generations* (generasi mendatang)²⁴. Kebutuhan menggambarkan kenyataan bahwa kita dapat hidup dan

²² Jack A. Kremers, *op.cit.* hlm. 3

²³ http://www.slosustainability.com/Personnel%20page/kenbio_ra.html

²⁴ Gro Harlem Brundlant, *op.cit.* hlm.6

berkarya dengan tersedianya sumber daya alam, dan upaya pemenuhan kebutuhan akan terus berkelanjutan. Sementara generasi mendatang mengingatkan kita bahwa pemenuhan kebutuhan itu juga diperlukan oleh anak cucu kita di masa mendatang, sehingga kita mempunyai tanggung jawab moral untuk menjaga dan melestarikan lingkungan dengan tetap memenuhi kebutuhan secara rasional dan tidak berlebihan.

Sustainable architecture lebih tepat dianggap sebagai suatu reaksi dari kesadaran dan bukan sebuah petunjuk untuk bertahan hidup. Istilah ini menggambarkan gerakan yang mengambil kesadaran akan energi dan ekologi sebagai pendekatan untuk desain lingkungan buatan, yaitu arsitektur. Istilah *sustainable architecture* menjadi titik tolak untuk terciptanya kesadaran yang tinggi akan lingkungan buatan dan kelangsungan hidup lingkungan alami dengan memahami posisi manusia sebagai penjaga lingkungan hidup.

Dalam skripsi ini pengertian *sustainable architecture* adalah sebuah pendekatan disain yang sadar lingkungan, yang perwujudannya dilakukan secara sadar dan penuh tanggung jawab, oleh para perencana pada khususnya dan pihak lain yang terkait dalam proses membangun, untuk mencegah kerusakan lingkungan yang lebih parah lagi. Tujuan utama perwujudan *sustainable architecture* adalah untuk mencapai keadaan lingkungan dan sumber daya di masa datang yang terus berkelanjutan kualitas daya dukungnya, dalam rangka untuk tetap dapat menjalankan proses pembangunan yang terus berkelanjutan pula.

Kesimpulan

Konsep *sustainable architecture* adalah pendekatan desain yang sadar lingkungan dengan mengambil pemahaman hubungan ekologi dengan arsitektur. Konsep ini menjadi titik tolak untuk terciptanya kesadaran yang tinggi akan pentingnya keselarasan lingkungan buatan dengan kelangsungan lingkungan alami, dan memahami posisi manusia sebagai penjaga lingkungan hidup. Tujuan utama konsep *sustainable architecture* adalah untuk mencapai keadaan lingkungan dan sumber daya di masa datang yang terus berkelanjutan kualitas daya dukungnya dalam rangka untuk tetap dapat menjalankan proses pembangunan yang

berkelanjutan pula. Konsep ini dapat diwujudkan sebagai bangunan yang harmonis dengan lingkungannya, meminimalkan kerusakan lingkungan, dan memenuhi kebutuhan manusia untuk tujuan fungsional, sosial, dan ekonomis. Konsep ini bukanlah suatu 'trend' arsitektur melainkan reaksi kesadaran atas perusakan lingkungan yang terus terjadi, dan hanya dengan kesadaran dan tanggung jawab yang tinggi dalam perwujudan konsep inilah permasalahan lingkungan dapat diatasi.

BAB III

LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN

Green building kembali hangat dibicarakan di bidang properti. Penjelasan yang didapat selama ini sudah sangat dalam tetapi penerapannya cenderung hanya menyentuh permukaan saja. Hal ini dikarenakan di Indonesia (hingga Maret 2008) belum memiliki standar yang jelas atau pun badan/organisasi yang mengatur sistem rancangan ini. Negara lain seperti Amerika Serikat, Inggris, Jepang, dan beberapa negara lainnya sudah memiliki organisasi, kebijakan dan standar/pedoman untuk mewujudkan *green building*. Dalam pembahasan skripsi ini, penulis memilih sistem penilaian *green building* yang dikeluarkan U.S. Green Building Council, LEED, untuk melakukan studi pengamatan terhadap beberapa bangunan di Indonesia. Alasan pemilihan ini karena LEED ini sebagai yang pertama melakukan penyusunan sistem *rating* yang banyak diadopsi negara lain dan Indonesia sebagai salah satu negara yang akan menggunakan LEED ini melalui Green Building Council of Indonesia.

3.1 Green Building Council

Green Building Council merupakan organisasi non-*profit* yang berkomitmen penuh dalam menerapkan prinsip-prinsip *sustainability* untuk mewujudkan bangunan yang ramah lingkungan (menjadikan keharusan untuk setiap konstruksi baru)²⁵. Setiap negara yang mendirikan Green Building Council dapat mengeluarkan sistem *rating* untuk mempermudah pengkategorian *green building* sekaligus memberikan apresiasi pada bangunan yang mencapai kriteria tertentu. Berikut ini adalah negara-negara yang sudah mendirikan Green Building Council dan sistem *rating* yang digunakan:

Negara	Badan/Organisasi	Sistem Rating
Australia	Green Building Council Australia	Green Star
Brazil	Green Building Council do Brasil	LEED Brazil
Canada	Canada Green Building Council	LEED Canada
German	Germany Sustainable Building Council	Sedang disusun
India	Indian Green Building Council	LEED India

²⁵ <http://www.worldgbc.org>

Indonesia	Green Building Council of Indonesia	LEED Indonesia
Jepang	Japan Sustainable Building Consortium	CASBEE
Malaysia	Standards & Industrial Research Institute of Malaysia	Sedang disusun
Mexico	Mexico Green Building Council	SICES
New Zealand	New Zealand Green Building Council	Green Star NZ
Philippine	Philippine Green Building Council	LEED Philippine
Singapore	Building and Construction Authority	BCA Green Mark
Taiwan	Taiwan Green Building Council	EEWH
Thailand	Thailand Green Building Council	Sedang disusun
United Arab Emirates	Emirates Green Building Council	Sedang disusun
United Kingdom	United Kingdom Green Building Council	BREEAM
United States of America	U.S. Green Building Council	LEED
Vietnam	Vietnam Green Building Council	Sedang disusun

Tabel 3.1 Green Building Council di berbagai negara
 Sumber: www.worldgbc.org

Setiap negara mempunyai hak untuk menentukan sendiri nama organisasi yang digunakan dan menerapkan sistem *rating* yang disusun sendiri ataupun mengadopsi dari negara lain. Seperti German yang menggunakan nama Germany Sustainable Building Council dan Jepang yang menggunakan nama Japan Sustainable Building Consortium. Sedangkan untuk penyusunan sistem *rating*, negara yang pertama kali memelopori adalah Amerika Serikat dengan mengeluarkan LEED. Lalu beberapa negara mengadopsi sistem *rating* ini seperti Brazil, Canada, dan India. Beberapa negara lain memilih untuk menyusun sendiri sistem *rating* yang digunakan seperti Australia yang mengeluarkan Green Star, Jepang dengan CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency), dan Inggris dengan BREEAM (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method). Yang paling penting adalah visi dan misi yang disatukan melalui World Green Building Council.

3.1.1 World Green Building Council²⁶



Gambar 3.1 Logo WGBC

Sumber: www.worldgbc.org

Sejak tahun 1998, badan-badan perwakilan nasional bertemu untuk membahas aktivitas dunia yang berkaitan dengan masalah lingkungan. Pertemuan berikutnya pada November 1999 di California, USA, melakukan pembicaraan untuk membentuk sebuah organisasi dalam skala dunia. Pertemuan yang dihadiri perwakilan dari 8 negara; USA, Australia, Spanyol, Inggris, Jepang, Saudi Arabia, Rusia, Dan Canada, sepakat untuk membentuk World Green Building Council. Pembentukan WGBC secara resmi dilakukan pada tahun 2002 dan berperan dalam meresmikan komunikasi internasional, dan menyuarakan strategi-strategi untuk mewujudkan *green building*.

Pada tahun 2007, para dewan anggota merasa diperlukannya membangun sekretariat untuk WGBC yang dapat menampilkan kesan *green building* secara langsung. Bangunan sekretariat tersebut kini terbangun di The Living City Campus dekat Toronto, Canada, dengan sertifikasi LEED gold.



Gambar 3.2 Sekretariat WGBC, Canada

Sumber: www.worldgbc.org

Peran World Green Building Council

World Green Building Council (WGBC) adalah badan internasional yang mempunyai misi mempercepat perubahan lingkungan bangun di seluruh dunia dengan prinsip-prinsip *sustainability*. Anggota WGBC mewakili lebih dari 50% kegiatan konstruksi dunia, dan memiliki lebih dari 15.000 perusahaan dan organisasi di seluruh dunia. Anggota-anggota WGBC memimpin pergerakan dengan skala global dalam praktek bangunan yang bertanggung jawab terhadap lingkungan dan kehidupan sosial. WGBC menyediakan forum dunia untuk mempercepat perubahan pasar dari tradisional, praktek bangunan yang tidak

²⁶ <http://www.worldgbc.org>

efisien hingga performa bangunan tingkat tinggi. Hal ini merupakan strategi untuk mengkritik kota dan negara di seluruh dunia yang berhubungan dengan emisi karbon dioksida (CO₂) dan pencemaran lingkungan lainnya.

Visi dan Misi World Green Building Council

Visi dari WGBC melalui kerja sama kepemimpinan, industri konstruksi akan berubah dari praktek yang tradisional dengan prinsip-prinsip *sustainability* yang memperhatikan lingkungan, kesejahteraan ekonomi, dan pertumbuhan sosial untuk menciptakan kesehatan yang berkelanjutan.

Misi dari WGBC:

- Memastikan keberhasilan Green Building Council di negara lain,
- Berdiri sebagai ‘penyuaara’ internasional pertama untuk rancangan dan pembangunan *green building*,
- Membantu perkembangan komunikasi dan kerja sama antar dewan, negara, dan pemimpin industri,
- Mendukung sistem *rating green building*,
- Berbagi strategi dan praktek terbaik secara global.

3.1.2 U.S. Green Building Council²⁷

Bisa dikatakan Amerika Serikat adalah salah satu negara perintis berdirinya Green Building Council. Jauh sebelum World Green Building Council didirikan, tepatnya tahun 1994, badan organisasi ini sudah didirikan sekaligus menyusun sistem *rating* sendiri. U.S. Green Building Council adalah organisasi non-*profit* yang memiliki komitmen untuk menerapkan praktek-praktek prinsip *sustainability*. USGBC dibentuk dari 15.000 organisasi dari berbagai bidang disiplin ilmu. Anggota terdiri dari pemilik bangunan, pengembang *real estate*, arsitek, desainer, *engineer*, kontraktor, agen pemerintahan, dan tenaga sukarela.



Gambar 3.3 Logo USGBC
Sumber: www.usgbc.org

²⁷ <http://www.usgbc.org>

Visi dan Misi U.S. Green Building Council



Gambar 3.4 USGBC Headquarters
Sumber: www.usgbc.org

Visi dari USGBC adalah menjaga hubungan antara bangunan dan komunitas serta mempertahankan kesehatan masyarakat sekarang dan akan datang. Sedangkan misinya adalah mengubah cara bangunan dan lingkungan dirancang, didirikan, dan dioperasikan dengan mempertimbangkan keadaan sekitar termasuk lingkungan sosial dan kesehatan sehingga memperbaiki kualitas kelangsungan hidup bersama.

3.2 LEED

The Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) merupakan sistem *rating* yang dikeluarkan oleh U.S. Green Building Council (USGBC) untuk membuat standar nasional yang dapat mengkategorikan *green building* atau *sustainable building* melalui rancangan, konstruksi, dan operasional²⁸. Walaupun hanya ditetapkan sebagai standar nasional, banyak negara-negara lain yang mengadopsi sistem ini untuk diterapkan dalam pengembangan. Tujuan dari sistem ini adalah membuat pedoman disain yang dapat menunjang kenyamanan manusia di dalamnya, menjaga kestabilan kualitas lingkungan, dan juga mengurangi biaya operasional dengan atau tanpa menggunakan teknologi.

3.2.1 Penyusunan LEED

LEED mulai disusun sejak tahun 1994 dan dipelopori oleh ilmuwan senior dari Natural Resources Defense Council (NRDC), Robert K. Watson, yang juga menjadi ketua hingga tahun 2006²⁹. Anggota komite awal yang juga terlibat pada penyusunan LEED terdiri dari anggota pendiri USGBC Mike Italiano, arsitek Bill Reed dan Sandy Mendler, pengembang Gerard Heiber, dan insinyur Richard Bourne. Pada perkembangannya di tahun 1996, insinyur Tom Paladino dan Lynn Barker ikut bergabung untuk menangani masalah teknis di dalam LEED. Dari tahun 1994 sampai 1996, LEED tumbuh dari satu standar untuk

²⁸ *Leadership in Energy and Environmental Design* (Washington, DC: November 2002) hal. i

²⁹ http://en.wikipedia.org/wiki/Leadership_in_Energy_and_Environmental_Design

konstruksi baru menjadi sistem yang lebih luas terkait dengan enam standar yang meliputi proses pengembangan dan konstruksi. LEED juga tumbuh dari 6 sukarelawan dalam satu komite menjadi lebih dari 200 sukarelawan, 20 komite, dan 36 staf profesional.

LEED diciptakan untuk beberapa tujuan, antara lain: mendefinisikan *sustainable building* dengan standar yang telah ditetapkan, mengembangkan integrasi pada praktek disain bangunan, memperhatikan lingkungan pada industri bangunan, merangsang tumbuhnya kesadaran untuk menerapkan prinsip-prinsip *sustainable building*, membuat konsumen sadar akan keuntungan dari *sustainable building*. Sistem rating ini dapat dibagi dalam enam aspek utama:

1. *Sustainable site*,
2. *Water efficiency*,
3. *Energi and atmosphere*,
4. *Materials dan resources*,
5. *Indoor environmental quality*,
6. *Inovasi and design process*.

Keuntungan dengan menerapkan sisten LEED ini pada bangunan:

- Menciptakan lingkungan kerja dan hunian yang sehat, yang mempengaruhi produktivitas serta menjaga kesehatan dan kenyamanan penghuninya.
- Memperbaiki kualitas udara dan air dengan tidak melepaskan polutan-polutan berbahaya.
- Mengurangi biaya operasional bangunan

Dengan banyaknya keuntungan yang didapatkan, konsekuensi yang harus diterima adalah biaya perencanaan disain dan konstruksi yang lebih besar daripada bangunan konvensional.

3.2.2 Klasifikasi LEED

Sertifikasi LEED didapatkan setelah mengumpulkan dokumen aplikasi yang berisi daftar persyaratan sistem *rating*. Setelah itu Green Building Council yang akan mengeluarkan sertifikasinya. Tingkatan sertifikasi ini dapat dibagi menjadi empat tingkat: *certified*, *silver*, *gold*, dan *platinum*. Jangkauan angka dari

tiap tingkatan sertifikasi tergantung dari versi-versi LEED yang digunakan. Adapun beberapa versi LEED yang sudah dapat digunakan sebagai berikut:

- LEED for New Construction; dapat digunakan untuk konstruksi baru dan renovasi (sistem yang paling sering digunakan).
- LEED for Existing Buildings; digunakan untuk mensertifikasi bangunan yang sudah berdiri.
- LEED for Commercial Interiors; biasanya pada bangunan yang disewakan, dan penyewa yang melengkapi sendiri interiornya.
- LEED for Core and Shell
- LEED for Homes
- LEED for Neighborhood Development
- LEED for Schools
- LEED for Retail

3.2.3 Penjelasan Poin-Poin LEED

Dalam sub bab ini, penulis ingin membahas penjabaran salah satu versi dari LEED untuk lebih memahami tiap kriteria dari enam aspek utama penilaian. Tiap versi LEED juga mengalami perbaikan dalam jangka waktu tertentu untuk lebih memperjelas atau meningkatkan kualitas penilaian. Tetapi dari sekian banyak versinya, LEED New Construction (NC) 1.0 merupakan dasar pemikiran bagi perkembangan versi-versi selanjutnya. Pembaharuan dilakukan menjadi LEED-NC 2.0, LEED-NC 2.1, hingga LEED-NC 2.2. Tetapi karena informasi bangunan bersertifikasi LEED-NC 2.2 belum didapatkan, yang akan dibahas di bawah ini adalah versi sebelumnya yaitu LEED-NC 2.1.

1. Sustainable Site

KRITERIA	KREDIT	SYARAT	STRATEGI
<i>Erosion & sedimentation control</i> (Alat/teknologi)	prasyarat	<ul style="list-style-type: none"> - Mencegah terkikisnya tanah selama masa konstruksi oleh pengaliran air hujan dan angin. - Mencegah pengendapan dari saluran air kotor atau air cucuran. - Mencegah pencemaran udara dari debu dan polutan tertentu. 	Menggunakan perencanaan kontrol erosi dan sedimen selama masa konstruksi seperti <i>mulching</i> , <i>earth dikes</i> , <i>silt fencing</i> , <i>sediment traps</i> , dan <i>sediment basins</i> .
<i>Site selection</i> (Perencanaan)	1 poin	Tidak mendirikan bangunan, jalan, area parkir pada lahan yang memiliki kriteria sebagai berikut: Lahan pertanian yang produktif, lahan dengan ketinggian 5 kaki lebih rendah dari ketinggian 100-year flood, lahan yang berfungsi sebagai habitat beberapa jenis spesies yang hampir punah, daerah rawa, lahan yang diperuntukan bagi area publik seperti taman.	Pengaturan program bangunan, area parkir bawah tanah, dan berbagi fasilitas dengan lingkungan sekitar.
<i>Development density</i> (Perencanaan)	1 poin	Pembangunan saluran ke daerah perkotaan dengan sarana infrastruktur yang sudah ada, menjaga habitat dan sumberdaya alam.	Meningkatkan lokalisasi <i>density</i> untuk disesuaikan dengan menggunakan lahan yang berada pada <i>existing minimum development density of 60.000 kaki²/acre</i> .
<i>Brownfield development</i> (Alat/teknologi)	1 poin	Membangun pada lahan yang terkontaminasi atau pada lahan rusak yang sebelumnya sudah pernah dibangun.	Dalam proses pemilihan lahan, berikan pilihan utama pada lahan <i>brownfield</i> . Terapkan perencanaan perbaikan lahan dengan strategi seperti <i>pump-and-treat</i> , <i>bioreactors</i> , dan penggarapan lahan.
<i>Alternative transportation</i> 1. Perencanaan 2. Perancangan 3. Perencanaan 4. Perancangan	4 poin	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lokasi proyek ½ mil dari stasiun kereta api dan <i>subway</i> atau ¼ mil dari stasiun bus. 2. Untuk bangunan komersil dan institusi, menyediakan fasilitas tempat parkir / penyimpanan sepeda dan ruang ganti untuk 5% atau lebih pengguna bangunan. Untuk rumah tinggal menyediakan fasilitas tersebut untuk 15% atau lebih penghuni. 3. Menyediakan kendaraan dengan bahan bakar ramah lingkungan untuk 3% penghuni bangunan dan juga memasang stasiun bahan bakar untuk 3% dari total kapasitas parkir kendaraan. 4. Kapasitas parkir tidak melebihi batas minimal, untuk 5% pengguna bangunan. Atau tidak menyediakan parkir sama sekali. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lakukan survei dan perkiraan kebutuhan penghuni bangunan terhadap kebutuhan transportasi. Pilih lokasi yang dekat dengan tempat pemberhentian transportasi. 2. Membuat disain bangunan yang dilengkapi dengan tempat penyimpanan sepeda dan ruang ganti (dilengkapi <i>shower</i>). 3. Pertimbangkan menjalin kerja sama dengan bangunan sekitar untuk stasiun bahan bakar alternatif. 4. Meminimalkan kapasitas parkir dan mempertimbangkan berbagi fasilitas parkir dengan bangunan yang berbatasan langsung.
<i>Reduced site disturbance</i> (Perencanaan)	2 poin	1. Membatasi intervensi terhadap daerah hijau dengan ketentuan 40 kaki dari perimeter bangunan, 5 kaki dari perimeter jalan, dan menggantikan 25 kaki dari area konstruksi dengan lapisan permukaan yang dapat dilalui air. Menggantikan minimal 50% area dengan tanaman asli.	Lakukan survei untuk mengidentifikasi elemen-elemen yang terdapat pada lahan sebelum dibangun. Strategi lainnya seperti parkir bawah tanah dan berbagi fasilitas dengan bangunan sekitar.

		2. Mengurangi development footprint untuk memperluas area <i>open space</i> (ketentuan 25% dari luas total lahan).	
<i>Stormwater management</i> (Perancangan)	2 poin	1. Menerapkan kontrol pengelolaan air hujan pada lahan yang kepada air. 2. Menggunakan sistem pengolahan air hujan untuk mengurangi 80% <i>total suspended solid</i> dan 40% <i>total phosphorus</i> .	1. <i>Garden roof, paving</i> , dan menggunakan kembali air hujan untuk keperluan yang tidak memerlukan air matang seperti mengairi lahan dan tanaman dan <i>flush</i> pada toilet. 2. <i>Constructed wetlands, vegetated filter strips, dan bioswales</i> .
<i>Heat island effect</i> (Perancangan)	2 poin	1. Menggunakan material dengan <i>light-colored/high-albedo</i> , menempatkan 50% kapasitas parkir di bawah tanah, gunakan <i>open-grid pavement</i> untuk minimal 50% area parkir. 2. Menggunakan material atap dengan tingkat emisi tinggi (0.9) untuk minimal 75% permukaan, menggunakan <i>green roof</i> untuk minimal 50% permukaan atap, dan kombinasi atap dengan material <i>high-albedo</i> dan vegetasi untuk luasan atap 75%.	1. Tanami lahan disekitar bangunan dengan vegetasi alami sehingga menciptakan daerah bayangan. Pertimbangkan menggunakan <i>garden roofs, open-grid pavement</i> , dan material yang <i>high-albedo</i> untuk mengurangi penyerapan panas. 2. Pertimbangkan memasang atap dengan material <i>high-albedo</i> dan vegetasi untuk mengurangi penyerapan panas.
<i>Light pollution reduction</i> (Alat/teknologi)	1 poin	Menggunakan lampu-lampu yang disesuaikan dengan <i>Illuminating Engineering Society of North America</i> (IESNA).	Kurangi pencahayaan pada lahan dan gunakan teknologi seperti <i>full cutoff luminaries, low-reflectance surfaces, dan low angle spotlights</i> .
Total poin	14 poin	*beberapa istilah asing dapat dilihat pada daftar istilah hal xvi	

Table 3.2 LEED-NC 2.1 *Sustainable Site*

Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation Versi 2.1, November 2002

2. Water Efficiency

KRITERIA	KREDIT	SYARAT	STRATEGI
<i>WE landscaping</i> 1. Alat/teknologi 2. Perancangan	2 poin	3. Menggunakan teknologi efisiensi pengairan, menampung air hujan, dan menggunakan air daur ulang untuk mengurangi penggunaan air matang hingga 50%. 4. Hanya menggunakan air tampungan hujan untuk keperluan pengairan atau tidak menggunakan sistem irigasi yang permanen.	Mengadakan analisa terhadap jenis tanah dan iklim untuk menentukan jenis tanaman yang disesuaikan dengan kebutuhan pengairan. Terapkan sistem irigasi dengan tingkat efisiensi yang tinggi dan pertimbangkan penggunaan air hujan.
<i>Innovative wastewater tech</i> (Alat/teknologi)	1 poin	Melakukan pengolahan terhadap air sisa pakai sebanyak 100%.	Menggunakan peralatan kamar mandi seperti toilet dan urinal yang mempunyai tingkat efisiensi tinggi. Pertimbangkan menggunakan air hujan dan melakukan pengolahan air baik secara mekanik ataupun natural.
<i>Water use reduction</i> (Alat/teknologi)	2 poin	1. Pengurangan pemakaian air bersih hingga 20%. 2. Pengurangan pemakaian air bersih hingga 30%.	Perkirakan jumlah kebutuhan yang menggunakan air bersih/matang dengan yang tidak. Gunakan peralatan kamar mandi seperti toilet dan urinal dengan tingkat efisiensi tinggi. Pertimbangkan menggunakan air hujan untuk peralatan yang

			tidak memerlukan air bersih seperti urinal dan sistem mekanik.
Total poin	5 poin	*beberapa istilah asing dapat dilihat pada daftar istilah hal xvi	

Tabel 3.3 LEED-NC 2.1 *Water efficiency*
 Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation Versi 2.1, November 2002

3. Energy & Atmosphere

KRITERIA	KREDIT	SYARAT	STRATEGI																																	
<i>Fundamental building Systems commissioning</i> (Perencanaan)	Prasyarat	Menggunakan tim yang tidak bertanggung jawab langsung pada disain dan konstruksi proyek, melakukan pemeriksaan pada maksud rancangan, menggabungkan persyaratan tim pada dokumen konstruksi, menggunakan perencanaan tim, pastikan dokumentasi pemasangan, fungsi, operasi, dan perawatan, lengkapi laporan perancangan.	Menggunakan aturan dan perencanaan tim.																																	
<i>Minimum energy performance</i> (Perancangan)	Prasyarat	Menggunakan rancangan bangunan yang mengikuti peraturan lokal mengenai energi.	Rancang kulit bangunan untuk memaksimalkan performa energi bangunan. Gunakan simulasi komputer untuk memperkirakan penggunaan energi pada operasional bangunan.																																	
<i>CFC reduction in HVAC&R equipment</i>	Prasyarat	Menggunakan sistem HVAC&R yang tidak menggunakan CFC.	Untuk bangunan yang belum menggunakan sistem HVAC&R non-CFC, ketika mengoperasikan sistem lakukan inventarisasi alat dan lakukan perencanaan penggantian. Untuk bangunan baru, gunakan sistem HVAC&R non-CFC.																																	
<i>Optimize energy performance</i> (Perancangan)	1-10 poin	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Bangunan baru</th> <th>Bangunan lama</th> <th>Poin</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>15%</td><td>5%</td><td>1 poin</td></tr> <tr><td>20%</td><td>10%</td><td>2 poin</td></tr> <tr><td>25%</td><td>15%</td><td>3 poin</td></tr> <tr><td>30%</td><td>20%</td><td>4 poin</td></tr> <tr><td>35%</td><td>25%</td><td>5 poin</td></tr> <tr><td>40%</td><td>30%</td><td>6 poin</td></tr> <tr><td>45%</td><td>35%</td><td>7 poin</td></tr> <tr><td>50%</td><td>40%</td><td>8 poin</td></tr> <tr><td>55%</td><td>45%</td><td>9 poin</td></tr> <tr><td>60%</td><td>50%</td><td>10 poin</td></tr> </tbody> </table>	Bangunan baru	Bangunan lama	Poin	15%	5%	1 poin	20%	10%	2 poin	25%	15%	3 poin	30%	20%	4 poin	35%	25%	5 poin	40%	30%	6 poin	45%	35%	7 poin	50%	40%	8 poin	55%	45%	9 poin	60%	50%	10 poin	Rancang kulit bangunan untuk memaksimalkan performa energi bangunan. Gunakan simulasi komputer untuk memperkirakan penggunaan energi pada operasional bangunan dan biaya yang diperlukan.
Bangunan baru	Bangunan lama	Poin																																		
15%	5%	1 poin																																		
20%	10%	2 poin																																		
25%	15%	3 poin																																		
30%	20%	4 poin																																		
35%	25%	5 poin																																		
40%	30%	6 poin																																		
45%	35%	7 poin																																		
50%	40%	8 poin																																		
55%	45%	9 poin																																		
60%	50%	10 poin																																		
<i>Renewable energy</i> (Alat/teknologi)	3 poin	<ol style="list-style-type: none"> Menyediakan paling tidak 5% dari total energi yang diperlukan melalui sistem energi terbarukan. Menyediakan paling tidak 10% dari total energi yang diperlukan melalui sistem energi terbarukan. Menyediakan paling tidak 20% dari total energi yang diperlukan 	Pertimbangkan bangunan menggunakan energi terbarukan dan bebas polusi seperti pengolahan matahari, angin, <i>geothermal</i> , <i>low-impact hydro</i> , <i>biomass</i> , dan <i>bio-gas</i> .																																	

		melalui sistem energi terbarukan.	
<i>Additional commissioning</i> (Perencanaan)	1 poin	- Tim yang independen dapat melakukan pemeriksaan pada rancangan untuk dokumen konstruksi. - Tim yang independen dapat melakukan pemeriksaan terhadap dokumen konstruksi.	Menunjuk <i>commissioning authority</i> mulai dari tahap awal rancangan.
<i>Ozone depletion</i> (Alat/teknologi)	1 poin	Memasang peralatan pendingin, HVAC, dan alat pemadam kebakaran yang tidak mengandung HCFC atau halon.	Ketika mengoperasikan bangunan, lakukan pendataan sistem bangunan yang masih mengandung HCFC atau halon. Untuk bangunan baru langsung diterapkan sistem bangunan yang tidak mengandung HCFC atau halon.
<i>Measurement & verification</i> (Perencanaan)	1 poin	Memasang alat pengukur secara terus-menerus pada: Sistem pencahayaan dan kontrol, <i>Variable Frequency Drive</i> (VFD), efisiensi <i>chiller</i> , beban pending, sistem air, udara, dan pemanas, tekanan distribusi udara dan ventilasi udara, efisiensi <i>boiler</i> , sistem distribusi air dalam dan luar ruangan.	Menunjuk <i>commissioning authority</i> mulai dari tahap awal rancangan.
<i>Green power</i> (Alat/teknologi)	1 poin	Menyediakan paling tidak 50% pemenuhan kebutuhan listrik bangunan yang berasal dari sumberdaya yang dapat diperbaharui.	Tentukan jumlah kebutuhan energi pada bangunan dan cek peluang untuk menerapkan <i>green power</i> .
Total poin	17 poin	*beberapa istilah asing dapat dilihat pada daftar istilah hal xvi	

Tabel 3.4 LEED-NC 2.1 *Energy & atmosphere*

Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation Versi 2.1, November 2002

4. Material & Resources

KRITERIA	KREDIT	SYARAT	STRATEGI
<i>Storage & collection of recyclables</i>	Prasyarat	Menyediakan area yang mudah dijangkau seluruh bagian bangunan untuk memisahkan, mengumpulkan, dan menyimpan barang-barang untuk di daur ulang seperti kertas, kardus, kaca, plastik, dan logam.	Merancang area untuk pengumpulan dan penyimpanan barang-barang yang dapat didaur ulang dengan ukuran dan lokasi yang tepat.
<i>Building reuse</i> (Perencanaan)	3 poin	1. Mempertahankan paling tidak 75% struktur bangunan, kulit bangunan, dan material atap. 2. Mempertahankan 100% struktur bangunan, kulit bangunan, dan material atap. 3. Mempertahankan 100% struktur dan kulit bangunan (jendela dan material atap) dan 50% dinding, pintu, material lantai, dan langit-langit dalam ruangan.	Pertimbangkan menggunakan kembali bangunan, menggantikan elemen bangunan yang menyebabkan dampak negatif pada penghuni bangunan.
<i>Construction waste management</i>	2 poin	1. Terapkan perencanaan pengelolaan sisa-sisa konstruksi, daur ulang paling tidak 50% dari sisa-sisa konstruksi. Penghitungannya dapat dilihat dari berat atau volume sisa	Terapkan perencanaan pengelolaan sisa-sisa konstruksi untuk mencapai tujuan ini. Pertimbangkan penggunaan kembali seperti puing-puing, kardus, logam, batu bata, beton, plastik,

(Perencanaan)		konstruksi tersebut. 2. Terapkan perencanaan pengelolaan sisa-sisa konstruksi, daur ulang paling tidak 75% dari sisa-sisa konstruksi. Penghitungannya dapat dilihat dari berat atau volume sisa konstruksi tersebut.	kayu, kaca, gypsum, dan karpet. Rancang area untuk pengumpulan sisa-sisa konstruksi dan proses daur ulang.
<i>Resource reuse</i> (Perencanaan)	2 poin	1. Menggunakan kembali material dan produk bangunan paling tidak untuk 5% kebutuhan material dan produk pada bangunan. 2. Menggunakan kembali material dan produk bangunan paling tidak untuk 10% kebutuhan material dan produk pada bangunan.	Analisa kesempatan untuk menggabungkan material dan produk sisa pada rancangan bangunan seperti balok, tiang, lantai, panel, pintu, bingkai, mebel, dan batu bata.
<i>Recycled content</i> (Perencanaan)	2 poin	1. Menggunakan material daur ulang dengan jumlah dari <i>post-consumer</i> ditambah dengan $\frac{1}{2}$ <i>post-industrial</i> paling tidak mencakup 5% dari total material pada proyek. 2. Menggunakan material daur ulang dengan jumlah dari <i>post-consumer</i> ditambah dengan $\frac{1}{2}$ <i>post-industrial</i> paling tidak mencakup 10% dari total material pada proyek.	Pastikan sumber mendapatkan material daur ulang ini. Selama masa konstruksi pastikan bahwa material daur ulang ini benar-benar terpasang dan hitung prosentase material daur ulang yang terpasang.
<i>Local / regional materials</i> (Perencanaan)	2 poin	1. Menggunakan material lokal minimal 20% dari Menggunakan material daur ulang dengan jumlah dari post-consumer ditambah dengan $\frac{1}{2}$ <i>post-industrial</i> paling tidak mencakup 5% dari total material pada proyek. 2. keseluruhan material bangunan dan diproduksi dengan radius maksimal 500 mil.	Identifikasi sumber material untuk mencapai tujuan di atas. Selama masa konstruksi pastikan material lokal benar-benar terpasang dan hitung presentase material lokal yang terpasang.
<i>Rapidly renewable materials</i> (Perencanaan)	1 poin	Menggunakan material dan produk yang terbuat dari tanaman yang dapat digunakan setelah masa pertumbuhan kurang atau sama dengan 10 tahun, untuk sekitar 5% dari total keseluruhan material dan produk yang digunakan pada proyek	Identifikasi sumber material untuk mencapai tujuan di atas. Pertimbangkan menggunakan lantai bambu, karpet wool, dan papan dari biji bunga matahari. Selama masa konstruksi pastikan material ini benar-benar terpasang.
<i>Certified wood</i> (Perencanaan)	1 poin	Menggunakan paling tidak 50% material dan produk yang terbuat dari kayu yang sudah disertifikasi oleh <i>Forest Stewardship Council's Principles and Criteria</i> .	Identifikasi sumber material untuk mencapai tujuan di atas. Selama masa konstruksi pastikan kayu bersertifikasi FSC benar-benar terpasang dan hitung prosentase material lokal yang terpasang.
Total poin	13 poin	*beberapa istilah asing dapat dilihat pada daftar istilah hal xvi	

Table 3.5 LEED-NC 2.1 *Materials & resources*

Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation Versi 2.1, November 2002

5. Indoor Environmental Quality

KRITERIA	KREDIT	SYARAT	STRATEGI
<i>Minimum IAQ performance</i>	Prasyarat	Memenuhi standar ASHRAE	Merancang sistem HVAC yang dapat memenuhi standar.
<i>Environmental Tobacco Smoke Control</i>	Prasyarat	Dilarang merokok dalam bangunan dan menempatkan tanda-tanda dilarang merokok pada pintu masuk dan jendela yang dapat dibuka, menyediakan area khusus untuk merokok.	Dilarang merokok dalam bangunan dan menyediakan ruang khusus merokok yang terpisah sistem ventilasinya.
<i>CO₂ Monitoring (Alat/teknologi)</i>	1 poin	Memasang sistem pencatat karbon dioksida yang permanen.	Merancang sistem HVAC dengan sensor pencatat karbon dioksida.
<i>Ventilation effectiveness (Perancangan)</i>	1 poin	Merancang sistem ventilasi yang menghasilkan air change effectiveness (Eac) lebih besar atau sama dengan 0,9 (berdasarkan ASHRAE 129-1997).	Merancang sistem HVAC dan kulit bangunan untuk mengoptimalkan efektivitas pertukaran udara. Gunakan strategi variasi ventilasi dengan pemindahan ventilasi dan ventilasi <i>plug-flow</i> seperti di bawah lantai.
<i>Construction IAQ Management plan</i> 1. Perencanaan 2. Alat/teknologi	2 poin	1. Menerapkan perencanaan pengelolaan perencanaan IAQ untuk masa konstruksi dan sebelum ditempati sebagai berikut: Memasang material yang dapat menyerap untuk mengatasi masalah kelembaban, gunakan media penyaring dengan <i>Minimum Efficiency Reporting Value (MERV)</i> 2. Menerapkan perencanaan pengelolaan perencanaan IAQ sebelum ditempati sebagai berikut: Setelah konstruksi berakhir, selama 2 minggu gunakan media penghisap yang menggunakan 100% udara luar. Setelah itu ganti media penyerap.	2. Menggunakan perencanaan pengelolaan IAQ untuk menjaga sistem HVAC selama konstruksi dan mengontrol sumber polusi. Memasang material yang dapat menyerap zat-zat terkontaminasi seperti karpet, langit-langit, dan gypsum. 3. Sebelum bangunan digunakan, selama 2 minggu gunakan media penghisap yang menggunakan udara dan lakukan tes tingkat kontaminasi pada bangunan.
<i>Low-emitting materials (Perencanaan)</i>	4 poin	1. Memenuhi standar <i>South Cost Air Quality Management District (SCAQMD)</i> dan <i>Bay Area Quality Management District Regulation</i> . 2. Emisi VOC dari cat dan <i>coating</i> tidak melebihi standar dari <i>Green Seal's Standard (GS-11)</i> . 3. Sesuai dengan persyaratan <i>Carpet and Rug Institute's Green Label Indoor Air Quality Test Program</i> . 4. Menggunakan kayu komposit yang tidak menggunakan urea-formaldehid.	1. Menentukan material dengan <i>low-VOC (Volatile Organic Compound)</i> pada dokumen konstruksi. 2. Menentukan cat dan <i>coating</i> dengan <i>low-VOC</i> pada dokumen konstruksi. 3. Menentukan <i>carpet low-VOC</i> pada dokumen konstruksi. 4. Menentukan kayu komposit yang tidak menggunakan urea-formaldehid.
<i>Indoor chemical & Pollutant source control</i>	1 poin	Memasang <i>entryway systems</i> yang permanen untuk menangkap partikel-partikel penyebab polusi, menggunakan <i>exhaust</i> pada area yang kegiatannya menghasilkan zat-zat kimia seperti dapur, fotokopi, dan <i>printing</i> .	Merancang sistem pemipaan dan exhaust yang terpisah untuk ruangan yang menghasilkan zat-zat kimia.

<i>Controllability of systems</i> (Perancangan)	2 poin	1. Menyediakan paling tidak satu jendela yang dapat dibuka dan satu kontrol pencahayaan tiap 200 kaki ² untuk tiap penghuni yang jaraknya 15 kaki dari dinding perimeter. 2. Menyediakan pengaturan pengaliran udara, suhu, dan pencahayaan paling tidak untuk 50% penghuni yang berada di area non-perimeter.	Merancang bangunan dengan kontrol dari penghuni bangunan untuk pengaliran udara, suhu, dan pencahayaan. Pertimbangkan strategi seperti pengaturan cahaya dan jendela yang dapat dibuka dan sistem HVAC.
<i>Thermal comfort</i> (Perancangan)	2 poin	1. Melakukan kontrol kelembaban dan gunakan jendela yang dapat menyesuaikan dengan suhu lingkungan. 2. Memasang sistem pengontrol suhu dan kelembaban yang permanen.	Menciptakan suhu dan kelembaban yang nyaman dengan merancang kulit bangunan dan sistem HVAC untuk mendapatkan kenyamanan yang diharapkan.
<i>Daylight & views</i> (Perancangan)	2 poin	1. Mencapai faktor <i>daylight</i> minimum, 2%, pada 75% ruangan. 2. Mendapatkan pandangan langsung ke arah luar melalui kaca untuk 90% ruang.	1. Strategi mempertimbangkan orientasi bangunan, menambah perimeter bangunan, <i>shading device</i> pada interior dan eksterior, kaca dengan performa yang tinggi, dan sensor cahaya yang terintegrasi. 2. Merancang bangunan untuk memaksimalkan pandangan/penglihatan ke arah luar.
Total poin	15 poin	*beberapa istilah asing dapat dilihat pada daftar istilah hal xvi	

Tabel 3.6 LEED-NC 2.1 *Indoor environmental quality*
Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation Versi 2.1, November 2002

6. Innovation & Design Process

KRITERIA	KREDIT	SYARAT	STRATEGI
<i>Innovation in Design</i> (Perancangan)	1-4 poin	Identifikasi tujuan dari inovasi yang dilakukan dan strategi yang akan diterapkan pada rancangan bangunan.	Inovasi yang dapat dilakukan seperti performa akustik, pendidikan pada penghuni bangunan, atau analisis daur ulang pada pemilihan material.
LEED Accredited Professional	1 poin	Paling tidak satu orang dari tim perancangan dapat menyelesaikan LEED <i>Accredited Professional Exam</i> .	Mengikuti pelatihan dan <i>workshop LEED Accredited Professional</i> . Pelajari referensi mengenai LEED.
Total poin	5 poin	*beberapa istilah asing dapat dilihat pada daftar istilah hal xvi	

Tabel 3.7 LEED-NC 2.1 *Innovation & design process*
Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation Versi 2.1, November 2002

Sertifikasi bangunan dibagi ke dalam empat tingkatan sesuai dengan rentang perolehan poin seperti di bawah ini:

Certified 26-32 poin **Silver** 33-38 poin **Gold** 39-51 poin **Platinum** 52-69 poin

3.3 Preseden : Sidwell Friends Middle School

3.3.1 Data Umum Bangunan

Nama Proyek	: Sidwell Friends Middle School
Lokasi	: Washington, DC United States
Tipe bangunan	: Institusi pendidikan tiga lantai
Pemilik	: Sidwell Friends School
Arsitek	: KieranTimberlake Associates, LLP
Luas	: 72.200 kaki ² (6671 m ²)
Masa konstruksi	: Selesai September 2006



Gambar 3.5 Sidwell Friends Middle School

Sumber: <http://www.aiatopten.org/hpb/overview.cfmProjectID=775\images.htm>

Sidwell Friends School merupakan sebuah institusi pendidikan untuk *pre-kindergarten* hingga kelas 12. Konsep bangunan diambil berdasarkan filosofi *Quaker*, sebuah merek dagang dengan dedikasi untuk ‘mengurus’ lingkungan. Ketika dewan pengurus Sidwell merencanakan untuk memperluas *Middle School*, *green Building* menjadi sebuah motivasi bagi sekolah untuk meningkatkan kurikulum dengan perhatian pada lingkungan dan memperkuat hubungan pada nilai-nilai *Quaker*. Proyek meliputi renovasi bangunan berusia 55 tahun dengan luas 33.500 kaki² (3.095 m²) ditambah dengan bangunan baru seluas 39.000 kaki²

(3.603 m²). Bangunan tiga lantai selesai pada tahun 2006 dan dapat menampung 350 siswa/siswi²⁵.

3.3.2 Analisa Bangunan

Proses rancangan dimulai dengan membuat *master plan* secara keseluruhan, yang memperbolehkan tim perancang untuk melihat aspek kurikulum, sosial, fisik dari institusi ini. Selama proses ini konsep *stewardship* mulai dijadikan prinsip pedoman. Untuk mencapai tujuan bangunan yang berwawasan lingkungan, beberapa tim konsultan dipekerjakan seperti konsultan *green building*, arsitek *landscape*, konsultan *constructed wetland*, konsultan pencahayaan, dan insinyur elektrik, mekanikal, dan pemipaan. Untuk mencapai tujuan yang maksimal *commissioning* tambahan juga ikut dipekerjakan.

3.3.2.1 Lahan dan Lingkungan



Gambar 3.6 Site plan & existing plan Sidwell

Sumber: <http://www.aiatopten.org/hpb/overview.cfmProjectID=775images.htm>

²⁵ <http://www.sidwell.edu>

Tim perancang melakukan analisa dengan sangat teliti terhadap konteks regional dan ekologi pada lahan dengan tujuan untuk menghidupkan kembali hubungan antara geologi, batas air, dan habitat. Letak bangunan ini berada pada bukit dekat titik tertinggi pada distrik Columbia, di antara dua batas air yang mengalir ke Sungai Potamac. Hal ini menyebabkan pengelolaan air dan pengembangan *landscape* menjadi pusat untuk meningkatkan makna hubungan antara bangunan dengan komunitas.

Jalur masuk utama dilengkapi dengan jalur untuk orang cacat, yang juga berfungsi untuk jalur naik dan turun mobil, dan memberikan kesan menyambut kepada lingkungan sekitar. Sebagai bagian dari pengembangan *landscape*, lahan milik bangunan sekitar hingga ke utara lahan direvitalisasi dengan menanam vegetasi untuk memasukkan lingkungan alami ke dalam lingkungan komunitas. Lokasi bangunan dekat dengan pemberhentian subway dan bus, dan juga dilengkapi dengan tempat penyimpanan sepeda, sedangkan parkir untuk kendaraan bermotor diletakkan di bawah tanah.

Sustainable Strategies

- **Evaluasi properti**
Mempertimbangkan properti untuk diintegrasikan dengan komunitas lokal dan koridor transportasi.
- **Perencanaan yang bertanggung jawab**
Memastikan pengembangan sesuai dengan perencanaan lokal/regional.
- **Mendukung kebutuhan transportasi**
Mengembangkan rancangan dengan mengutamakan jalur pejalan kaki daripada jalur kendaraan bermotor, menyediakan ruang untuk mandi dan ganti pakaian bagi pengendara sepeda, menyediakan tempat penyimpanan sepeda, dan menyediakan akses transportasi umum.
- **Peluang memilih properti**
Memilih lahan yang siap dibangun untuk pengembangan baru.

- **Menjaga keragaman hayati**



Gambar 3.7 Green roof sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Pada *green roof* ditanami lebih dari 20 species tanaman seperti *sunflower*, *goldenrod*, dan *virginia bluebells*. Beberapa jenis hewan dapat berkembang biak di sini seperti burung dan serangga.

- **Membangun *wetland***



Gambar 3.8 Constructed wetland
Sumber: www.sidwell.edu

Sebelumnya *wetland* ini merupakan tempat parkir dan halaman berumput. Kini terdapat *wetland* yang berisi tanaman seperti *iris*, *cattail*, *bullrush*, *sensitive fern*, *soft rush*, *knotted spike rush*, dan *horsetail*.

- **Membuat kolam biologi**



Gambar 3.9 Biology pond
Sumber: www.sidwell.edu

Terdapat berbagai jenis tanaman air seperti *lilies*, *water shields*, *pickerel rushes*, dan *arrowheads*. Berbagai jenis hewan juga ada disini seperti burung, capung, serangga air, dan mikroorganisme.

- **Memasang pemantau cuaca**



Gambar 3.10 Weather station
Sumber: www.sidwell.edu

Pemantau cuaca ini mengumpulkan data dari berbagai parameter cuaca seperti suhu, kelembaban, tekanan angin, pengendapan, intensitas cahaya matahari, kecepatan dan arah angin.

- **Menanam berbagai jenis tanaman**

Pada halaman bangunan ditanami berbagai macam jenis pepohonan, bunga, dan paku-pakuan seperti *cattail*, *red mapple*, *sassafras*, *oxeye*



Gambar 3.11 Native plantings
Sumber: www.sidwell.edu

sunflower, *milkweed*, dan *turtle head*. Berbagai jenis tanaman dapat menciptakan lingkungan alami bagi serangga, burung, dan hewan lainnya.

3.3.2.2 Efisiensi Air

Bangunan terletak pada batas Dataran tinggi Piedmont. Pada bagian lereng terdapat taman rock creek, sebuah taman umum yang indah yang memiliki tanaman dengan species yang langka. Sekeliling bangunan yang pada awalnya hanya berupa padang rumput ditanami dengan berbagai jenis species tanaman hingga mencapai 80 jenis species. Tujuan dari master plan ini adalah untuk mengintegrasikan kegiatan pendidikan pada *landscape* bangunan dan menyediakan tempat untuk individu ataupun pertemuan berkelompok.

Untuk mengurangi pengaliran air hujan strategi yang dilakukan adalah menggunakan *green roof* dan *constructed wetland*. Strategi ini juga dapat memperbaiki kualitas air yang dialirkan sehingga dapat mengurangi penggunaan air dari perusahaan lokal. Proses pengaliran air dapat dialihkan dari area *paving* dan berumput menuju ke area yang memiliki penyaring sehingga partikel-partikel padat yang tidak dibutuhkan dapat tersaring. Untuk mengurangi pengaliran air, tim proyek juga mengurangi area *paving* dengan meletakkan area parkir di bawah tanah.

Tim proyek mempertimbangkan penggunaan mesin untuk penyaring air buangan yang nantinya digunakan untuk *flush toilet* dan *cooling tower*. Berikut ini data penggunaan air per tahun:

- Penggunaan air bersih dalam bangunan: 465.000 galon/tahun.
- Penggunaan air bersih luar bangunan: 0 galon/tahun.
- Total penggunaan air bersih: 465.000 galon/tahun atau 1.760.000 galon/tahun.

Sustainable Strategies

- Merancang sistem *green roof*



Gambar 3.12 Green roof (air) Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Pada *green roof* ditanami tumbuhan khusus yang menutupi sebagian besar atap untuk menyerap air hujan. Air resapan ini akan diolah dan digunakan kembali untuk keperluan *flush toilet*.

- Pendidikan mengenai konservasi air

Memberikan pendidikan kepada pengelola bangunan dan pekerja mengenai konservasi air.

- Menanami vegetasi alami



Gambar 3.13 Basement tank & filters Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Tanaman asli dipilih untuk mengurangi kebutuhan irigasi yang akan menghemat energi dan air. Melalui *water-efficient landscaping* dan reklamasi air, sekolah ini dapat mengurangi penggunaan air hingga 93%.

- Menggunakan peralatan yang menggunakan sedikit air

Menggunakan keran dengan sistem pengontrol otomatis untuk peralatan di kamar mandi.

- Pengelolaan air hujan



Gambar 3.14 Biology pond (air) Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Kolam ini berisi air hujan yang dialirkan dari atap. Air hujan yang mengenai bidang miring pada atap turun melalui pipa yang berada di sudut bangunan. Air ini berhubungan dengan sistem riam yang kemudian dialirkan menuju *biology pond*.

Air hujan olahan akan digunakan untuk keperluan bangunan dan menyaringnya untuk *cooling tower*.

- **Pengelolaan limbah cair**



Gambar 3.15 Settling tank Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Settling tank terletak dibawah penutup manhole di bagian depan bangunan. Tangki ini menampung limbah cair dan padat dari semua bak cuci dan toilet, kecuali bak cuci dari tempat penelitian yang mengandung zat-zat kimia yang dapat mencemari lingkungan.

- **Merancang wetland**



Gambar 3.16 Constructed wetland (air) Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Setelah air disaring melalui settling tank, bebas dari limbah padat, air dipompakan menuju *wetland*. Air kemudian bersirkulasi melalui *wetland* beberapa kali dimana matahari, tanah, mikroorganisme, dan udara bersih

membersihkan air. Air menyediakan oksigen bagi bakteri untuk bernafas sehingga mereka dapat memakan partikel-partikel kimia yang berbahaya.

- **Merancang tangki pengolahan air**



Gambar 3.17 Basement tank & filters Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Setelah keluar dari *wetland*, air dialirkan melalui tiga saringan yang berbeda di ruang bawah tanah. Kemudian ke dalam air disuntikkan cairan biru untuk menjadikannya air bersih (tetapi tidak dapat diminum). Lalu air digunakan

kembali pada toilet, urinal, dan *cooling tower*.

3.3.2.3 Energi

Model bangunan yang dibuat dengan komputer memperkirakan dalam operasional dapat mengurangi 60% kebutuhan energi. Tim perancang berusaha untuk meminimalkan panas dan kelembaban yang menyebabkan suhu ruangan menjadi tidak nyaman tanpa *air conditioning*. Strategi yang

dilakukan adalah menggunakan *shading device*, penyerap sinar matahari langsung, dan sistem ventilasi mekanikal.

Penyaring sinar matahari pada bagian luar bangunan berfungsi untuk menyeimbangkan suhu dan memaksimalkan cahaya yang masuk ke dalam bangunan. Pada bagian utara tidak dipasang penyaring matahari, sedangkan pada bagian selatan dipasang secara horizontal. Pada bagian barat dan timur terdapat *shading device* dipasang secara vertikal dan dengan sudut 51° pada arah barat laut untuk mengurangi penyerapan panas dan memaksimalkan pencahayaan alami pada sore hari.

Di belakang kayu yang berfungsi sebagai *shading device* terdapat kayu yang berfungsi menahan air hujan tetapi masih memungkinkan masuknya udara ke dalam ruangan. Sebagai tambahan, performa dinding, atap, dan jendela lebih baik 200% dari standar minimum dari ASHRAE dan juga vegetasi pada atap dapat menciptakan daerah bayangan dan meningkatkan isolasi pada atap.

Efisiensi pencahayaan yang tinggi dapat mengurangi penggunaan listrik. Terdapat sensor yang memastikan pencahayaan yang menggunakan listrik mati ketika ruangan kosong dan juga penggunaan pencahayaan listrik hanya ketika cahaya yang masuk ke ruangan tidak cukup. Rancangan lainnya yang dapat mengurangi penggunaan energi adalah cerobong penangkap cahaya matahari dan sel *photovoltaic* yang dapat menghasilkan energi listrik untuk 5% keperluan bangunan.

Sustainable Strategies

- *Light Shelves*



Gambar 3.18 Light shelves Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Penangkis cahaya yang berada di luar ruangan dirancang untuk menjaga suhu ruangan tetap dingin. Elemen ini diletakkan pada setiap bagian atas jendela dan dirancang untuk memantulkan cahaya matahari. Selain di luar ruangan, penangkis cahaya juga terdapat di dalam ruangan.

Peletakkannya juga pada bagian setiap bagian atas jendela tetapi memiliki fungsi yang berbeda. Elemen ini memanfaatkan cahaya yang masuk ke dalam ruangan dan menggunakannya sebagai pencahayaan alami. Ketika cahaya mengenai bagian atas elemen ini, cahaya dipantulkan ke dalam ruangan.

- **Pencahayaan alami untuk efisiensi energi**

Menggunakan jendela yang menghadap ke arah selatan untuk pencahayaan alami dan menggunakan jendela berukuran besar untuk memaksimalkan pencahayaan.

- **Sistem ventilasi**



Gambar 3.19 Low-e windows Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Kaca pada jendela memasukkan cahaya matahari sekaligus memantulkan panas. Terdapat dua kaca pada tiap jendelanya dan di antaranya terdapat gas argon yang juga membantu memantulkan panas.

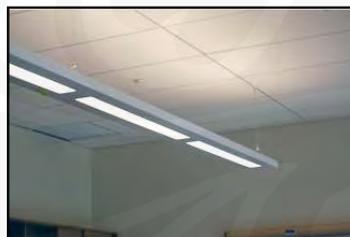
- **Non-solar cooling loads**



Gambar 3.20 Ceiling fan Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Menggunakan jendela yang dapat dibuka dan kipas angin pada langit-langit untuk menstabilkan temperatur dalam ruangan.

- **Kontrol pencahayaan**



Gambar 3.21 Photo sensor Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Menggunakan sensor untuk mengatur pencahayaan hanya pada saat di butuhkan.

- **Sistem pendingin**

Menggunakan sistem HVAC.

- **Heat recovery wheel**



Gambar 3.22 Heat recovery wheel Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Di basement dan atap terdapat *heat recovery wheel* di dalam mesin yang disebut *air handler*. Mesin ini memasukkan udara segar ke dalam bangunan tanpa menghabiskan banyak energi. Pada mesin bekerja dua sistem secara bersamaan, satu memasukkan udara ke dalam dan satu lagi mengeluarkan udara. Roda keramik di tengah-tengah pipa menyerap panas dan dingin dari udara yang keluar dari bangunan dan menggantinya dengan udara segar yang dimasukkan ke dalam bangunan. Pada musim panas proses ini dilakukan terbalik, sehingga dapat menghemat penggunaan energi.

- **Vertical Solar Fins**



Gambar 3.23 Vertical Solar Fins Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Vertical solar fins yang terbuat dari kayu pada sisi barat dan timur yang menghadap ruang kelas, digunakan untuk menciptakan daerah bayangan pada tengah hari hingga 3:30 pm. Kayu-kayu ini menjaga bangunan dari banyaknya cahaya dan panas dari matahari sore, dan juga dapat menghemat energi.

- **Photovoltaics**



Gambar 3.24 Photovoltaics panel Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Photovoltaic panels terletak pada atap bangunan. Panel ini terbuat dari material semikonduktor seperti silikon yang menghasilkan listrik dengan menyerap sinar matahari. Energi listrik yang dihasilkan dapat mencukupi 5% kebutuhan bangunan.

- **Green roof**



Gambar 3.25 Green roof (energi) Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Atap dapat menghemat energi dengan dua cara, yang pertama melindungi bangunan dari sinar ultra violet, sehingga membuat atap lebih tahan lama. Yang kedua dapat mengisolasi bangunan dari suhu dingin di musim dingin dan suhu panas di musim panas, sehingga dapat mengurangi kebutuhan energi panas dan dingin pada bangunan.

- **Reflective roof**



Gambar 3.26 Reflective roof Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Karena atap pada bangunan lama tidak cukup kuat untuk menahan *green roof*, material khusus pemantul cahaya dipasang. Keuntungan utama dari lapisan ini untuk menjaga suhu bangunan dan lingkungan sekitarnya.

- **Cooling tower**



Gambar 3.27 Cooling tower Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Dua *cooling tower* dapat mendinginkan air. Air dari *chiller* di *basement* dipompakan ke menara di atap. Di dalam menara, air dialirkan ke atas pipa dan mengembun. Air dingin yang berada dalam pipa akan dilairkan kembali ke *chiller*. Kipas angin yang berada dalam menara akan mempercepat proses pengembunan.

- **Solar Chimneys/Window Sensors**



Gambar 3.28 Solar Chimney Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Solar chimney adalah sebuah menara kaca kecil pada atap yang menarik udara dari ruang kelas di bawahnya melalui shaft vertikal. Ketika *solar chimney* beroperasi, pemanas dan pendingin ruangan mati, sehingga dapat menghemat energi dan menyediakan sirkulasi udara.

3.3.2.4 Material dan Sumbernya

Tim perancang menerapkan prinsip daur ulang dengan mempertimbangkan penggunaan kembali atau memindahkan tempat elemen bangunan, menambahkan skylight, dan menggunakan material linulium untuk lantai. Semua jendela pada bangunan lama sudah dipindahkan dan terbukti dapat meningkatkan performa bangunan.

Pada eksterior menggunakan material kayu *red cedar* berusia 100 tahun, *greenheart*, dan *decking*. Batu-batuan juga digunakan untuk membangun *wetland*, jalan, dan dinding pada bagian luar bangunan. Untuk bagian dalam bangunan juga diterapkan prinsip daur ulang dengan tingkat emisi kimia yang rendah dan dari sumber yang dapat diperbaharui, seperti lantai linulium, *agrifiber*, dan bambu.

Bangunan ini juga dilengkapi dengan tempat khusus daur ulang untuk material plastik, logam, kardus, dan kaca. Selama masa penghancuran bagian dalam bangunan lama, disediakan tiga buah wadah untuk memilih material yang dapat di daur ulang. Selama masa konstruksi, bahan-bahan sisa dikumpulkan dan dipindahkan dari area yang sedang dibangun untuk mengurangi sampah pada lahan. Beberapa *green products* yang digunakan antara lain: *Energy-Efficient Commercial Hydronic Boiler*, *Lighting Control Systems*, *Metal-Framed Prismatic Skylights*, *Natural Linoleum Flooring*, *PVC-free Thermoplastic Olefin Interior Shade Screening*, *Recycled-Rubber Athletic Flooring*.

Bangunan dirancang untuk jangka waktu 40-50 tahun ke depan sebelum renovasi harus dilakukan. Jumlah kolom diusahakan seminimal mungkin untuk menciptakan ruangan yang luas untuk membentuk program ruang yang baru di kemudian hari. Langit-langit ruangan dibuat tinggi dan menggunakan partisi-partisi untuk kebutuhan lainnya. Untuk kebutuhan di masa depan, bangunan dapat dirubah tanpa mengubah struktur utamanya.

Sustainable Strategies

- Menggunakan konsep daur ulang untuk penggunaan material



Gambar 3.29 Material batu Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Semua batu yang digunakan untuk dinding wetland dan tangga merupakan batu daur ulang. Batu-batu ini berasal dari Pennsylvania, New York, dan New Jersey yang diangkut dengan kereta api.



Gambar 3.30 Material logam Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Balok baja dan tulangan pada beton dibuat dari logam daur ulang. 11% dari keseluruhan material bangunan terbuat dari sumber yang di daur ulang.



Gambar 3.31 Ceiling tiles Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Material untuk langit-langit terbuat dari kertas daur ulang dari koran bekas.



Gambar 3.32 Carpet tiles Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Material karpet yang digunakan pada ruang perpustakaan dan beberapa kelas terbuat dari serat *fiber* daur ulang.



Gambar 3.33 Kayu Wine Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Kulit dan sirip pada sisi bangunan dibuat dari daur ulang tempat penyimpanan wine dan jus anggur yang terbuat dari kayu pohon cedar. Tempat penyimpanan dibuat pada tahun 1940 di Pennsylvania. 30.000 papan digunakan untuk kulit bangunan.

Dengan menggunakan kembali tempat penyimpanan *wine* dapat mengurangi pembuangan sampah pada lahan dan juga konservasi sumber daya alam.

- **Pemilihan material pada sumber yang cepat berproduksi kembali**



Gambar 3.34 Pintu bambu Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Pintu-pintu untuk ruang dalam terbuat dari material bambu. Alasan pemilihan material ini adalah bambu adalah jenis tanaman dari sumber yang terbarukan dan cepat berproduksi kembali.

- **Perencanaan ketahanan material (pengaturan peletakannya)**



Gambar 3.35 Decking Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Menggunakan kayu green heart yang berasal dari pohon di Venezuela. Kayu jenis ini lebih kuat dari kebanyakan kayu lainnya dan tahan dari kebusukan dan pelapukan. Karena daya tahannya, kayu ini digunakan pada jalur jalan luar dan lantai pada lobi.

- **Prinsip daur ulang pada pemakai bangunan**

Memberikan peraturan pada pemakai bangunan untuk menerapkan konsep daur ulang.

- **Menggunakan material yang tidak menghasilkan racun**



Gambar 3.36 Cabinet Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu



Gambar 3.37 Lantai linoleum Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Kabinet terbuat dari dedak gandum, ranting, dan dedaunan. Yang paling penting lem yang digunakan untuk membentuk kabinet ini berbahan dasar air dan tidak mengandung zat-zat kimia yang menghasilkan racun.

Material lantai menggunakan linoleum karena tidak menghasilkan zat kimia berbahaya dan dapat bertahan hingga 40 tahun atau lebih.

3.3.2.5 Kualitas Pencahayaan dan Pengudaraan Dalam Ruangan

Bangunan menggunakan pencahayaan alami dan pencahayaan buatan apabila diperlukan. Pencahayaan buatan menggunakan lampu pijar. Pencahayaan langsung dan tidak langsung digunakan pada kelas, koridor, dan kantor. Penggunaan sensor juga dilakukan pada tiap-tiap ruangan untuk mematikan lampu ketika tidak ada pemakai ruangan dan menhidupkan lampu ketika pencahayaan alami tidak mencukupi.

Penggunaan jendela yang dapat dibuka, *skylights*, dan kipas angin di langit-langit dapat mengurangi penggunaan *air conditioning*. *Solar chimneys* dengan kaca yang menghadap ke arah selatan menjadi ventilasi yang pasif. Kaca yang terkena panas pada atas *chimney*, membuat terjadinya proses konveksi yang mengalirkan udara segar melalui jendela yang terbuka pada sisi utara. Sistem ventilasi mekanik pada bangunan memanfaatkan *air-handling unit* untuk mengalirkan udara segar melalui jendela yang terbuka. Bangunan juga menggunakan sistem otomasi bangunan yang akan menghentikan penggunaan pemanas dan pendingin ruangan ketika jendela terbuka.

Sustainable Strategies

- **Kenyamanan penglihatan dan kulit bangunan**

Menggunakan jendela yang besar, langit-langit yang tinggi, dan *skylight* untuk memaksimalkan pencahayaan alami pada ruangan.



Gambar 3.38 Jendela yang dapat dibuka Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu



Gambar 3.39 Pencahayaan alami Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Bangunan Sidwell membiarkan banyak udara segar masuk dari lingkungan luar. Setiap bangunan mempunyai jendela yang dapat dibuka. mengeluarkannya kembali.

Untuk memaksimalkan pencahayaan alami, dinding ruang kelas dan koridor mempunyai jendela yang besar. Di beberapa ruang terdapat *skylight*. Di sepanjang sisi selatan bangunan terdapat penangkis cahaya mencegah suhu bangunan menjadi panas ketika musim panas, tetapi tetap menangkap pencahayaan alami yang mengurangi penerangan buatan.

- **Kenyaman penglihatan dan rancangan ruang dalam**

Menggunakan cat warna putih agar dapat memantulkan cahaya.

- **Kenyamanan penglihatan dan sumber cahaya buatan**



Gambar 3.40 Lampu pijar Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Menggunakan lampu pijar dan menggunakan sensor penerangan.

- **Mengurangi pencemaran dalam ruangan**



Gambar 3.41 Walk-off mats Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

Di setiap jalan masuk terdapat jalur jalan yang terbuat dari metal yang mengambil debu, air, dan polutan lainnya dari sepatu kita. Hal ini membuat udara di dalam bangunan lebih bersih dan menunjang kesehatan pengguna bangunan. Jalur jalan

metal ini dibersihkan setiap hari di luar ruangan.



Gambar 3.42 Low-VOC materials Sidwell
Sumber: www.sidwell.edu

VOC (Volatile Organic Compounds) adalah gas yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti sakit kepala, mual, dan pusing. VOC ini berasal dari cat dinding, perekat, dan karpet. Bangunan Sidwell menggunakan

material yang menghasilkan jumlah VOC yang sangat rendah.



Gambar 3.43 Pengontrol CO₂ Sidwell
 Sumber: www.sidwell.edu

Terdapat pemantau CO₂ di setiap ruangan. Sistem mekanis bangunan akan menyediakan udara segar tambahan berdasarkan pantauan dari alat ini. Ketika terdapat banyak orang di dalam sebuah ruangan, tingkat CO₂ akan meningkat, lalu udara segar akan dialirkan ke dalam ruangan.

- **Membuat aturan dalam bangunan**

Membuat aturan untuk tidak merokok dalam bangunan.

3.3.2.6 Inovasi dalam Proses Perancangan

KRITERIA	KETERANGAN
<i>Innovation & design process</i>	
<i>Innovation in design</i>	Pendidikan mengenai green building.
<i>Innovation in design</i>	Environmental Stewardship Committee.
<i>Innovation in design</i>	Efisiensi penggunaan air lebih dari 30%.
<i>Innovation in design</i>	Penggunaan material lokal lebih dari 20%.
LEED Accredited Professional	Tim perencana dan perancang sudah mendapatkan pelatihan dari LEED Accredited Professional.

Tabel 3.8 LEED-NC LEED (*innovation & design process*) Sidwell
 Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation Versi 2.1, November 2002

3.2.7 Sertifikasi Bangunan dengan LEED-NC 2.1

KRITERIA	KREDIT
Sustainable Site	
<i>Erosion & sedimentation control</i>	√
<i>Site selection</i>	1 poin
<i>Development density</i>	1 poin
<i>Brownfield development</i>	-
<i>Alternative transportation</i>	2 poin
<i>Reduced site disturbance</i>	2 poin
<i>Stormwater management</i>	2 poin
<i>Heat island effect</i>	2 poin
<i>Light pollution reduction</i>	-
	11 poin

KRITERIA	KREDIT
Water Efficiency (WE)	
<i>WE landscaping</i>	2 poin
<i>Innovative wastewater tech</i>	1 poin
<i>Water use reduction</i>	2 poin
	5 poin

KRITERIA	KREDIT
Energy & Atmosphere	
<i>Fundamental building Systems commissioning</i>	√
<i>Minimum energy performance</i>	√
<i>CFC reduction in HVAC&R equipment</i>	√
<i>Optimize energy performance</i>	10 poin
<i>Renewable energy</i>	1 poin
<i>Additional commissioning</i>	1 poin
<i>Ozone depletion</i>	1 poin
<i>Measurement & verification</i>	-
<i>Green power</i>	-
	13 poin

KRITERIA	KREDIT
Material & Resources	
<i>Storage & collection of recyclables</i>	√

<i>Building reuse</i>	-
<i>Construction waste management</i>	1 poin
<i>Resource reuse</i>	1 poin
<i>Recycled content</i>	2 poin
<i>Local / regional materials</i>	2 poin
<i>Rapidly renewable materials</i>	1 poin
<i>Certified wood</i>	1 poin
	8 poin

KRITERIA	KREDIT
Indoor Environmental Quality	
<i>Minimum Indoor Air Quality (IAQ) performance</i>	√
<i>Environmental Tobacco Smoke Control</i>	√
<i>CO2 Monitoring</i>	1 poin
<i>Ventilation effectiveness</i>	1 poin

<i>Construction IAQ Management plan</i>	2 poin
<i>Low-emitting materials</i>	4 poin
<i>Indoor chemical & Pollutant source control</i>	1 poin
<i>Controllability of systems</i>	2 poin
<i>Thermal comfort</i>	2 poin
<i>Daylight & views</i>	2 poin
	15 poin

KRITERIA	KREDIT
Innovation & design process	
<i>Innovation in design</i>	1 poin
<i>LEED Accredited Professional</i>	1 poin
	5 poin
TOTAL POIN	57 poin PLATINUM

Tabel 3.9 LEED-NC Sidwell Friends Middle School
 Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation Versi 2.1, November 2002

3.3.3 Kesimpulan Preseden

Sidwell Friends Middle School	<i>Sustainable site</i>	<i>Water efficiency</i>	<i>Energy & atmosphere</i>	<i>Material & resources</i>	<i>Indoor environmental quality</i>	<i>Innovation & design process</i>
Strategi perancangan	<p>1. Pemilihan lahan yang tepat. Pertimbangkan peruntukan lahan dan lokasi</p> <p>2. Pengelolaan air pada lingkungan: - <i>constructed wetland</i> - <i>green roof</i> - <i>biology pond</i></p> <p>Memasang conblock atau area berbatu - perancangan lansekap</p> <p>3. Mengurangi interfensi pada lahan: - parkir bawah tanah - fasilitas parkir bersama</p> <p>4. Mengurangi <i>heat island effect</i>: - <i>green roof</i> - material atap dengan tingkat albedo yang tinggi.</p>	<p>1. Menampung & mengolah air hujan: - <i>constructed wetland</i> - <i>green roof</i> - <i>biology pond</i></p> <p>2. Pengolahan air buangan: - <i>settling tank</i> tangki penampungan dan sistem saringan</p>	<p>1. Menghasilkan energi aktif: - <i>photovoltaic</i></p> <p>2. Mengurangi penggunaan energi aktif: - <i>reflective roof</i> - <i>solar chimney</i> - <i>cooling tower</i> - <i>green roof</i> - <i>vertical solar fins</i> - <i>light shelves</i> - <i>heat recovery wheel</i></p> <p>3. Mengurangi penipisan lapisan ozon: - Menggunakan alat pendingin dan sistem pemadam kebakaran yang tidak mengandung HCVC dan halon</p>	<p>Penggunaan material sisa bekas: - batu-batuan untuk lansekap - kayu bekas untuk <i>vertical solar fins</i> dan pintu - logam-logam sisa untuk tulangan beton</p> <p>2. Penerapan konsep daur ulang: - langit-langit yang terbuat dari koran bekas - karpet dari serat fiber</p> <p>3. Penggunaan bambu</p> <p>4. Pengaturan letak material</p>	<p>1. Memaksimalkan pencahayaan & pengudaraan alami: merancang banyak jendela yang besar dan lebar.</p> <p>2. Mengurangi pencemaran dalam ruangan: - <i>Walk-off mats</i> - penggunaan bahan & material yang tidak mengandung VOC</p> <p>3. Memasang alat pemantau CO2</p>	<p>1. Pendidikan mengenai <i>green building</i> untuk penghuni bangunan</p> <p>2. Environmental Stewardship Committee</p> <p>3. Efisiensi penggunaan air lebih dari 30%</p> <p>4. Penggunaan material lokal lebih dari 20%.</p> <p>5. Rancangan khusus seperti sistem akustik yang baik</p> <p>6. Tim perencana dan perancangan mendapatkan pendidikan dari LEED accredited professionals.</p>

Tabel 3.10 Kesimpulan preseden
Sumber: hasil analisa & olahan penulis (2008)

3.4 Green Building Council of Indonesia²⁵

Indonesia merupakan negara yang ikut berpartisipasi dalam menangani masalah lingkungan dunia. Hal ini dibuktikan dengan aktifnya Indonesia dalam konferensi-konferensi tingkat dunia dan yang terakhir sebagai penyelenggara untuk konferensi masalah perubahan iklim di Bali. Tetapi untuk pembangunan berkelanjutan bisa dikatakan



Gambar 3.44 Logo GBC-Indonesia
Sumber: www.gbcindonesia.org

Indonesia terlambat bila dibandingkan dengan negara-negara tetangga seperti Singapore, Malaysia, Thailand, Philippine, dan Vietnam yang telah lebih dahulu memiliki badan atau organisasi yang menangani pembangunan ramah lingkungan ini. Tetapi istilah 'lebih baik terlambat daripada tidak sama sekali' memang dilakukan Indonesia dengan mendirikan Green Building Council of Indonesia baru-baru ini.

Latar Belakang Berdirinya Green Building Council of Indonesia



Gambar 3.45 Kantor GBC-Indonesia
Sumber: Dokumentasi pribadi (2008)

Seperti Green Building Council lainnya, GBC-Indonesia adalah organisasi non profit yang berkomitmen penuh untuk menerapkan dan mengembangkan prinsip *green building* di Indonesia. Organisasi ini akan didukung oleh kalangan profesional bidang konstruksi, pemerintah, lembaga non pemerintah, Institusi dan pemerhati lingkungan yang akan berkolaborasi membangun Indonesia ke arah yang lebih tanggap lingkungan, *sustainable* dan melestarikan lingkungan untuk kepentingan masa depan.

Perjalanan Perintisan GBC-Indonesia di mulai sejak 24 agustus 2007 dengan adanya Seminar Pemanasan Global di Merchantile International yang diadakan oleh Collier International dan Seminar Global Climate Change di Bali 3-14 Desember 2007. Pertemuan di Merchantile bulan Desember 2007 mulai dicanangkan akan

²⁵ <http://www.gbcindonesia.org>

dibentuk GBC-Indonesia. Pada tanggal 12 Maret 2008 ditentukan sekretariat sementara di JL.Ciputat Raya no 12a Pondok Pinang Kebayoran Lama Jakarta Selatan.

Visi dan Misi

Visi organisasi ini adalah mengembangkan penerapan bangunan yang berwawasan lingkungan (*sustainable building*) di Indonesia dengan mengacu pada praktek 'green building' dan mempertimbangkan aspek nilai ekonomis (*market value*). Meningkatkan kesadaran akan kelestarian lingkungan alam sekitar dengan merubah cara kerja dengan memakai pemahaman *green building* baik dalam merencanakan, membangun, maupun memelihara.

Misi didirikan organisasi ini adalah:

1. Mempromosikan penerapan *green building* di sektor properti di Indonesia baik dalam mendesain, pelaksanaan, operasional maupun masa pemeliharaan dengan membuat *guidelines*,
2. Melakukan sertifikasi gedung melalui LEED Indonesia dengan menerapkan *rating system*,
3. Memberikan informasi dan meningkatkan pengetahuan seputar *green building* melalui seminar, training maupun pelatihan,
4. Membantu industri melakukan standar yang ramah lingkungan.

Core Founder

Organisasi ini terbentuk dari beberapa pihak yang memiliki latar belakang disiplin ilmu yang berbeda, dan untuk saat ini secara sukarela. Dan bagi pihak lain yang ingin bergabung dapat menjadi *core founder* organisasi ini. Sampai saat penulisan ini (Juni 2008) sudah terdaftar 52 orang yang menjadi *core founder*. Syarat untuk menjadi *Core Founder* adalah :

- Menjadi *lifetime member*
- Namanya dicantumkan didalam notaris pendirian
- Siap mendapat tugas untuk membangun GBC Indonesia dan berperan secara aktif
- Memberikan kontribusi *fee* Rp 4.000.000,- (Empat juta rupiah) kepada organisasi untuk keperluan pendirian.

Untuk menjadi *Core Founder* diharapkan yang mempunyai keahlian atau pengalaman seputar bangunan (properti) dengan segala dampak lingkungannya. Core Founder diharapkan berlatar belakang pendidikan atau pengalaman:

- Arsitektur
- Struktur
- Landscape
- Mekanikal & elektrik
- Penanganan Limbah
- Teknik Penyehatan Lingkungan
- Tata Kota
- Interior
- *Building Maintenance*
- Teknik Kimia
- Berbagai keahlian seputar property, dampak lingkungan, dll.

3.5 LEED pada Negara Asia (India)

Seperti yang sudah dibahas pada subbab 3.2, bahwa LEED banyak diadopsi oleh negara lain yang sudah memiliki Green Building Council. Dari sekian banyak negara yang sudah menggunakan LEED, penulis memilih negara India. Berdasarkan wawancara penulis kepada pihak Green Building Council of Indonesia, ada kemungkinan Indonesia akan berpedoman pada LEED yang sudah diolah dan disusun kembali oleh Indian Green Building Council. Walaupun rencana ini belum pasti, tetapi Indonesia akan segera mengadopsi LEED dan akan disesuaikan dengan keadaan di Indonesia. Tujuan dari pembahasan bab ini adalah ingin mengamati penyesuaian apa yang dilakukan oleh India untuk menghasilkan LEED versi sendiri dan apakah terdapat poin-poin yang dikurangi atau ditambahkan. Berikut ini adalah tabel LEED-NC India dari hasil perbandingan dengan LEED-NC 2.1 versi U.S. Green Building Council.

Sustainable Site (Max 12 Points)			
Prerequisite	Erosion & Sedimentation Control	Required	
Credit 1	Site selection	1	
Credit 2	Urban Redevelopment	Not applicable	Propose to exclude in LEED-INDIA
Credit 3	Brownfield Redevelopment	1	
Credit 4.1	Alternative Transportation, Public Transportation Access	1	
Credit 4.2	Alternative Transportation, Bicycle storage and changing Rooms	Not applicable	Propose to exclude in LEED-INDIA
Credit 4.3	Alternative Transportation, Alternative Fuel Vehicles	1	2-stroke engine operated two wheelers have been included
Credit 4.4	Alternative Transportation, Parking Capacity	1	
Credit 5.1	Reduced site disturbance, protect or restore open space	1	
Credit 5.2	Reduced site disturbance, Development footprints	1	
Credit 6.1	Stormwater management, rate and quantity	1	
Credit 6.2	Storm water management, treatment	1	
Credit 7.1	Landscape and Exterior design to reduce heat islands, nonroof	1	
Credit 7.2	Landscape and Exterior design to reduce heat islands, roof	1	
Credit 8.0	Light pollution reduction	1	
Water Efficiency (Max 8 points)			
Credit 1.1	Water efficient landscaping, reduce by 50%	1	
Credit 1.2	Water efficient landscaping, no potable use or no irrigation	1	
Credit 2.0	Innovative wastewater technologies	1	
Credit 3.1	Water use reduction, 20%	1	
Credit 3.2	Water use reduction, 30%	1	
Credit 3.3	Water use reduction, 40%	1	New Credit point
Credit 4.1	Reduction in potable water use for Air-conditioning applications: 75%	1	New Credit
Credit 4.2	Reduction in potable water use for Air-conditioning applications: 75%	1	New Credit
Energy & Atmosphere (Max 17 points)			
Prerequisite1	Fundamental Building Systems Commissioning	Required	
Prerequisite2	Minimum Energy performance	Required	
Prerequisite3	CFC reduction in HVAC & R equipment	Required	
Prerequisite4	Emission reduction from own captive power plants	Required	New Prerequisite
Credit 1	Optimise energy performance	10	
Credit 2.1	Renewable Energy, 5%	1	
Credit 2.2	Renewable Energy, 10%	1	
Credit 2.3	Renewable Energy, 30%	1	
Credit 3.0	Additional commissioning	1	
Credit 4.0	Ozone depletion	1	
Credit 5.0	Measurement & Verification	1	
Credit 6.0	Green Power	1	Investment made on Green Power would be considered for awarding point
Materials & Resources (Max 13 points)			
Prerequisite1	Storage and collection of recyclables	Required	
Credit 1.1	Building reuse, maintain 75% of existing wall	1	
Credit 1.2	Building reuse, maintain 100% of shell	1	
Credit 1.3	Building reuse, maintain 100% shell & 50% non-shell	1	
Credit 2.1	Construction waste management, Divert 50%	1	
Credit 2.2	Construction waste management, Divert 50%	1	
Credit 3.1	Resource Reuse, Specify 5%	1	
Credit 3.2	Resource Reuse, Specify 10%	1	
Credit 4.1	Recycled Content	1	
Credit 4.2	Recycled Content	1	
Credit 5.1	Local/Regional Materials, 10% Manufactured locally	1	
Credit 5.2	Local/Regional Materials, 50% Manufactured locally	1	
Credit 6.0	Rapidly renewable materials	1	
Credit 7.0	Certified wood	1	
Indoor Environmental Quality (Max 15 points)			
Prerequisite1	Minimum IAQ performance	Required	
Prerequisite2	Environmental Tobacco Smoke Control	Required	
Prerequisite3	Safety: construction and operation	Required	New Prerequisite
Credit 1	CO2 Monitoring	1	
Credit 2	Ventilation effectiveness	1	
Credit 3.1	Construction IAQ management plan, during construction	1	
Credit 3.2	Construction IAQ management plan, before occupancy	1	
Credit 4.1	Low emitting materials, adhesives & sealants	1	
Credit 4.2	Low emitting materials, paints	1	Exterior paints also included
Credit 4.3	Low emitting materials, carpet	1	
Credit 4.4	Low emitting materials, Composite Control	1	
Credit 5.0	Indoor Chemical & pollutant source Control	1	
Credit 6.1	Controllability of Systems, Perimeter	1	
Credit 6.2	Controllability of Systems, Non-Perimeter	1	
Credit 7.1	Thermal comfort, Comply with ASHRAE 55-1992	1	
Credit 7.2	Thermal comfort, Permanent monitoring System	1	
Credit 8.1	Daylight & Views, daylight 75% of spaces	1	
Credit 8.2	Daylight & Views, Views for 90% of spaces	1	
Innovation in design (Max 5 points)			
Credit 1.1	Innovation in design	1	
Credit 1.2	Innovation in design	1	
Credit 1.3	Innovation in design	1	
Credit 1.4	Innovation in design	1	
Credit 2	LEED accredited professionals	1	
Total Maximum Points		70	
Certified 27-33 points, Silver 34-39 points, Gold 40-52 points, Platinum 53-70 points			

Keterangan :

- Dihilangkan
- Diperbarui
- Kredit dan prasyarat baru

Tabel 3.11 LEED-NC India
Sumber: www.greenbusinesscentre.com

Negara India melalui India Green Building Council mengadopsi sistem *rating* dari U.S. Green Building Council yang kemudian disesuaikan dengan keadaan negara tersebut. Confederation of Indian Industry (CII) Godrej GBC menandatangani persetujuan dengan USGBC pada bulan November 2005. Pihak komite Green Building Council mengajukan beberapa perubahan terhadap LEED yang diadopsi seperti pada penjelasan di bawah ini:

1. Prasyarat baru :

i) *Emissions from Captive Power Generators*

Secara umum, bangunan-bangunan di India sudah memiliki sistem *captive power generator*. Untuk mengurangi dampak emisi sistem ini terhadap penghuni dan lingkungan sekitar, LEED India mengajukan hal ini sebagai prasyarat baru.

ii) *Safety*

LEED US tidak mencantumkan masalah keamanan sebagai salah satu prasyarat LEED karena masalah ini sudah diatur dalam peraturan konstruksi. LEED India mengajukan faktor keamanan sebagai salah satu prasyarat, baik selama masa konstruksi dan setelah bangunan ditempati. Tujuan dari penambahan prasyarat ini adalah untuk menciptakan citra bahwa *green building* juga merupakan bangunan yang aman.

2. Kredit baru :

i) *Potable Water Use Reduction*

Pada LEED US pengurangan kebutuhan air bersih hingga 20% akan mendapatkan 1 poin dan pengurangan hingga 30% akan mendapatkan 1 poin lagi. LEED India akan menambahkan 1 poin untuk rancangan bangunan yang dapat mengurangi kebutuhan air bersih hingga 40% atau lebih.

ii) *Potable Water Use Reduction for Air-Conditioning Applications*

LEED India menambahkan poin untuk pengurangan kebutuhan air bersih yang akan pada *air conditioning* (ac) dengan menggunakan air sisa buangan yang sudah didaur ulang. Pengurangan hingga 75% akan mendapatkan 1 poin dan pengurangan hingga 100% akan mendapatkan 1 poin tambahan.

3. Kredit yang diubah :

i) *Green Power*

Upaya untuk menerapkan sistem green power dapat dilakukan sendiri oleh pemilik bangunan tanpa memerlukan badan atau organisasi khusus.

ii) *Cooling towers*

Fasilitas untuk melakukan tes pada *cooling towers* sudah terdapat di India, sehingga tidak diperlukan badan atau organisasi khusus.

iii) *Low VOC Paints*

Pada LEED US, penggunaan *low voc paints* hanya pada dalam ruangan. Sedangkan LEED India mengajukan usulan untuk penggunaan *low voc paints* pada dalam dan luar ruangan.

iv) *Development Density*

Pada LEED US, pembangunan difokuskan pada sarana infrastruktur yang sudah ada. Sedangkan LEED India memprioritaskan pembangunan pada daerah yang jauh dari sarana infrastruktur.

v) *Alternative transportation, Parking capacity*

Tempat parkir lebih diutamakan pada kendaraan roda dua.

Dari pembahasan di atas dapat dilihat bahwa suatu negara yang akan mengadopsi LEED harus menandatangani kesepakatan dengan U.S. Green Building Council. Tiap negara harus mempunyai lembaga/badan/organisasi yang mengatur sosialisasi pembangunan yang berkelanjutan ini, misalnya Green Building Council. Ketika izin sudah didapatkan, tiap negara melalui lembaga/badan/organisasi dapat melakukan beberapa penyesuaian terhadap poin-poin LEED baik menghilangkan poin, menambahkan poin, dan melakukan perubahan pada poin yang sudah ada.

Untuk saat ini (Juli 2008), dari beberapa Negara Asia yang sudah mendirikan Green Building Council dan sedang dalam penyusunan LEED (Malaysia, Philipine, Thailand, dan Vietnam) atau yang sudah memiliki izin, baru India yang sudah mempublikasikan LEED yang sudah disusun kembali. Sehingga gambaran penyesuaian LEED yang diadopsi hanya bisa didapatkan dari Negara India. Dari tabel LEED-India pada halaman sebelumnya dapat dilihat bahwa ketika suatu negara

menandatangani kesepakatan adopsi LEED US, negara tersebut harus siap memenuhi kriteria-kriteria yang sudah dijabarkan dalam enam aspek utama.

Kesimpulan

Sebagai negara yang sudah mendirikan Green Building Council, berikut ini adalah hal-hal yang harus diperhatikan berkaitan dengan penyusunan LEED :

1. Dibutuhkan koordinasi antara berbagai macam disiplin ilmu seperti arsitektur, struktur, *landscape*, mekanikal & elektrikal, penanganan Limbah, Teknik Penyehatan Lingkungan, tata Kota, interior, *building maintenance*, teknik Kimia, dan berbagai keahlian seputar properti, dampak lingkungan, dll.
2. Diperlukan adanya badan atau organisasi khusus yang berfungsi melakukan sertifikasi terhadap hal-hal khusus seperti :
 - Illuminating Engineering Society North America (IESNA) : badan sertifikasi untuk *light pollution reduction*.
 - Forest Stewardship Council's Principles and Criteria (FSC) : badan sertifikasi untuk material kayu.
 - American Society Heating, Refrigerating Air Conditioning Engineers (ASHRAE) : badan sertifikasi yang berhubungan dengan HVAC&R.
 - South Cost Air Quality Management District (SCAQMD) : badan sertifikasi untuk bahan dan material yang mengandung low/non-VOC.

Penyesuaian penyusunan LEED yang dilakukan oleh suatu negara harus tetap berdasarkan enam aspek utama. Kebijakan yang dapat dilakukan adalah memeperbarui beberapa kredit atau prasyarat, menambahkan kredit baru, atau menghilangkan kredit yang sudah ada.

BAB IV

PEMBAHASAN STUDI KASUS

Setelah membahas beberapa teori dasar mengenai *sustainability* dan dipertegas penerapannya dengan Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), penulis ingin membahas kajian tersebut dalam penerapan langsung pada bangunan. Sebagai acuan, bangunan yang sudah dibahas pada sub bab 3.3, Sidwell Friends Middle School, sebuah institusi pendidikan yang sudah bersertifikasi LEED-NC 2.1 platinum. Dari bangunan ini dapat dilihat strategi-strategi perencanaan dan perancangan apa saja yang diterapkan sehingga dapat memperoleh sertifikasi tertinggi.

Studi pengamatan dengan menggunakan LEED juga penulis lakukan pada bangunan di Indonesia. Hal ini dilakukan karena Indonesia sudah mendirikan Green Building Council dan akan menggunakan LEED sebagai sistem penilaian. Oleh karena itu penulis melakukan studi pengamatan pada bangunan yang belum bersertifikasi agar dapat dianalisa kekurangan yang belum dapat dipenuhi dan potensi apa yang dapat dimaksimalkan. Bangunan yang dipilih berada di kota Jakarta dan Surabaya, dua kota yang penulis anggap perkembangannya paling pesat.

Untuk jenis bangunan yang dipilih, karena di Indonesia sendiri belum ada pengkategorian *green building*, penulis melakukan pengamatan pada beberapa jenis bangunan berdasarkan aktivitas manusia yang berhubungan pada operasional bangunan. Yang pertama adalah bangunan berskala kecil atau rumah tinggal, lalu bangunan dengan skala menengah sebuah institusi pendidikan, dan bangunan dengan skala paling besar yaitu perkantoran. Berdasarkan perbedaan skala bangunan ini akan dilihat strategi perencanaan dan perancangan yang diterapkan seiring dengan semakin banyaknya manusia yang beraktivitas di dalamnya. Dan dari hasil pengamatan nantinya dapat dilihat sebagai negara yang baru akan menerapkan LEED, jenis bangunan apa yang dapat dijadikan langkah awal. Studi pengamatan juga bertujuan mencari tahu apakah bangunan yang belum bersertifikasi LEED tidak memperhatikan aspek lingkungan. Dan bangunan yang dipilih adalah **Rumah Taman Tangkuban Perahu** (Jakarta), **Universitas Ciputra** (Surabaya), dan **Menara Kadin Indonesia** (Jakarta).

4.1 Studi Kasus 1: Rumah Taman Tangkuban Perahu

4.1.1 Spesifikasi Bangunan

Nama Proyek	: Rumah Taman Tangkuban Perahu
Lokasi	: Jl. Taman Tangkuban Perahu No.20. Guntur, Jakarta Pusat, Indonesia
Tipe bangunan	: Rumah tinggal dua lantai
Pemilik	: Pak Harry Yuwono dan Ibu Sandra
Arsitek	: Adi Purnomo
Luas	: 464 m ² (bangunan 220 m ²)
Masa konstruksi	: 2004-akhir 2005



Gambar 4.1 Rumah Taman Tangkuban Perahu
Sumber: Dokumentasi pribadi

Proyek arsitek Indonesia Adi Purnomo, yang dikenal dengan rumah Taman Tangkuban Perahu, merupakan sebuah respon skala kecil terhadap kepedulian masalah lingkungan yang berkembang di Indonesia seperti berkurangnya ruang hijau dan krisis energi. Sesuai pernyataan Marco Kusumawijaya (seorang arsitek, Ketua Dewan Kesenian Jakarta, perencana perkotaan, dan aktivis) dalam bukunya Kota Rumah Kita, “setiap bangunan harus mampu menopang permasalahannya sendiri”, Adi Purnomo merancang rumah tersebut berdasarkan pada permasalahan lingkungan yang ada. Ide dan usahanya juga didukung oleh klien yang juga mempunyai kepedulian terhadap lingkungan

dan mau mencoba pengalaman baru dalam rancangan rumah tinggal. Dalam merancang rumah ini, Adi Purnomo mengembangkan gagasan *single cell*, pemberdayaan sebuah site sekecil apapun dapat berperan dalam penciptaan perbaikan kualitas lingkungan perkotaan bersama dengan tapak-tapak yang lain³⁰.

4.1.2 Analisa Bangunan

Pada awalnya, fokus rancangan ingin menggali rasa tempat dengan mempertahankan bangunan lama. Tetapi karena tidak bisa digunakan kembali, focus rancangan berpindah pada taman dan pemandangan urban yang bisa terlihat dari ketinggian atap. Keberadaan Taman Tangkuban Perahu dan jajaran bangunan tinggi pada area kuningan dan Jalan Sudirman merupakan dua hal kuat yang menjadi 'jangkar' rumah ini. Meneruskan taman ke dalam lahan adalah upaya untuk mengikat tempat dan sejalan dengan prinsip bangunan hijau dan hemat energi.

4.1.2.1 Lahan dan Lingkungan



Gambar 4.2 Peta satelit Halimun dan jaringan
Sumber: www.wikimapia.com

Bangunan berada di dalam kompleks perumahan Guntur yang berbatasan langsung dengan Taman Tangkuban Perahu. Lingkungan perumahan ini berhubungan dengan JL. Sultan Agung, yang juga merupakan jalan besar yang bersambung dengan Manggarai dan Kuningan. Untuk

³⁰ Adi Purnomo, *Relativitas* (Jakarta: Borneo Publications, 2007) hlm.197

mencapai perumahan ini dapat ditempuh dengan berbagai jenis transportasi umum seperti bus kota, *busway*, kereta api, *water way* ataupun ojek motor. Jarak Stasiun Manggarai ke lokasi perumahan hanya berjarak $\pm 2,1$ kilometer. Sedangkan Stasiun Busway berseberangan dengan jalan masuk perumahan dengan jarak ± 312 meter. Di sepanjang jalan masuk perumahan juga terdapat beberapa titik pangkalan ojek motor untuk lebih mempermudah mencapai tujuan. Dengan adanya beberapa alternatif transportasi umum dapat mengurangi penggunaan mobil pribadi yang menghasilkan polutan-polutan berbahaya ke udara.



Gambar 4.3 Jaringan Halimun
Sumber: Dokumentasi pribadi (2008)

Pada awalnya di atas lahan ini beridiri sebuah rumah dinas Kedutaan Jepang. Seperti dijelaskan pada subbab 4.2.2 bahwa konsep awal rancangan adalah mempertahankan bangunan semula, tetapi karena kondisi yang tidak memungkinkan konsep beralih pada taman dan pemandangan dari atap. Bangunan lama ini diruntuhkan dan beberapa elemen dan material bangunan dikumpulkan untuk kemungkinan dipergunakan kembali. Sesuai dengan analogi perancang dengan *single cell* atau sel tunggal, kehadiran



Gambar 4.4 Banguna lama
Sumber: *Relativitas*, Adi Purnomo

bangunan ini diharapkan menjadi sesuatu yang masih sehat didalam tubuh kota yang sakit dan dapat merangsang sel-sel atau bangunan-bangunan

lainnya untuk menjadi ‘sehat’ juga. Artinya rancangan rumah ini diharapkan dapat menjadi contoh yang baik dan memberikan gambaran pemikiran rancangan yang di luar ‘kotak’.



Gambar 4.5 Block Plan
Sumber: *Relativitas*, Adi Purnomo



Gambar 4.6 Taman Tangkuban Perahu
Sumber: Dokumentasi pribadi (2008)

Bangunan berada di sudut pertigaan jalan sehingga dapat diakses dari dua sisi, sisi yang berbatasan dengan rumah tetangga dan taman. Taman Tangkuban Perahu merupakan sebuah taman umum berbentuk segi delapan dan dikelilingi perumahan penduduk. Tiap sudut taman berseberangan dengan cabang jalan yang membuat taman ini sering dijadikan pusat aktivitas warga seperti untuk kegiatan olah raga, bermain, atau sekedar duduk-duduk. Keramaian ini juga dimanfaatkan oleh para pedagang untuk mencari keuntungan di sekeliling taman.

Pada lahan masih terdapat vegetasi yang dipertahankan seperti pohon yang berada di antara jalan umum dan pagar rumah. Pohon ini dimanfaatkan untuk menghalangi polusi dari kendaraan bermotor yang masuk ke dalam rumah. Tanaman lain juga ditambahkan untuk memberikan kesejukan dan keindahan seperti bambu yang berada pada pinggiran halaman, pohon buah-buahan seperti mangga, rambutan, pisang, dan berbagai tanaman hias.



Gambar 4.7 Berbagai jenis vegetasi
Sumber: Dokumentasi pribadi (2008)

Untuk mengurangi pengaliran dan tergenangnya air hujan, rancangan bangunan menggunakan *green roof* pada lantai dua dan atap serta batu-batuan. *Green roof* dan area berbatu ini akan langsung menyerap air hujan yang turun sehingga tidak menyebabkan terjadinya genangan air atau air yang mengalir ke dalam atau luar rumah. Air yang diserap ini akan langsung berhubungan ke saluran pembuangan. Untuk area berbatu tidak hanya terdapat di halaman, tetapi juga terdapat di dalam rumah tepatnya di dekat dapur yang membiarkan atapnya tidak tertutup sehingga air hujan dapat masuk.



Gambar 4.8 Denah Rumah Taman Tangkuban Perahu
Sumber: Relativitas, Adi Purnomo



Gambar 4.9 Strategi untuk mengurangi pengaliran air
Sumber: Dokumentasi pribadi (2008)

Penilaian dengan LEED-NC 2.1; Lahan dan Lingkungan

KRITERIA	KREDIT	KETERANGAN
<i>Sustainable Site</i>		
<i>Erosion & sedimentation control</i>	√	Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu tim perancang (Pak Dani, Studio Adi Purnomo) dan pemilik rumah (Ibu Sandra) upaya ini dilakukan dalam tahap perancangan awal.
<i>Site selection</i>	1 poin	Pemilihan tidak pada lahan yang masih produktif dan memang diperuntukan bagi daerah perumahan.
<i>Development density</i>		Upaya ini tidak dilakukan.
<i>Brownfield development</i>	1 poin	Keadaan awal lahan berdiri sebuah bangunan yang sudah tidak memungkinkan untuk direnovasi. Bangunan yang sudah rusak ini diruntuhkan agar tidak mencemari lingkungan sekitar.
<i>Alternative transportation</i>	1 poin	Terdapat stasiun busway yang berjarak 312 meter (dari ketentuan 800 meter)
<i>Reduced site disturbance</i>	1 poin	Menggantikan <i>open space</i> yang terbangun dengan <i>green roof</i> pada lantai dua dan atap bangunan.
<i>Stormwater management</i>	—*	Sebenarnya rancangan bangunan sudah melakukan upaya untuk pengelolaan air hujan, pencegahan pengaliran dan tergenangnya air hujan. Tetapi sesuai dengan ketentuan, data jumlah prosentase yang dapat dikelola sulit untuk didapatkan.
<i>Heat island effect</i>	1 poin	Pada atap terdapat <i>green roof</i> yang menutupi 92% permukaan (dari ketentuan 50% minimal).
<i>Light pollution reduction</i>	—	Belum dilakukan strategi untuk memenuhi poin ini.
5 poin + 1 kemungkinan		Dari 14 poin.

Tab 4.1 Analisa LEED (*sustainable site*) Rumah Taman Tangkuban Perahu
 Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation Versi 2.1, November 2002

4.1.2.2 Efisiensi Air

Sumber air bersih berasal dari air tanah dan tidak menggunakan air dari PAM. Pada rancangan bangunan memang belum menggunakan sistem daur ulang penggunaan air seperti pada studi kasus sebelumnya yang menggunakan air sisa pembuangan untuk *flush* toilet ataupun menyiram tanaman setelah melalui proses tertentu. Tetapi bangunan di rancang untuk menampung air hujan yang digunakan sebagai pengisi kolam ikan yang

berada di beberapa bagian bangunan. Pada bagian yang terdapat kolam ikan tidak diberi atap sehingga air hujan dapat langsung masuk ke dalam kolam. Tujuannya memang untuk melakukan penghematan penggunaan air bersih untuk area yang tidak memperlukannya. Tetapi karena turunnya hujan tidak teratur atau setiap hari, penggunaan air bersih terpaksa dilakukan misalnya pada musim kemarau atau musim seperti saat ini yang tidak menentu. Untuk pergantian air dilakukan pembuangan secara berkala untuk menjaga kebersihan air melalui saluran pembuangan.



Gambar 4.10 Kolam air hujan
Sumber: Dokumentasi pribadi (2008)

Penilaian dengan LEED-NC 2.1; Efisiensi Air

KRITERIA	KREDIT	KETERANGAN
<i>Water Efficiency</i>		
<i>WE landscaping</i>	-	Untuk menyiram halaman masih menggunakan air bersih yang berasal dari air tanah. Dan air resapan dari green roof tidak diolah untuk dipergunakan kembali. Sehingga poin ini tidak dapat dipenuhi.
<i>Innovative wastewater tech</i>	-	Rancangan bangunan belum menggunakan teknologi pengolahan air buangan.
<i>Water use reduction</i>	-*	Sebenarnya upaya untuk mengurangi penggunaan air bersih sudah dilakukan dengan adanya kolam yang memanfaatkan air hujan. Tetapi karena curah hujan tidak tetap apalagi pada musim kemarau, sumber air utama tetap pada air tanah.
2 kemungkinan		Dari 5 poin.

Tabel 4.2 Analisa LEED (*water efficiency*) Rumah Taman Tangkuban Perahu
Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation Versi 2.1, November 2002

4.1.2.3 Energi

Rancangan bangunan belum menerapkan sistem yang menghasilkan energi sendiri seperti panel surya atau *photovoltaic*. Walaupun demikian strategi lain ditekankan pada pengurangan penggunaan energi aktif pada bangunan. Penggunaan *green roof* bertujuan untuk menurunkan suhu pada ruang di bawahnya sehingga tidak memerlukan *air conditioning* ataupun kipas angin. Untuk ruang kamar utama di lantai dua, panas matahari tidak langsung mengenai dinding kamar karena terdapat dinding berongga berisi tanaman yang tidak berhubungan langsung dengan dinding kamar. Bukaannya yang besar juga membantu menjaga sirkulasi udara dalam ruangan.

Beberapa jenis tanaman yang melingkupi permukaan rumah juga dapat menyerap panas matahari pada siang hari dan kemudian melepaskan oksigen yang membuat ruangan menjadi lebih segar. Daerah bayangan yang tercipta dari terhalangnya sinar matahari juga membuat teduh para penghuni yang berada di lantai satu dan lantai dua. Tambahan kolam ikan yang juga berhubungan dengan ruangan di lantai satu juga menurunkan suhu ruangan karena terdapat elemen air yang menyerap panas matahari.



Gambar 4.11 Rancangan untuk mengurangi panas
Sumber: Dokumentasi pribadi (2008)

Penilaian dengan LEED-NC 2.1; Energi

KRITERIA	KREDIT	KETERANGAN
<i>Energy & Atmosphere</i>		
<i>Fundamental building Systems commissioning</i>	√	Elemen dan sistem bangunan sudah dirancang dan dipasang sesuai dengan yang diharapkan.
<i>Minimum energy performance</i>	–	Rancangan bangunan tidak dibuat dengan simulasi komputer dan di Indonesia belum terdapat <i>building code</i> seperti yang ditentukan.
<i>CFC reduction in HVAC&R equipment</i>	–	Masih menggunakan peralatan yang menggunakan CFC seperti kulkas.
<i>Optimize energy performance</i>	–*	Belum ada parameter untuk presentase efisiensi energi (seperti ASHRAE di Amerika Serikat). Tetapi strategi untuk efisiensi energi sudah dilakukan untuk mengurangi penggunaan energi aktif seperti adanya <i>green roof</i> yang dapat mendinginkan ruang di bawahnya.
<i>Renewable energy</i>	–	Belum menerapkan sistem yang dapat menghasilkan energi aktif.
<i>Additional commissioning</i>	1 poin	Melibatkan tim khusus untuk rancangan <i>green roof</i> .
<i>Ozone depletion</i>	–	Masih menggunakan peralatan yang menggunakan CFC seperti kulkas.
<i>Measurement & verification</i>	–	Belum menerapkan sistem rancangan dan teknologi ini.
<i>Green power</i>	–	Belum menerapkan sistem yang dapat menghasilkan energi aktif.
1 poin + 10 kemungkinan		Dari 17 poin.

Tabel 4.3 Analisa LEED (*energy & atmosphere*) Rumah Taman Tangkuban Perahu
 Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation Versi 2.1, November 2002

4.1.2.4 Material dan Sumbernya

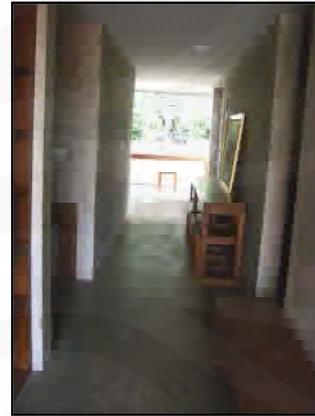
Material utama yang digunakan pada rumah ini adalah beton, batu bata, dan kayu (kayu bangkirai dan kayu jati). Untuk lantai satu, hampir seluruh ruangan menggunakan beton tanpa



Gambar 4.12 Material lantai satu
 Sumber: Dokumentasi pribadi (2008)

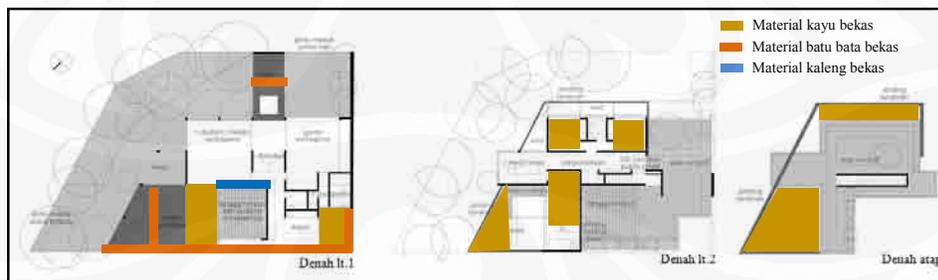
menggunakan cat dan lantai hanya berupa plesteran. Untuk dinding yang berbatasan dengan kolam ikan menggunakan batu bata merah dan lantai menggunakan kayu. Material kaca digunakan untuk pintu dan jendela. Sebagian besar furniture seperti kursi, meja, pajangan, dan vas bunga terbuat dari kayu jati.

Untuk ruangan lantai dua, koridor utama tetap menggunakan beton tanpa cat. Namun terjadi peralihan penggunaan material pada kamar-kamar dengan menggunakan material kayu pada lantai dan pintu. Untuk material kaca menggunakan kaca nako pada ujung koridor yang terdiri dari dua jenis, yang bening dan keruh. Seajar dengan ruang lantai dua ini terdapat green roof yang menggunakan elemen-elemen kayu untuk menjaga beberapa jenis tanaman.



Gambar 4.13 Material lantai satu
Sumber: Dokumentasi pribadi (2008)

Penggunaan material daur ulang juga diterapkan pada rumah ini. Misalnya penggunaan potongan kayu sisa untuk kusen pintu dan jendela, lantai, atap berongga, dan pegangan tangga. Pemanfaatan kayu sisa ini dilakukan dengan menggunakan teknik laminasi. Batu bata bekas juga dipergunakan kembali sebagai dinding pada area kolam ikan. Material logam bekas seperti kaleng juga digunakan untuk pengganti pot tanaman-tanaman kecil. Kumpulan kaleng-kaleng sisa ini ditempatkan pada dinding berongga.



Gambar 4.14 Denah Rumah Taman Tangkuban Perahu (material bekas)
Sumber: *Relativitas*, Adi Purnomo



Gambar 4.15 Penggunaan material sisa
 Sumber: Dokumentasi pribadi (2008)

Penilaian dengan LEED-NC 2.1; Material dan Sumbernya

KRITERIA	KREDIT	KETERANGAN
<i>Material & Resources</i>		
<i>Storage & collection of recyclables</i>	√	Menyediakan tempat yang mudah diakses bangunan untuk melakukan penyimpanan dan pembuangan barang.
<i>Building reuse</i>	–	Bangunan lama diruntuhkan dan yang dimanfaatkan kembali hanya material kayu dan batu bata.
<i>Construction waste management</i>	–	Saat perancangan bangunan tidak dilakukan pengelolaan sisa-sisa konstruksi
<i>Resource reuse</i>	–*	Pada bangunan terdapat beberapa material sisa yang dipergunakan kembali, tetapi pada laporan perancangan tidak disebutkan persentasenya. Dan apabila diamati langsung akan sangat sulit menghitung persentasenya dibandingkan dengan bangunan yang sudah berdiri.
<i>Recycled content</i>	–*	Menggunakan material sisa dari bangunan sebelumnya tetapi akan sangat sulit menghitung persentasenya karena bangunan sudah berdiri.
<i>Local / regional materials</i>	–*	Pada laporan perancangan menggunakan material lokal tetapi tidak disebutkan persentasenya dan jarak sumber

		mendapatkan material tersebut.
<i>Rapidly renewable materials</i>	–	Tidak menggunakan alternatif material-material seperti yang telah ditentukan.
<i>Certified wood</i>	–	Belum ada badan atau organisasi yang dapat mensertifikasi jenis kayu untuk konstruksi bangunan.
6 kemungkinan		Dari 13 poin.

Tabel 4.4 Analisa LEED (*materials & resources*) Rumah Taman Tangkuban Perahu
 Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation Versi 2.1, November 2002

4.1.2.5 Kualitas Pengudaraan dan Pencahayaan Dalam Ruangan

Untuk masalah pengudaraan dalam ruangan, rumah ini tidak memerlukan alat pendingin tambahan seperti *air conditioner*. Masalah ini dapat diselesaikan dengan *green roof*, penggunaan material, vegetasi alami, dan bukaan-bukaan pada dinding ataupun jendela. Untuk mengetahui kinerja bangunan dari aspek fisika bangunan yang sebenarnya, seharusnya dilakukan pengukuran sepanjang tahun secara periodik. Namun pada tanggal 24 Juli 2006 telah dilakukan pengukuran aspek fisika bangunan antara pukul 9.30-15.00 WIB dengan 12 kali pencatatan yang dilakukan tim mahasiswa Lab. Fisika Bangunan UGM. Hasil pengamatannya sebagai berikut:

Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Kecepatan angin (km/jam)
Suhu ruang luar rata-rata Lantai atas: 33,17 Lantai atap: 34,03	Kelembaban luar rata-rata Lantai atas: 57 Lantai atap: 55	Kec. angin luar rata-rata Lantai atas: 1,35 Lantai atap: 6,19
Suhu ruang dalam rata-rata Lantai bawah: 30,87 Lantai atas: 31,33	Kelembaban dalam rata-rata Lantai bawah: 61 Lantai atas: 59	Kec. angin dalam rata-rata Lantai bawah: 0,55 Lantai atas: 0,56
Suhu tertinggi jam 11.30 Ruang luar atas: 38,40 Ruang luar atap: 39,70 Ruang dlm bawah: 30,70 Ruang dlm atas: 32,30	Kelembaban luar tertinggi: 62 Kelembaban dalam tertinggi: 67	Kec. angin luar tertinggi: 13,50 Kec. angin dalam tertinggi: 3,00
Penurunan suhu rata-rata: 2,71 Penurunan suhu puncak: 7,70		

Table 4.5 Pengukuran aspek fisika bangunan
 Sumber: Laporan tim mahasiswa lab fisika bangunan UGM

Dari sampel data pengukuran di atas belum menunjukkan tingkat keakuratan karena hanya diadakan pada satu hari. Diharapkan pengukuran

periodik yang akan dilakukan dalam kurun waktu satu tahun mendatang dapat memberikan kesimpulan yang lebih akurat.



Gambar 4.16 *Green roof* Rumah Taman Tangkuban Perahu
Sumber: IAI Award, Adi purnomo

Masalah polutan-polutan dari kendaraan bermotor sudah tereduksi dengan banyaknya vegetasi alami yang melingkupi permukaan rumah sekaligus memberikan banyak oksigen ke dalam rumah. Banyaknya bukaan yang berada hampir di tiap ruangan memberikan sirkulasi udara yang baik sekaligus memasukkan pencahayaan alami yang maksimal pada siang hari. Seperti pada lantai satu yang memang ditujukan untuk memaksimalkan pengudaraan dan pencahayaan alami karena fungsi ruang untuk kegiatan publik seperti pameran.



Gambar 4.17 Sirkulasi udara & cahaya
Sumber: Dokumentasi pribadi (2008)



Gambar 4.18 Pencahayaan vertikal
Sumber: Dokumentasi pribadi (2008)

Pencahayaan alami tidak hanya berasal dari arah horizontal tetapi juga dari arah vertical. Pada beberapa bagian terdapat atap yang terbuat dari potongan potongan kayu, yang kemudian ditutupi polikarbonat untuk mencegah masuknya air hujan, tetapi tetap memasukkan pencahayaan alami.

Masalah kelembaban juga menjadi perhatian pada rancangan rumah ini. Pada lantai satu terdapat kolam ikan yang juga berfungsi untuk mendinginkan ruangan. Tetapi kelembaban dari kolam ini dapat memberikan ketidaknyamanan pada ruangan sekitarnya. Untuk itu dipasang batu bata ekspos pada dinding dan kolom di sekitar area kolam. Begitu juga dengan tanaman pada permukaan rumah. Untuk mengurangi kelembaban akibat tanaman yang berfotosintesis, tanaman diletakkan tidak langsung pada dinding rumah, tetapi pada dinding kayu berongga yang memiliki jarak dengan dinding yang berhubungan dengan ruangan.,



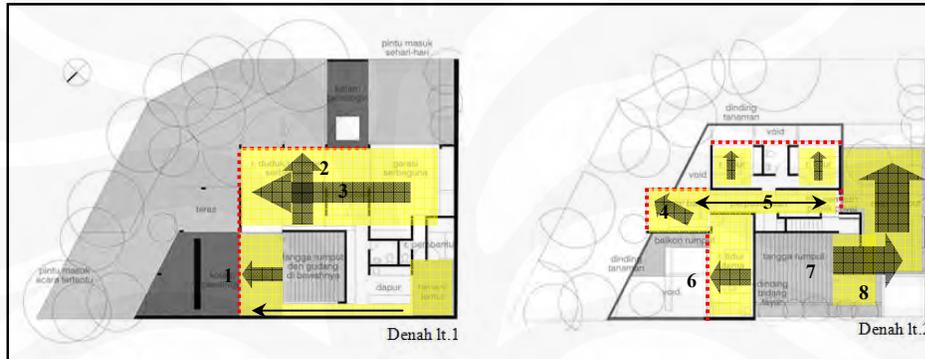
Gambar 4.19 Elemen untuk mengurangi kelembaban
Sumber: Dokumentasi pribadi (2008)

Penilaian dengan LEED-NC 2.1; Kualitas Pengudaraan & Pencahayaan

KRITERIA	KREDIT	KETERANGAN
<i>Indoor Environmental Quality</i>		
<i>Minimum Indoor Air Quality (IAQ) performance</i>	–	Belum memiliki standard persyaratan untuk sistem HVAC.
<i>Environmental Tobacco Smoke Control</i>	–	Tidak memiliki ruangan khusus untuk merokok.
<i>CO2 Monitoring</i>	–	Tidak memiliki sistem pemantau pelepasan CO ₂
<i>Ventilation effectiveness</i>	– [*]	Belum memiliki parameter standar untuk sistem ventilasi. Tetapi rancangan bangunan, khususnya di lantai 1, sangat memaksimalkan bukaan yang memperlancar sirkulasi udara dan cahaya.
<i>Construction IAQ Management plan</i>	–	Data untuk poin ini tidak ditemukan dalam laporan perancangan.
<i>Low-emitting materials</i>	–	Pada rancangan bangunan tidak ditemukan data penggunaan adhesive & sealent yang menghasilkan tingkat emsisi rendah.
<i>Indoor chemical & Pollutant source control</i>	–	Pada bangunan tidak terdapat sistem pemipaan dan exhaust terpisah khusus untuk polutan-polutan mengandung zat kimia.
<i>Controllability of systems</i>	2 poin	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Perimeter spaces (1 poin)</i> • <i>Non-perimeter spaces (1 poin)</i> Luas bangunan hanya 220 m ² dan tiap ruangan seperti ruang keluarga, kamar-kamar tidur, dan dapur memiliki jendela yang dapat dibuka. Sehingga penghuni dapat mengontrol sistem ventilasi dengan mudah tanpa memerlukan jarak seperti yang telah ditentukan.
<i>Thermal comfort</i>	–	Indonesia belum memiliki parameter seperti ASHRAE, sehingga poin ini tidak dapat dipenuhi.
<i>Daylight & views</i>	1 poin [*]	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Daylight 75% of spaces</i> Dengan melakukan pengukuran menggunakan skala batang seperti gambar di bawah, jumlah presentase luas ruangan yang mendapatkan pencahayaan alami pada lantai 1 mencapai 84,45%. Sedangkan untuk lantai 2 mencapai 90,88%. Jadi poin ini dapat dipenuhi. • <i>Views for 90% of spaces</i> Dengan melakukan pengukuran menggunakan skala batang seperti

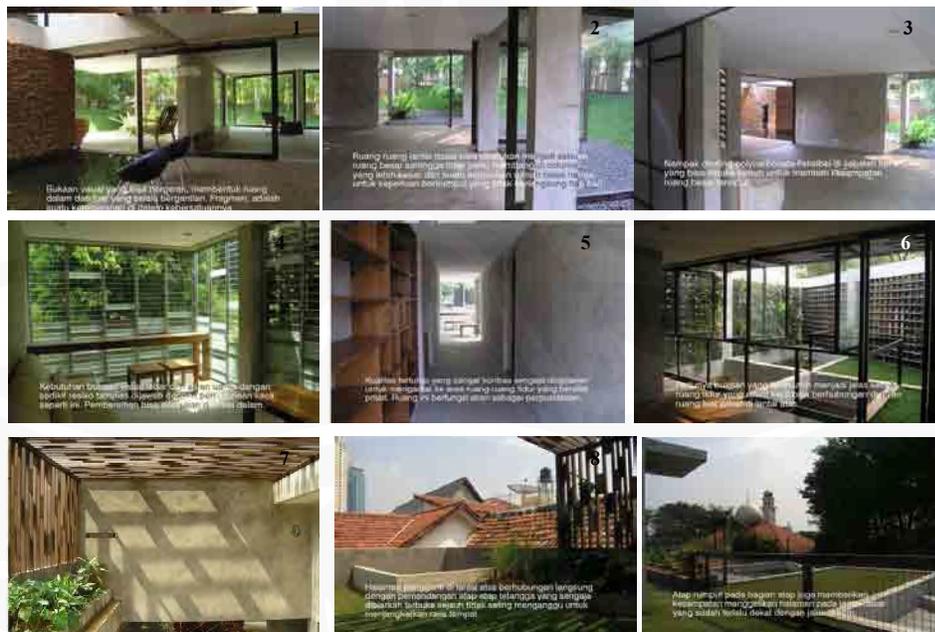
		gambar di bawah, jumlah presentase luas ruangan yang mendapatkan view ke arah luar pada lantai 1 mencapai 79,48%. Sedangkan untuk lantai 2 mencapai 90,88%. Sehingga poin ini belum dapat dipenuhi.
3 poin + 2 kemungkinan		Dari 15 poin.

Tabel 4.6 Analisa LEED (*indoor environmental quality*) Rumah Taman Tangkuban Perahu
 Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation
 Versi 2.1, November 2002



Keterangan:

- Bukaan
- View ke arah luar
- Daerah yang terkena pencahayaan alami



Gambar 4.20 Denah Rumah Taman Tangkuban Perahu (*daylight & view*)
 Sumber: *Relativitas*, Adi Purnomo

4.1.2.6 Inovasi dalam Proses Perancangan

Penilaian dengan LEED-NC 2.1; Inovasi dalam Proses Perancangan

KRITERIA	KREDIT	KETERANGAN
<i>Innovation & design process</i>		
<i>Innovation in design</i>	–	Belum melakukan strategi perancangan di luar poin-poin LEED.
<i>Innovation in design</i>	–	Belum melakukan strategi perancangan di luar poin-poin LEED.
<i>Innovation in design</i>	–	Belum melakukan strategi perancangan di luar poin-poin LEED.
<i>Innovation in design</i>	–	Belum melakukan strategi perancangan di luar poin-poin LEED.
LEED Accredited Professional	–	Tim perencana dan perancang belum mendapatkan pelatihan dari LEED Accredited Professional.
	0 poin	Dari 5 poin

Tabel . LEED-NC 4.7 LEED (*innovation & design process*) Rumah Taman Tangkuban Perahu
 Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation
 Versi 2.1, November 2002

4.1.2.7 Sertifikasi Bangunan dengan LEED-NC 2.1

Penilaian dengan LEED-NC 2.1

KRITERIA	KREDIT
<i>Sustainable Site</i>	5 poin + 1 kemungkinan*
<i>Water Efficiency</i>	2 kemungkinan*
<i>Energy & Atmosphere</i>	1 poin + 10 kemungkinan*
<i>Material & Resources</i>	6 kemungkinan*
<i>Indoor Environmental Quality</i>	3 poin + 2 kemungkinan*
<i>Innovation & Design Process</i>	0** poin
Sertifikasi	9 poin + 21 kemungkinan*

Tabel 4.8 LEED-NC 2.1 Rumah Taman Tangkuban Perahu
 Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction &
 Major Renovation Versi 2.1, November 2002

*Terdapat strategi yang sudah mengarah pada poin-poin LEED tetapi terhalang pada tidak adanya badan organisasi dan parameter yang dijadikan standar untuk rancangan dan elemen tertentu.

**Kriteria keenam (*innovation & design process*) belum dapat dipenuhi karena belum terdapat rancangan khusus untuk menunjang performa bangunan dan belum terdapat tim perancang yang mendapatkan pendidikan LEED Accredited Professional.

4.2 Studi Kasus 2: Universitas Ciputra Surabaya

4.2.1 Spesifikasi Bangunan

Nama Proyek	: Universitas Ciputra
Lokasi	: Waterpark Boulevard CitraRaya, Surabaya
Tipe bangunan	: Institusi pendidikan tujuh lantai
Pemilik	: Yayasan Ciputra Group
Arsitek	: Yori Antar, Bayu Aryoseno, Rafael Arsono
Luas	: 12.000 m ² (bangunan tahap 1: 6.805 m ²)
Masa konstruksi	: 2005



Gambar 4.21 Universitas Ciputra
Sumber: Dokumentasi pribadi (2008)

Universitas Ciputra merupakan salah satu proyek dari perencanaan kota Citra Raya yang diprakarsai oleh Yayasan Ciputra Group. Mengusung konsep ‘The Singapore of Surabaya’, Citra Raya hadir di atas lahan seluas 1000 ha sebagai kawasan hunian mandiri yang dilengkapi berbagai fasilitas seperti tempat rekreasi, sarana olah raga, pusat perbelanjaan, perkantoran, hingga institusi pendidikan. Bisa dikatakan bahwa Citra Raya sebagai kawasan pariwisata, niaga, dan pemukiman. Perencanaan pembangunan dilakukan dalam beberapa tahap dan terpisah, Universitas Ciputra termasuk dalam perencanaan ‘Citra Raya City

Center' yang terdiri dari beberapa bangunan kampus dan apartemen. (Hasil wawancara dengan Pak Nagakasim Management Office Ciputra)

4.2.2 Analisa Bangunan

Pembangunan kampus dilakukan berdasarkan kebutuhan jumlah mahasiswanya. Pada awal perencanaan massa kampus terdiri dari empat bagian, tiga massa untuk ruang kelas dan kantor-kantor dan satu massa untuk perpustakaan. Tetapi saat ini yang berdiri hanya satu buah massa kampus dan pengelola melakukan pengamatan mengenai peningkatan permintaan masyarakat untuk bersekolah disini. Dan kini karena jumlah permintaan sudah semakin banyak, pembangunan tahap berikutnya sedang dikerjakan.



Gambar 4.22 Perencanaan awal Universitas Ciputra
Sumber: Gambar arsitektural UC & Dokumentasi Pribadi (2008)

4.2.2.1 Lahan dan Lingkungan



Gambar 4.23 Peta Satelit Citra Raya
Sumber: www.wikimapia.com

Lokasi bangunan Universitas Ciputra berada di barat laut kota Citra Raya. Karena kawasan ini masih dalam tahap pembangunan, belum terdapat transportasi umum untuk mencapai lokasi kampus. Jarak dari pintu masuk kawasan ke kampus sangat jauh sehingga harus membawa kendaraan pribadi. Tetapi untuk Water Park, tempat wisata yang bersebelahan dengan kampus, disediakan bus umum untuk pengunjung. Namun untuk jangka panjangnya nanti akan disediakan bus kampus yang diperuntukan bagi mahasiswa/mahasiswi yang bersekolah disini.

Perencanaan pembangunan dilakukan dalam beberapa tahap:

- Tahap pertama: tahun 1990-1994, kegiatan difokuskan pada pembebasan dan penyiapan lahan.
- Tahap kedua: tahun 1995-1999, kegiatan difokuskan pada penyiapan lahan, fasilitas penunjang, dan pembangunan & pemasaran rumah siap huni.
- Tahap ketiga: tahun 2000-2004, kegiatan difokuskan pada pembangunan fasilitas penunjang, pemasaran rumah siap huni dan kavling siap bangun.
- Tahap keempat: tahun **2005-2009**, kegiatan difokuskan pada pembangunan fasilitas penunjang, pemasaran rumah siap huni dan kavling siap bangun. Pembangunan Universitas Ciputra masuk dalam tahap ini. (Sumber: Dokumen AMDAL Citra Raya)



Gambar 4.24 Tahap perancangan Universitas Ciputra
Sumber: File perencanaan & perancangan (2005)

Tahapan Pra-konstruksi (berdasarkan dokumen AMDAL UC)

1. Jenis dan sumber dampak

Jenis dampak yang dikelola hanya mengenai akibat dari pembebasan lahan, yaitu hilangnya mata pencaharian.

2. Upaya pengelolaan lingkungan

- Pencegahan dampak negatif dengan memberi pengarahan penggunaan uang ganti rugi, seperti diarahkan untuk memperoleh rumah dan atau lahan sesuai dengan kebutuhannya dan ke sector yang produktif seperti untuk modal usaha pertokoan dan sektor jasa.
- Pengelolaan dampak negatif dengan cara mendorong berkembangnya lapangan kerja non pertanian dan pelibatan penduduk yang terkenalahannya tergusur sebagai tenaga kerja di kawasan proyek.

Tahapan Konstruksi (berdasarkan dokumen AMDAL UC)

1. Jenis dan sumber dampak

- Pada tahap konstruksi terdapat kegiatan mobilitas bahan dan alat menimbulkan dampak terhadap komponen lingkungan jaringan jalan dan transportasi seperti kerusakan jalan dan kemacetan lalu lintas.
- Adanya kegiatan pembangunan sarana dan prasarana menimbulkan dampak negatif terhadap komponen lingkungan, yaitu berkurangnya daerah resapan (genangan air), tenaga kerja, lapangan pekerjaan, pendapatan masyarakat, dan masalah kependudukan.

2. Upaya pengelolaan

- Penyesuaian golongan kendaraan yang digunakan terhadap kelas jalan yang dilewati serta peningkatan kualitas jalan yang rusak.
- Pengaturan sistem drainase.
- Memfungsikan waduk-waduk.
- Merealisasi ruang terbuka.
- Membuka kesempatan kerja.

Tahap Pasca Konstruksi (berdasarkan dokumen AMDAL UC)

1. Jenis dan sumber dampak

- Kepadatan lalu lintas.
- Sanitasi lingkungan dan sumber air bersih.

2. Upaya pengelolaan

- Pengelolaan transportasi melalui usaha pengaturan arus lalu lintas sesuai kelas dan ruas jalan.
- Pengelolaan dampak pada komponen sanitasi lingkungan dengan penyediaan sarana penampungan sampah yaitu satu unit TPS.



Gambar 4.25 Vegetasi alami pada lingkungan UC
Sumber: Dokumentasi pribadi (2008)

Pengelolaan Keanekaragaman Vegetasi

- Perencanaan konsep *landscape* dengan menggabungkan penanaman tanaman hias, tanaman penghijauan, dan tanaman produktif yang sangat penting bagi keseimbangan ekosistem setempat dan sebagai lahan resapan air.
- Perawatan dan pemeliharaan tanaman secara rutin setiap hari melalui pemupukan, penggantian tanaman yang rusak, dan penyiraman tanaman.



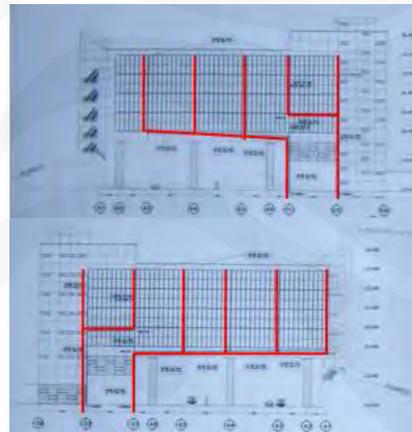
Gambar 4.26 Strategi pengelolaan air lingkungan UC
Sumber: Gambar arsitektural UC & Dokumentasi pribadi (2008)

Pengelolaan Air Hujan & Banjir

Untuk menghindari terjadinya genangan/ banjir, kebijakan dan pendekatan teknologi dan pengelolaan lingkungan yang telah dilakukan antara lain:

- Lahan dalam areal kawasan dipertahankan menurut kontur yang alamiah.

- Mempertahankan dan mengeruk telaga yang sudah ada serta membuat telaga baru penampung air hujan yang juga dimanfaatkan sebagai tempat rekreasi. Telaga yang telah dibangun antara lain:
 - o Di bagian timur laut kawasan (Bukit Telaga Golf) seluas 3 ha dengan daya tampung $\pm 200.000 \text{ m}^3$.
 - o Di kawasan barat dengan daya tampung $\pm 100.000 \text{ m}^3$.
 - o Dua danau lainnya di bagian selatan dengan daya tampung masing-masing $\pm 20.000 \text{ m}^3$.
- Memperbesar dimensi saluran untuk long storage pada waktu hujan.
- Air hujan dari talang air tidak langsung dialirkan ke saluran drainase (*close channel*) tetapi dimasukkan ke dalam sumuran yang berisi pasir dan gravel sehingga sebagian air hujan dapat diresapkan ke dalam tanah.
- Sebagian dari jalan terbuat dari paving, dengan demikian air hujan diresapkan ke dalam tanah.



Gambar 4.27 Sistem talang air UC
Sumber: Gambar Mechanical & electrical

Pengelolaan Limbah Padat

- Sampah dikumpulkan di tempat tertentu (bak sampah) oleh kontraktor dengan menggunakan dua unit pick up menuju LPA Benowo. Dari awal sudah dilakukan pemisahan antara sampah organik dan sampah anorganik.
- Sampah domestik juga dikumpulkan sendiri oleh PT. Ciputra Surya dengan menggunakan dump truck 8 m³.
- Khusus sampah organik, 70% di incinerator sedangkan 30% dilakukan pengomposan dimana kompos yang terbentuk akan digunakan untuk pemeliharaan jalur hijau.

Pengelolaan Limbah Cair

Limbah cair dari dapur ataupun kamar mandi tidak langsung dialirkan ke saluran (closed channel), tetapi terlebih dahulu dialirkan ke septic-tank yang dilengkapi dengan filter dengan media yang bersifat sebagai biofilter. Dengan demikian air yang masuk ke saluran umum melalui saluran tertutup (closed channel) relatif tidak terlalu kotor, dan tidak memberi dampak besar pada badan penerima air. Air dari saluran tertutup akhirnya masuk ke saluran terbuka. Air ini tidak akan mencemari lingkungan karena telah melalui tahapan proses filter.



Gambar 4.28 Tempat parkir kendaraan UC
Sumber: Dokumentasi pribadi (2008)

Fasilitas Parkir

Fasilitas parkir Universitas Ciputra berbagi dengan tempat wisata Water Park. Strategi ini dilakukan untuk menghemat lahan terbuka dan efektifitas pengelolaan ruang. Sehingga dengan fasilitas bersama ini dapat mengurangi ruang-ruang yang tidak diperlukan dan kapasitas parkir yang berlebihan.

Penilaian dengan LEED-NC 2.1; Lahan dan Lingkungan

KRITERIA	KREDIT	KETERANGAN
<i>Sustainable Site</i>		
<i>Erosion & sedimentation control</i>	√	Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu tim perancang (Pak Nagakasim, Marketing Office Citra Raya) upaya ini dilakukan dalam tahap perancangan awal.
<i>Site selection</i>	1 poin	Pemilihan tidak pada lahan yang masih produktif dan memang diperuntukan bagi daerah perumahan.
<i>Development density</i>	–	Strategi ini belum diterapkan pada perencanaan dan perancangan bangunan.
<i>Brownfield development</i>	1 poin	Keadaan lahan pada awalnya merupakan hamparan lahan yang sudah tidak produktif lagi. Lahan-lahan tandus ini direhabilitasi agar tidak mencemari lingkungan dan direncanakan untuk pembangunan berikutnya.
<i>Alternative transportation</i>	1 poin	Terdapat fasilitas parkir bersama dengan bangunan yang ada di sebelahnya.
<i>Reduced site disturbance</i>	–*	Terdapat upaya untuk menggantikan <i>open space</i> yang terbangun. Tetapi pada saat ini terdapat beberapa lahan hijau yang mulai dibangun untuk pembangunan tahap berikutnya. Sehingga beberapa perkiraan <i>open space</i> yang tidak diganggu belum dapat ditentukan sampai pembangunan tahap berikutnya selesai.
<i>Stormwater management</i>	–*	Sebenarnya rancangan bangunan sudah melakukan upaya untuk pengelolaan air hujan, pencegahan pengaliran dan tergenangnya air hujan. Tetapi sesuai dengan ketentuan, data jumlah prosentase yang dapat dikelola sulit untuk didapatkan.
<i>Heat island effect</i>	–	Bangunan belum menerapkan strategi rancangan seperti <i>green roof</i> .
<i>Light pollution reduction</i>	–	Belum dilakukan strategi untuk memenuhi poin ini.
3 poin + 4 kemungkinan		Dari 14 poin.

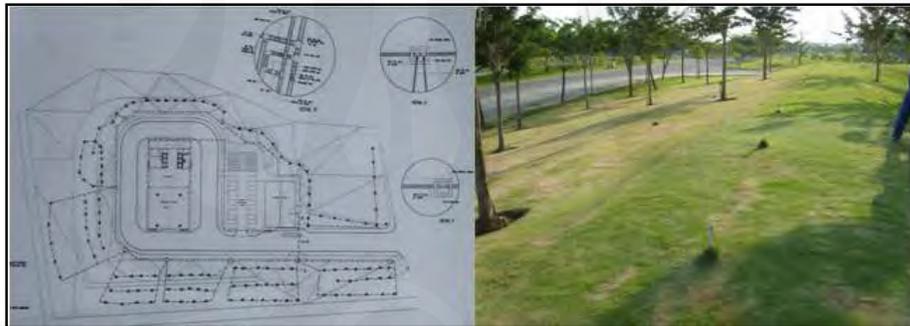
Tabel 4.9 Analisa LEED (*sustainable site*) Universitas Ciputra
 Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation Versi 2.1, November 2002

4.2.2.2 Efisiensi Air

Berdasarkan dokumen Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL), untuk memenuhi kebutuhan air bersih seluruh kota Citra Raya, telah dibangun Instalasi Pengelolaan Air Minum (IPAM) yang berkapasitas

150 liter/detik dengan bahan baku air diambil dari Kali Surabaya yang di tapping di wilayah Cangkir-Krikilan, Kabupaten Gresik. Untuk mengolah air dari Kali Surabaya menjadi air dengan kualitas standar dilakukan proses fisika-kimia sebagai berikut:

- Air dari Kali Surabaya pertama kali ditampung di bak prasedimentasi. Pada bak ini selain untuk menampung air yang akan diolah lebih lanjut juga berfungsi sebagai bak pengendap awal. Di sini terjadi proses sedimentasi dari padatan yang terbawa seperti pasir dan lumpur.
- Dari bak prasedimentasi, air dipompa ke unit klarifikasi untuk proses pemisahan parameter ikutan yang tidak dibutuhkan seperti dissolved solid (TDS) serta mereduksi tingkat turbiditi. Pada unit klarifikasi ini ditambahkan flokulan dan polimer anionik untuk mempercepat pengendapan.
- Air bersih dari unit ini sebelum didistribusikan terlebih dahulu diberikan chlorine sebagai desinfektan.



Gambar 4.29 Sistem pengairan halaman
Sumber: Gambar mechanical & electrical UC dan dokumentasi pribadi (2008)

Untuk kegiatan operasional bangunan seperti sistem pengairan halaman, kebutuhan kamar mandi, dan kantin masih menggunakan 100% air bersih. Walaupun sudah terdapat upaya untuk memasang *paving* pada jalur jalan sekeliling bangunan, halaman berumput, dan pengelolaan air hujan, sistem untuk daur ulang dengan pengolahan air buangan belum dilakukan.

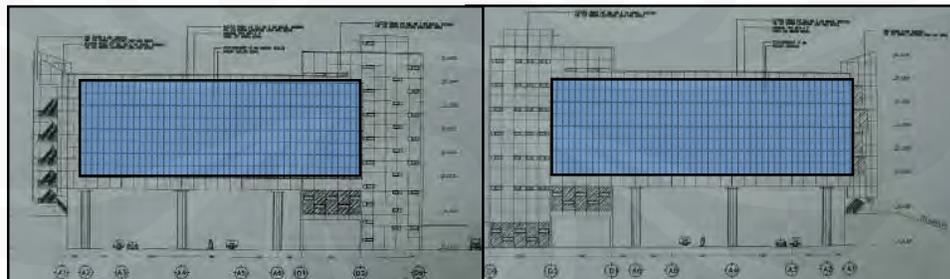
Penilaian dengan LEED-NC 2.1; Efisiensi Air

KRITERIA	KREDIT	KETERANGAN
<i>Water Efficiency</i>		
<i>WE landscaping</i>	–	Untuk menyiram halaman masih menggunakan air bersih yang berasal dari air tanah. Dan air resapan dari paving dan halaman berumput tidak diolah untuk dipergunakan kembali. Sehingga poin ini tidak dapat dipenuhi.
<i>Innovative wastewater tech</i>	–	Rancangan bangunan belum menggunakan teknologi dan pemilihan alat-alat seperti yang telah ditentukan.
<i>Water use reduction</i>	–*	Upaya pengumpulan air hujan belum diikuti dengan sistem pengolahan dan penggunaan kembali.
2 kemungkinan		Dari 5 poin.

Tabel 4.10 Analisa LEED (*water efficiency*) Universitas Ciputra
 Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation Versi 2.1, November 2002

4.2.2.3 Energi

Rancangan bangunan belum menerapkan sistem yang menghasilkan energi sendiri seperti panel surya atau *photovoltaic*. Walaupun demikian strategi lain ditekankan pada pengurangan penggunaan energi aktif pada bangunan. Strategi yang dilakukan adalah dengan memasang sirip-sirip polycarbonate pada sisi barat dan timur bangunan dari lantai 3 hingga lantai 6. Sirip-sirip ini terbukti dapat mengurangi penggunaan AC pada kelas, karena dari tiga buah AC yang disediakan tiap kelas hanya satu saja yang dihidupkan. Tetapi data lengkap mengenai prosentase energi yang dapat dihemat belum penulis dapatkan



Gambar 4.30 Letak pemasangan sirip polycarbonate UC
 Sumber: Gambar arsitektural UC

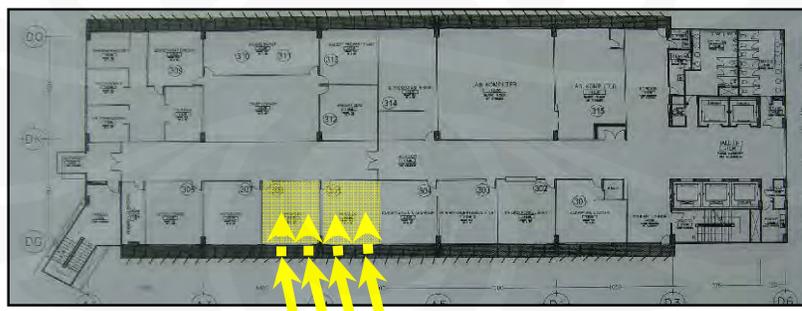


Gambar 4.31 Detail sirip polycarbonate UC
 Sumber: Gambar mechanical electrical dan dokumentasi pribadi (2008)

Sirip ini dapat berfungsi sebagai dinding sekunder sebelum dinding utama. Cahaya matahari yang dipancarkan akan mengenai sirip polycarbonate ini. Panas matahari akan diserap sebagian oleh material ini tetapi cahayanya tetap diteruskan ke dinding utama yang sebagian besar diberi kaca. Oleh karena itu, panas ruangan akan tereduksi tetapi pencahayaan tetap terjaga. Sistem ini sangat potensial untuk mengurangi penggunaan energi aktif baik AC maupun penggunaan pencahayaan buatan (lampu).



Gambar 4.32 Ruang kelas UC
 Sumber: Dokumentasi pribadi (2008)



Gambar 4.33 Cara kerja sirip polycarbonate
 Sumber: Gambar mechanical & electrical UC

Selain itu, dengan adanya banyak bukaan khususnya pada lantai satu dan lantai dua, serta penempatan elemen kaca pada sisi utara dan selatan bangunan dapat memperlancar sirkulasi udara dan pencahayaan alami sehingga mengurangi penggunaan AC dan lampu. Seperti pada ruang makan di lantai dua (lihat gambar) yang memiliki banyak bukaan dan koridor lantai tiga hingga lantai enam yang pada tiap ujungnya terdapat kaca yang memaksimalkan masuknya cahaya matahari dan menerangi sepanjang koridor.



Gambar 4.34 Strategi untuk mengurangi penggunaan energi aktif UC
Sumber: Dokumentasi pribadi (2008)

Penilaian dengan LEED-NC 2.1; Energi

KRITERIA	KREDIT	KETERANGAN
<i>Energy & Atmosphere</i>		
<i>Fundamental building Systems commissioning</i>	√	Elemen dan sistem bangunan sudah dirancang dan dipasang sesuai dengan yang diharapkan.
<i>Minimum energy performance</i>	–	Rancangan bangunan tidak dibuat dengan simulasi komputer dan di Indonesia belum terdapat <i>building code</i> seperti yang ditentukan.
<i>CFC reduction in HVAC&R equipment</i>	–	Masih menggunakan peralatan yang menggunakan CFC seperti kulkas.
<i>Optimize energy performance</i>	–*	Belum ada parameter untuk presentase efisiensi energi (seperti ASHRAE di Amerika Serikat). Tetapi strategi untuk efisiensi energi sudah dilakukan untuk mengurangi penggunaan energi aktif seperti adanya <i>green roof</i> yang dapat mendinginkan ruang di bawahnya.
<i>Renewable energy</i>	–	Belum menerapkan sistem yang dapat menghasilkan energi aktif.
<i>Additional</i>	1 poin	Melibatkan tim khusus untuk rancangan

<i>commissioning</i>		sirip polycarbonate.
<i>Ozone depletion</i>	–	Masih menggunakan peralatan yang menggunakan CFC seperti kulkas.
<i>Measurement & verification</i>	–	Belum menerapkan sistem rancangan dan teknologi ini.
<i>Green power</i>	–	Belum menerapkan sistem yang dapat menghasilkan energi aktif.
1 poin + 10 kemungkinan		Dari 17 poin.

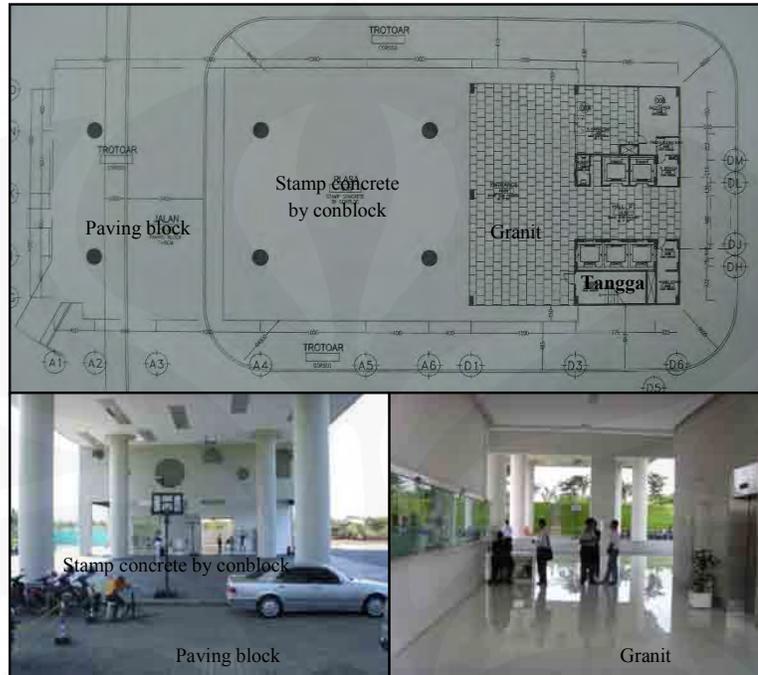
Tabel 4.11 Analisa LEED (*energy & atmosphere*) Universitas Ciputra
 Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation Versi 2.1, November 2002

4.2.2.4 Material dan Sumbernya

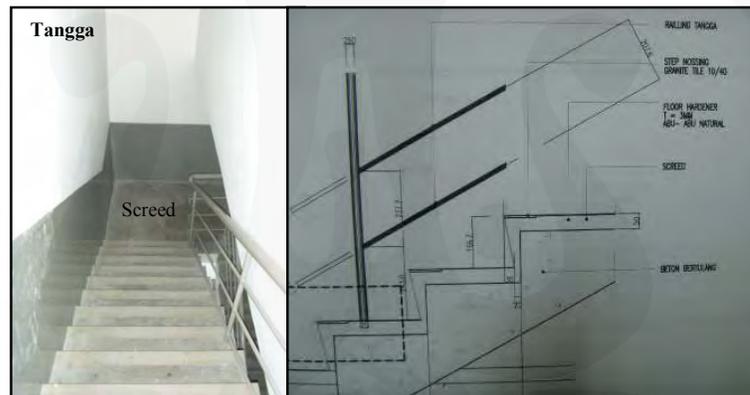
Struktur utama bangunan ini adalah beton bertulang yang dapat dilihat pada gambar dalam tahap perancangan. Untuk material pengisi (dinding) digunakan batu bata dan beton ringan yang diplesir. Sedangkan untuk jendela digunakan material kaca. Pada jalur jalan di sekeliling bangunan dipasang *paving stone conblock* agar dapat menyerap air hujan. Dan material yang terdapat di dalam ruangan lebih beragam sesuai dengan fungsi ruangan. Misalnya untuk material lantai yang digunakan adalah granit, granit tile, *hardener nat aluminium*, dan *screeding*. Material khusus juga digunakan seperti polycarbonate yang digunakan pada sirip bangunan.

Berdasarkan laporan AMDAL dan wawancara, material yang digunakan adalah material lokal. Tetapi presentasinya terhadap keseluruhan material bangunan tidak diketahui dan sumber mendapatkan bahan dan material tidak disebutkan. Bangunan ini belum menggunakan material-material daur ulang, material sisa, dan material dari sumber yang dapat cepat berproduksi seperti bambu. Tetapi upaya yang baik ditunjukkan dengan pengaturan letak material yang disesuaikan dengan fungsi ruangan dan pemilihan material khusus untuk tujuan efisiensi energi.

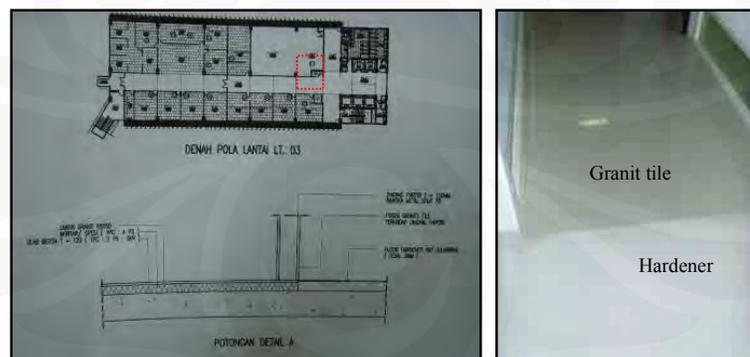
Berikut ini adalah gambar-gambar material yang digunakan pada bangunan Universitas Ciputra yang data-datanya penulis dapatkan dari gambar mechanical & electrical yang disertai dengan foto-foto pengamatan.



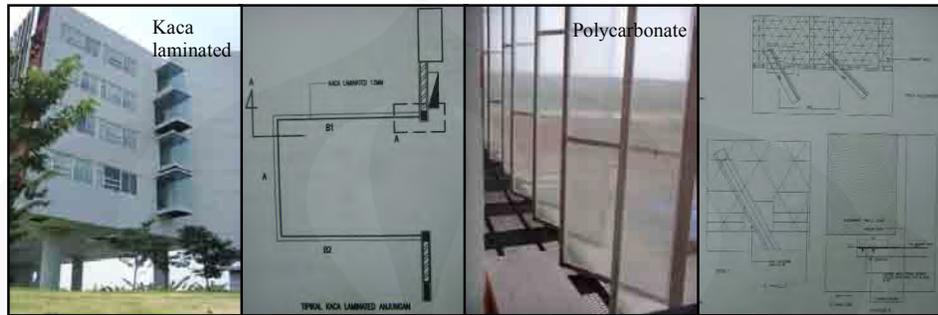
Gambar 4.35 Material alas pada lantai 1 UC
 Sumber: Gambar arsitektural UC dan dokumentasi pribadi (2008)



Gambar 4.36 Material tangga darurat UC
 Sumber: Gambar mechanical & electrical dan dokumentasi pribadi (2008)



Gambar 4.37 Material granit tile & hardener nat aluminium UC
 Sumber: Gambar mechanical & electrical dan dokumentasi pribadi (2008)



Gambar 4.38 Material kaca dan polycarbonate UC
 Sumber: Gambar mechanical dan electrical UC dan dokumentasi pribadi (2008)

Penilaian dengan LEED-NC 2.1; Material dan Sumbernya

KRITERIA	KREDIT	KETERANGAN
Material & Resources		
<i>Storage & collection of recyclables</i>	√	Menyediakan tempat yang mudah diakses bangunan untuk melakukan penyimpanan dan pembuangan barang.
<i>Building reuse</i>	–	Pada awalnya, lahan ini merupakan tanah kosong yang dibeli khusus oleh Yayasan Ciputra.
<i>Construction waste management</i>	–	Saat perancangan bangunan tidak dilakukan pengelolaan sisa-sisa konstruksi
<i>Resource reuse</i>	–	Pada bangunan belum menggunakan material sisa yang digunakan kembali.
<i>Recycled content</i>	–	Belum menerapkan prinsip-prinsip material daur ulang.
<i>Local / regional materials</i>	–*	Pada laporan perancangan menggunakan material lokal tetapi tidak disebutkan persentasenya dan jarak sumber mendapatkan material tersebut.
<i>Rapidly renewable materials</i>	–	Tidak menggunakan alternatif material-material seperti yang telah ditentukan.
<i>Certified wood</i>	–	Belum ada badan atau organisasi yang dapat mensertifikasi jenis kayu untuk konstruksi bangunan.
2 kemungkinan		Dari 13 poin.

Tabel 4.12 Analisa LEED (*materials & resources*) Universitas Ciputra
 Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation Versi 2.1, November 2002

4.2.2.5 Kualitas Pengudaraan dan Pencahayaan Dalam Ruangan

Untuk menciptakan kenyamanan di dalam ruangan, bangunan masih mengandalkan penggunaan AC. Tetapi penggunaan alat pendingin yang menggunakan listrik ini sudah direduksi dengan adanya sirip polycarbonate pada sisi bangunan yang dapat mereduksi panas, khususnya pada ruang-ruang kelas. Sedangkan pada beberapa lantai, seperti lantai 1, lantai 2, dan lantai 7, AC tidak digunakan karena rancangan bangunan memaksimalkan bukaan yang mengalirkan pengudaraan alami. Dengan bukaan yang maksimal, penggunaan pencahayaan buatan (lampu) dapat dikurangi karena kualitas ruang yang tercipta sudah cukup terang dengan mengandalkan pencahayaan alami saja.



Gambar 4.39 Lantai UC yang tidak menggunakan AC
Sumber: Gambar arsitektural UC dan dokumentasi pribadi (2008)

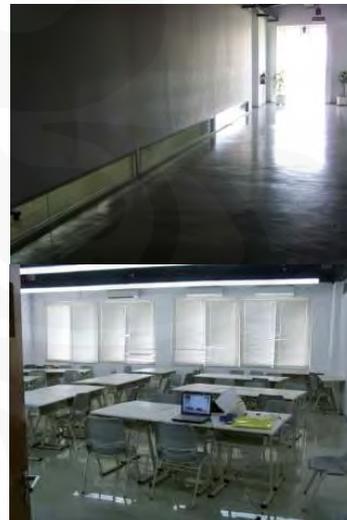
Untuk koridor, pencahayaan alami dimanfaatkan dari kedua ujung-ujungnya yang menggunakan material kaca. Pada siang hari koridor ini sama sekali tidak menggunakan lampu karena pencahayaan alami saja sudah sangat cukup untuk menerangi ruangan. Sedangkan pengudaraan alami didapatkan dari kaca yang dapat dibuka pada ujung koridor. Angin yang berhembus

sangat kencang sehingga pembukaan jendela tidak perlu maksimal. Pada saat pengamatan lapangan, dengan jendela yang hanya terbuka setengah sudah sangat cukup memberikan kesejukan pada ruangan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 4.40 Pencahayaan & pengudaraan alami koridor lantai 3-6
 Sumber: Gambar arsitektural UC dan dokumentasi pribadi (2008)

Pada ruang kelas, pencahayaan alami didapatkan dari dua sisi, sisi yang merupakan kulit bangunan yang berhubungan dengan sirip polycarbonate dan sisi yang berhubungan dengan koridor (yang mendapatkan pencahayaan dari kedua ujungnya). Dari koridor cahaya dimasukkan pada kaca yang dipasang pada bagian bawah dinding. Agar lebih jelas dapat dilihat pada gambar disamping.



Gambar 4.41 Pencahayaan alami pada ruang kelas
 Sumber: Dokumentasi pribadi (2008)

Kenyamanan ruang tidak hanya diperhatikan pada ruang-ruang kegiatan utama seperti ruang kelas, tetapi juga pada tangga darurat. Pada ruang ini juga diperhatikan mengenai pencahayaan alami dengan adanya jendela kaca dan sistem pengudaraan dengan adanya *exhaust fan*.



Gambar 4.42 Pencahayaan & pengudaraan pada tangga darurat UC
Sumber: Dokumentasi pribadi (2008)

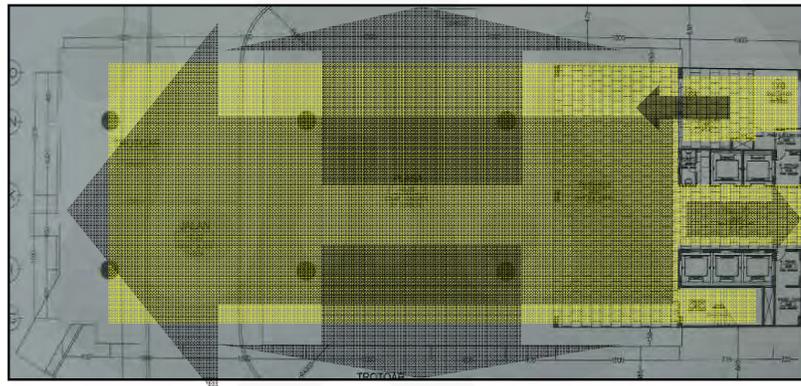
Penilaian dengan LEED-NC 2.1; Kualitas Pengudaraan & Pencahayaan

KRITERIA	KREDIT	KETERANGAN
<i>Indoor Environmental Quality</i>		
<i>Minimum Indoor Air Quality (IAQ) performance</i>	–	Belum memiliki standar persyaratan untuk sistem HVAC.
<i>Environmental Tobacco Smoke Control</i>	–	Tidak memiliki ruangan khusus untuk merokok.
<i>CO2 Monitoring</i>	–	Tidak memiliki sistem pemantau pelepasan CO ₂
<i>Ventilation effectiveness</i>	–*	Belum memiliki parameter standar untuk sistem ventilasi. Tetapi rancangan bangunan, khususnya di lantai 1, sangat memaksimalkan bukaan yang memperlancar sirkulasi udara dan cahaya.
<i>Construction IAQ Management plan</i>	–	Data untuk poin ini tidak ditemukan dalam laporan perancangan.
<i>Low-emitting materials</i>	–	Pada rancangan bangunan tidak ditemukan data penggunaan adhesive & sealent yang menghasilkan tingkat emsisi rendah.
<i>Indoor chemical & Pollutant source control</i>	–	Pada bangunan tidak terdapat sistem pemipaan dan exhaust terpisah khusus untuk polutan-polutan mengandung zat kimia.
<i>Controllability of systems</i>	–*	Pengamatan tidak dapat dilakukan pada setiap ruangan karena kebijakan pihak kampus, sehingga poin ini dianggap tidak dapat dipenuhi.
<i>Thermal comfort</i>	–	Indonesia belum memiliki parameter

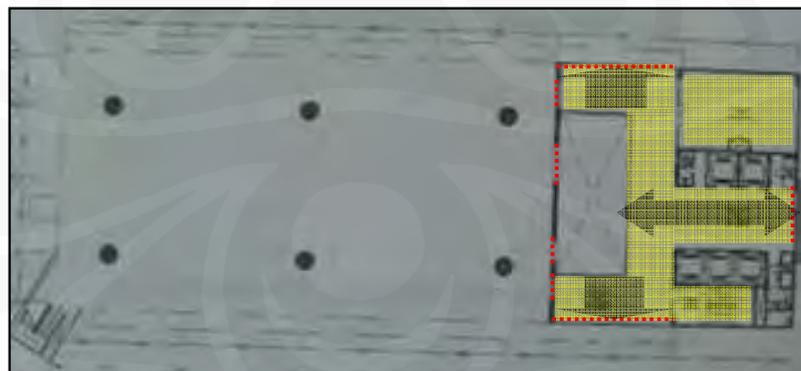
		seperti ASHRAE, sehingga poin ini tidak dapat dipenuhi.
<i>Daylight & views</i>	1 poin *	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Daylight 75% of spaces</i> Dengan melakukan pengukuran menggunakan skala batang seperti gambar di bawah, jumlah prosentase luas ruangan yang mendapatkan pencahayaan alami mencapai 91,86%. Sehingga poin ini dapat dipenuhi. • <i>Views for 90% of spaces</i> Dengan melakukan pengukuran menggunakan skala batang seperti gambar di bawah, jumlah prosentase luas ruangan yang mendapatkan view ke arah luar hanya 32,54%. Sehingga poin ini tidak dapat dipenuhi.
1 poin + 3 kemungkinan		Dari 15 poin.

Tabel 4.13 Analisa LEED (*indoor environmental quality*) Universitas Ciputra
 Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation
 Versi 2.1, November 2002

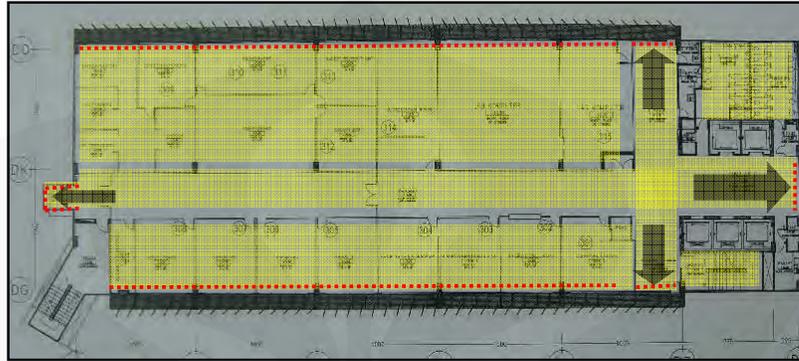
Analisa poin LEED *daylight & views*



Gambar 4.43 Analisa daylight & views lantai 1 UC
 Sumber: Gambar arsitektural UC (dengan olahan penulis)



Gambar 4.44 Analisa daylight & views lantai 2 UC
 Sumber: Gambar arsitektural UC (dengan olahan penulis)



Gambar 4.45 Analisa daylight & views lantai 3-6 UC
 Sumber: Gambar arsitektural UC (dengan olahan penulis)



Gambar 4.46 Analisa daylight & views lantai 1 UC
 Sumber: Gambar arsitektural UC (dengan olahan penulis)

Keterangan:

- Bukaan
- ➔ View ke arah luar
- Daerah yang terkena pencahayaan alami

4.2.2.6 Inovasi dalam Proses Perancangan

Penilaian dengan LEED-NC 2.1; Inovasi dalam Proses Perancangan

KRITERIA	KREDIT	KETERANGAN
<i>Innovation & design process</i>		
<i>Innovation in design</i>	-	Belum melakukan strategi perancangan di luar poin-poin LEED.
<i>Innovation in design</i>	-	Belum melakukan strategi perancangan di luar poin-poin LEED.
<i>Innovation in design</i>	-	Belum melakukan strategi perancangan di luar poin-poin LEED.
<i>Innovation in design</i>	-	Belum melakukan strategi perancangan di luar poin-poin LEED.
LEED Accredited	-	Tim perencana dan perancang belum mendapatkan pelatihan dari LEED

Professional		Accredited Professional.
	0 poin	Dari kemungkinan 5 poin

Tabel 4.14 LEED-NC (*innovation & design process*) Universitas Ciputra
 Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation
 Versi 2.1, November 2002

4.2.2.7 Sertifikasi Bangunan dengan LEED-NC 2.1

KRITERIA	KREDIT
<i>Sustainable Site</i>	3 poin + 4 kemungkinan*
<i>Water Efficiency</i>	2 kemungkinan*
<i>Energy & Atmosphere</i>	1 poin + 10 kemungkinan*
<i>Material & Resources</i>	2 kemungkinan*
<i>Indoor Environmental Quality</i>	1 poin + 3 kemungkinan*
<i>Innovation & Design Process</i>	0** poin
Sertifikasi	5 poin + 21 kemungkinan

Tabel 4.15 LEED-NC 2.1 Universitas ciputra
 Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction &
 Major Renovation Versi 2.1, November 2002

*Terdapat strategi yang sudah mengarah pada poin-poin LEED tetapi terhalang pada tidak adanya badan organisasi dan parameter yang dijadikan standard untuk rancangan dan elemen tertentu.

**Kriteria keenam (*innovation & design process*) belum dapat dipenuhi karena belum terdapat rancangan khusus untuk menunjang performa bangunan dan belum terdapat tim perancang yang mendapatkan pendidikan LEED Accredited Professional.

(Semua data didapatkan dari studi pengamatan langsung di Surabaya, wawancara dengan pihak Yayasan Ciputra dan Universitas Ciputra, gambar-gambar arsitektural & ME, dokumen AMDAL dan laporan perencanaan & perancangan)

4.3 Studi Kasus 3: Menara Kadin Indonesia

4.3.1 Data Umum Bangunan

Nama Proyek	: Menara Kadin Indonesia
Lokasi	: JL.H.R. Rasuna Said Blok X-5 Kav 2-3 Jakarta Selatan
Tipe bangunan	: Perkantoran 36 lantai
Pemilik	: PT. Kalindo Deka Griya
Arsitek	: Architects Pacific Limited, Hongkong
Luas	: Lahan: 5.700m ² , luas total lantai: 59.013 m ²
Masa konstruksi	: 1996-1998



Gambar 4.47 Menara Kadin Indonesia

Sumber: <http://www.flickr.com>

Keunggulan yang dimiliki Menara Kadin Indonesia adalah sebagai salah satu gedung tinggi yang masuk dalam kategori gedung dengan performa internasional versi Emporis Building³¹ (sebuah lembaga yang menilai bangunan-bangunan di

³¹ <http://www.emporis.com/en/>

seluruh dunia). Berdasarkan hal ini penulis memilih Menara Kadin ini sebagai studi kasus yang dapat mewakili bangunan tinggi.

4.3.2 Analisa Bangunan

Data tambahan

Bangunan : 36 lantai dan 3 basement dengan luas keseluruhan 59.013 m²

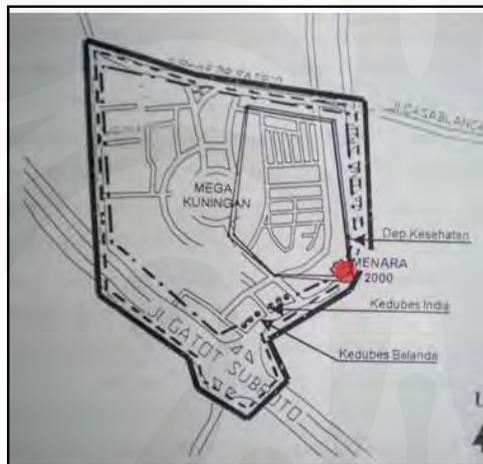
KDB : 4,99%

KLB : 39,3%

Parkir : luas 16.351,3 m² dengan kapasitas 524 mobil

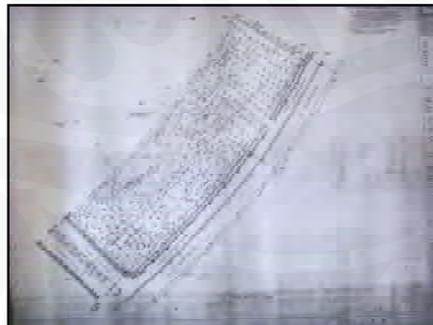
(sumber: dokumen AMDAL Menara Kadin)

4.3.2.1 Lahan dan Lingkungan



Gambar 4.48 Block plan Menara Kadin
Sumber: Laporan perancangan Menara Kadin
multifungsi bertaraf internasional secara terpadu.

Ditinjau dari keadaan topografinya, kecamatan setiabudi dapat dikategorikan sebagai daerah perlembahan. Ketinggian tanah berkisar 60-70 m di atas permukaan air laut, diukur dari titik 0 Tanjung Priuk. Jenis tanahnya adalah asosiasi aluvial kelabu dan aluvial coklat keabuan, di mana teksturnya halus. Tanah ini terbentuk dari endapan tanah liat.



Gambar 4.49 Site survey plan
Sumber: Gambar arsitektural Menara Kadin



Gambar 4.50 Peta Satelit Menara Kadin Indonesia
 Sumber: www.wikimapia.com

Menara Kadin berhubungan dengan jalan-jalan besar seperti JL.Gatot Subroto dan JL.H.R.Rasuna Said yang juga dilalui bus-bus kota. Di depan Menara Kadin terdapat halte busway yang dapat mempermudah akses transportasi ke bangunan ini. Adanya beberapa transportasi alternatif yang melewati bangunan ini seharusnya dapat mengurangi penggunaan kendaraan pribadi dan mengurangi polusi udara.

Kegiatan Pembangunan Unit Pengendalian Dampak

1. Untuk menghindari keluhan-keluhan masyarakat akibat banyaknya debu yang berasal dari proyek, maka seluruh bangunan dilengkapi dengan jaring-jaring penahan material dan debu (pada saat konstruksi).
2. Untuk menghindari pencemaran dari air buangan gedung perkantoran, bangunan dilengkapi dengan STP , dimana air limbah terolah dan dibuang ke saluran drainase kota (pada saat operasional).
3. Ruang parkir bawah tanah untuk mengurangi konsentrasi polusi akibat kendaraan bermotor. Untuk mengantisipasi emisi yang akan terjadi , sirkulasi udara di ruang parkir menggunakan *exhaust fan* yang dihembuskan keluar (pada saat operasional).
4. Sistem pencegah kebakaran yang telah disesuaikan dengan standar DKI Jakarta, khususnya sistem hidrolik (pada saat operasional).

5. Sistem pengamanan pada saat pembangunan proyek sebagai berikut:
- Pagar pengaman
 - Lampu penerangan
 - Pemadam kebakaran dengan racun api
 - *Body protection*, pakaian khusus untuk melindungi badan secara langsung akibat kotoran-kotoran , bahan kimia, oli, dan minyak panas.
 - *Headgear / safety head*, untuk melindungi kepala pada saat bekerja.
 - *Eye protection, safety shoes, hearing protection, safety belt, respirating protective*, sarung tangan, jarring pengaman, lift pekerja, tanda peringatan.

(Sumber : Dokumen AMDAL)

Pemulihan Kembali

Untuk pemulihan kembali lokasi proyek pada pembangunan gedung perkantoran Menara Kadin Indonesia, usaha yang dilakukan diutamakan pembersihan sisa-sisa bahan konstruksi. Sisa-sisa bahan yang tidak terpakai seperti besi, kayu, dan puing-puing dikumpulkan di suatu tempat untuk selanjutnya sisa puing-puing ini dimanfaatkan masyarakat sekitar atau untuk penimbunan. (Hasil wawancara dengan Pak Iwan, *Building Management*)



Gambar 4.51 Daerah Hjau Menara Kadin Indonesia
Sumber: Dokumentasi pribadi (2008) & gambar arsitektural Menara kadin

Pengelolaan air pada lingkungan dan daerah hijau

Daerah hijau dan *conblock* digunakan pada lahan bangunan untuk mengurangi pengaliran dan penampungan air. Untuk lahan hijau dimaksimalkan pada sisi bangunan yang berhubungan dengan jalan raya untuk mengurangi polusi dari jalan ke dalam area bangunan. Jumlah daerah hijau sangat sedikit sekali dan rancangan belum mengupayakan penambahan daerah hijau pada area tertentu misalnya pada atap bangunan (*green roof*).

Operasional bangunan

1. Gedung akan menghasilkan limbah padat kering sebesar 7 m³.
2. Kapasitas STP 270 m³/hari untuk menangani limbah cair domestik yang akan diolah sebesar 240 m³/hari.
3. Limbah cair yang dihasilkan dialirkan melalui STP menuju saluran drainase kota yang terletak di tepi jalan depan gedung.
4. Sistem drainase dengan cara gravitasi dan dialirkan ke saluran kota. Saluran drainase yang ada bermuara ke Kali Cideng.

(Sumber : Dokumen AMDAL)

Penilaian dengan LEED-NC 2.1; Lahan dan Lingkungan

KRITERIA	KREDIT	KETERANGAN
<i>Sustainable Site</i>		
<i>Erosion & sedimentation control</i>	√	Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu pihak <i>building management</i> (Pak Iwan) upaya ini dilakukan dalam tahap perancangan awal.
<i>Site selection</i>	1 poin	Pemilihan tidak pada lahan yang masih produktif dan memang diperuntukan bagi kawasan multifungsi bertaraf internasional.
<i>Development density</i>	–	Pembangunan saluran ke daerah perkotaan dengan sarana infrastruktur yang sudah ada, menjaga habitat dan sumberdaya alam.
<i>Brownfield development</i>	–	Keadaan awal hanya sebuah lahan kosong yang dalam keadaan baik, dan pembangunan bukan bertujuan untuk merehabilitasi lahan yang rusak.
<i>Alternative transportation</i>	1 poin	Terdapat stasiun busway yang tepat berada di depan bangunan ini dan juga dilalui beberapa bus umum.
<i>Reduced site</i>	–	Belum berupaya menggantikan <i>open space</i>

<i>disturbance</i>		yang terbangun dan lahan hijau sangat minim sekali.
<i>Stormwater management</i>	—*	Sebenarnya rancangan bangunan sudah melakukan upaya untuk pengelolaan air hujan, pencegahan pengaliran dan tergenangnya air hujan. Tetapi sesuai dengan ketentuan, data jumlah presentase yang dapat dikelola sulit untuk didapatkan.
<i>Heat island effect</i>	—	Strategi ini belum dilakukan.
<i>Light pollution reduction</i>	—	Strategi ini belum dilakukan.
2 poin + 2 kemungkinan		Dari 14 poin.

Tabel 4.16 Analisa LEED (*sustainable site*) Menara Kadin Indonesia
 Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation Versi 2.1, November 2002

4.3.2.2 Efisiensi Air

Sumber pemenuhan air bersih berasal dari PAM (Perusahaan Air Minum). Berdasarkan dokumen AMDAL, jumlah kebutuhan air bersih diperkirakan 300 m³/hari. Berikut ini adalah rincian kegiatan dan perkiraan jumlah yang dibutuhkan untuk air bersih:

No.	Kebutuhan	Liter/hari
1	Gedung perkantoran	
	MCK karyawan (seluruh karyawan perkantoran pengguna gedung ± 2.187 orang)	218.780
2	MCK umum/tamu	43.755
3	Kegiatan restoran, dapur, cuci peralatan, dll	4.000
4	Pemeliharaan gedung 53.013 m ² (0,5 lt/m ²)	29.565
5	Siram tanaman	3.900
	Total	300.000
		= 300 m³

Table 4.17 Kebutuhan Air Bersih Menara Kadin Indonesia
 Sumber: Dokumen AMDAL Menara Kadin Indonesia

Dalam dokumen AMDAL sebanyak 100 m³/hari limbah rencananya akan digunakan sebagai aset untuk daur ulang. Strategi lainnya adalah menggunakan sistem *dewatering*, sebuah metode pemutaran air di mana air yang dikeluarkan dikembalikan lagi ke sumur-sumur yang berada di sekeliling daerah galian. Tetapi pada operasionalnya, proses pengolahan air buangan memang dilakukan walaupun untuk saat ini baru dapat memenuhi

kebutuhan chiller. Untuk kedepannya, proses daur ulang ini akan dimaksimalkan seperti pemanfaatan air hujan dan pengolahan air buangan untuk menyiram halaman dan *flush* toilet. (Hasil wawancara dengan Pak Iwan, *Building Management*)

Penilaian dengan LEED-NC 2.1; Efisiensi Air

KRITERIA	KREDIT	KETERANGAN
Water Efficiency		
<i>WE landscaping</i>	–	Untuk menyiram halaman masih menggunakan air bersih yang berasal dari PAM.
<i>Innovative wastewater tech</i>	–*	Strategi untuk melakukan pengolahan air buangan untuk digunakan kembali sebenarnya sudah direncanakan. Tetapi untuk saat ini belum dilaksanakan.
<i>Water use reduction</i>	–*	Telah dilakukan strategi pengurangan penggunaan air dengan pengolahan limbah untuk chiller. Tetapi presentasinya belum dapat ditentukan.
3 kemungkinan		Dari 5 poin.

Tabel 4.18 Analisa LEED (*water efficiency*) Menara Kadin Indonesia
 Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation Versi 2.1, November 2002

4.3.2.3 Energi

Pemenuhan kebutuhan listrik berasal dari PLN (Perusahaan Listrik Negara). Dan untuk cadangan ketika listrik mati digunakan genset. Tetapi bangunan belum menerapkan sistem yang dapat menghasilkan energi aktif sendiri seperti *photovoltaic*. Berikut ini adalah sumber pemenuhan listrik dan kapasitasnya :

Jenis	Kapasitas	Sumber	Keterangan
Energi listrik	3 phase 50 hz; 220/380 volt dengan daya tersedia 3.645 KCA	PLN	Sumber listrik utama
	3 buah dengan kapasitas masing-masing 1.250 KVA	Genset	Sumber listrik cadangan jika PLN mengalami gangguan

Tabel 4.19 Sarana dan Prasarana (air bersih) Menara Kadin Indonesia
 Sumber: Dokumen AMDAL Menara Kadin Indonesia

Analisa dengan LEED-NC 2.1; Energi

KRITERIA	KREDIT	KETERANGAN
<i>Energy & Atmosphere</i>		
<i>Fundamental building Systems commissioning</i>	√	Elemen dan sistem bangunan sudah dirancang dan dipasang sesuai dengan yang diharapkan.
<i>Minimum energy performance</i>	–	Rancangan bangunan tidak dibuat dengan simulasi komputer dan di Indonesia belum terdapat <i>building code</i> seperti yang ditentukan.
<i>CFC reduction in HVAC&R equipment</i>	–	Masih menggunakan peralatan yang menggunakan CFC seperti kulkas.
<i>Optimize energy performance</i>	–*	Belum ada parameter untuk prosentase efisiensi energi (seperti ASHRAE di Amerika Serikat). Tetapi strategi untuk efisiensi energi sudah dilakukan untuk mengurangi penggunaan energi aktif seperti adanya <i>green roof</i> yang dapat mendinginkan ruang di bawahnya.
<i>Renewable energy</i>	–	Belum menerapkan sistem yang dapat menghasilkan energi aktif.
<i>Additional commissioning</i>	–	Tidak terdapat strategi perancangan yang membutuhkan tim khusus untuk mengerjakannya.
<i>Ozone depletion</i>	–	Masih menggunakan peralatan yang menggunakan CFC seperti kulkas.
<i>Measurement & verification</i>	–	Belum menerapkan sistem rancangan dan teknologi ini.
<i>Green power</i>	–	Belum menerapkan sistem yang dapat menghasilkan energi aktif.
10 kemungkinan		Dari 17 poin.

Tabel 4.20 Analisa LEED (*energy & atmosphere*) Menara Kadin Indonesia
 Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation Versi 2.1, November 2002

4.3.2.4 Material dan Sumbernya

Penggunaan Material Bangunan

1. Pasir, kerikil, semen, dan air untuk beton dan beton bertulang mulai dari pondasi sampai sub struktur. Untuk cetakan beton diperlukan kayu, multiplex, paku dalam jumlah besar, seperti semen diperlukan gudang tempat penyimpanan dan diperlukan area yang cukup luas untuk pengadukan semen (*batch plant*), pembuatan beton/molen besar.

2. Batu bata, marmer impor/lokal, dan granit impor.
3. Struktur besi dan besi beton dengan berbagai ukuran untuk pekerjaan sipil dan struktur besi dalam bentuk batangan dan ada sebagian yang harus diperbaiki di tempat.
4. Pipa-pipa seperti *carbon steel*, *stainless steel*, dan buis beton yang diperlukan untuk plumbing/instalasi air minum, air bersih, dan air kotor. Pipa-pipa ini dilengkapi dengan alat-alat sambungan seperti fitting. Material kabel listrik yang diperlukan cukup banyak dengan dilengkapi oleh tiang-tiang listrik, panel, trafo, saklar, dan lain-lain.

(Sumber : Dokumen AMDAL)

Bangunan belum menggunakan material sisa, material daur ulang, ataupun material yang cepat berproduksi kembali. Walaupun pada dokumen AMDAL dikatakan terdapat material lokal, tetapi jumlah presentase dan sumbernya tidak diketahui.

Penilaian dengan LEED-NC 2.1; Material dan Sumbernya

KRITERIA	KREDIT	KETERANGAN
Material & Resources		
<i>Storage & collection of recyclables</i>	√	Menyediakan tempat yang mudah diakses bangunan untuk melakukan penyimpanan dan pembuangan barang.
<i>Building reuse</i>	–	Bangunan lama diruntuhkan dan yang dimanfaatkan kembali hanya material kayu dan batu bata.
<i>Construction waste management</i>	–	Saat perancangan bangunan tidak dilakukan pengelolaan sisa-sisa konstruksi
<i>Resource reuse</i>	–	Semua material yang digunakan adalah material baru, bahkan ada beberapa material yang diimpor.
<i>Recycled content</i>	–	Tidak menggunakan material bangunan yang menerapkan konsep daur ulang.
<i>Local / regional materials</i>	–*	Pada laporan perancangan menggunakan material lokal tetapi tidak disebutkan presentasinya dan jarak sumber mendapatkan material tersebut.
<i>Rapidly renewable materials</i>	–	Tidak menggunakan alternatif material-material seperti yang telah ditentukan.
<i>Certified wood</i>	–	Belum ada badan atau organisasi yang dapat mensertifikasi jenis kayu untuk konstruksi bangunan.
2 kemungkinan		Dari 13 poin.

Tabel 4.21 Analisa LEED (*materials & resources*) Menara Kadin Indonesia
 Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation Versi 2.1, November 2002

4.3.2.5 Kualitas Pengudaraan dan Pencahayaan Dalam Ruangan

Karena bangunan perkantoran ini akan disewakan pada beberapa tenant, sehingga untuk kenyamanan dalam ruangan masih 100% mengandalkan penggunaan pengudaraan buatan (AC). lantai yang disewakan sama sekali tidak memanfaatkan pengudaraan alami. Pencahayaan dan pengudaraan alami hanya terdapat pada lobby seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.52 Pencahayaan & pengudaraan alami Menara Kadin Indonesia
Sumber: Dokumentasi pribadi (2008)

Upaya untuk mereduksi panas yang masuk ke dalam ruangan juga dilakukan dengan adanya kolam di bagian depan lobby. Upaya ini dilakukan untuk mengurangi pendingin (AC) ruangan, walaupun belum dapat diketahui seberapa besar presentase yang dapat dikurangi dengan adanya kolam ini.



Gambar 4.53 Kolam di depan lobby
Menara Kadin
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2008)

Penilaian dengan LEED-NC 2.1; Kualitas Pengudaraan & Pencahayaan

KRITERIA	KREDIT	KETERANGAN
<i>Indoor Environmental Quality</i>		
<i>Minimum Indoor Air Quality (IAQ) performance</i>	–	Belum memiliki standard persyaratan untuk sistem HVAC.
<i>Environmental Tobacco Smoke Control</i>	–	Tidak memiliki ruangan khusus untuk merokok.
<i>CO2 Monitoring</i>	–	Tidak memiliki sistem pemantau pelepasan CO ₂
<i>Ventilation effectiveness</i>	–*	Belum memiliki parameter standard untuk sistem ventilasi. Tetapi rancangan bangunan, khususnya di lobby, sangat memaksimalkan bukaan yang memperlancar sirkulasi udara dan cahaya.
<i>Construction IAQ Management plan</i>	–	Data untuk poin ini tidak ditemukan dalam laporan perancangan.
<i>Low-emitting materials</i>	–	Pada rancangan bangunan tidak ditemukan data penggunaan adhesive & sealent yang menghasilkan tingkat emsisi rendah.
<i>Indoor chemical & Pollutant source control</i>	–	Pada bangunan tidak terdapat sistem pemipaan dan exhaust terpisah khusus untuk polutan-polutan mengandung zat kimia.
<i>Controllability of systems</i>	–*	Data sulit didapatkan karena kebijakan masing-masing <i>tenant</i> .
<i>Thermal comfort</i>	–	Indonesia belum memiliki parameter seperti ASHRAE, sehingga poin ini tidak dapat dipenuhi.
<i>Daylight & views</i>	–*	Data sulit didapatkan karena kebijakan masing-masing <i>tenant</i> yang tidak mengizinkan melakukan pengamatan.
5 kemungkinan		Dari 15 poin.

Tabel 4.22 Analisa LEED (*indoor environmental quality*) Menara Kadin Indonesia
 Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation
 Versi 2.1, November 2002

4.3.2.6 Inovasi dalam Proses Perancangan

Penilaian dengan LEED-NC 2.1; Inovasi dalam Proses Perancangan

KRITERIA	KREDIT	KETERANGAN
<i>Innovation & design process</i>		
<i>Innovation in design</i>	–	Belum melakukan strategi perancangan di luar poin-poin LEED.
<i>Innovation in design</i>	–	Belum melakukan strategi perancangan di luar poin-poin LEED.
<i>Innovation in design</i>	–	Belum melakukan strategi perancangan di luar poin-poin LEED.
<i>Innovation in design</i>	–	Belum melakukan strategi perancangan di luar poin-poin LEED.
LEED Accredited Professional	–	Tim perencana dan perancang belum mendapatkan pelatihan dari LEED Accredited Professional.
	0 poin	Dari kemungkinan 5 poin

Tabel 4.23 LEED-NC (*innovation & design process*) Menara Kadin Indonesia
 Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation
 Versi 2.1, November 2002

4.3.2.7 Sertifikasi Bangunan dengan LEED-NC 2.1

KRITERIA	KREDIT
<i>Sustainable Site</i>	2 poin + 2 kemungkinan*
<i>Water Efficiency</i>	3 kemungkinan*
<i>Energy & Atmosphere</i>	10 kemungkinan*
<i>Material & Resources</i>	2 kemungkinan*
<i>Indoor Environmental Quality</i>	5 kemungkinan*
<i>Innovation & Design Process</i>	0** poin
Sertifikasi	2 poin + 22 kemungkinan

Tabel 4.24 LEED-NC 2.1 Menara Kadin Indonesia
 Sumber: LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovation Versi 2.1, November 2002

*Terdapat strategi yang sudah mengarah pada poin-poin LEED tetapi terhalang pada tidak adanya badan organisasi dan parameter yang dijadikan standar untuk rancangan dan elemen tertentu.

**Kriteria keenam (innovation & design process) belum dapat dipenuhi karena belum terdapat rancangan khusus untuk menunjang performa bangunan dan belum terdapat tim perancang yang mendapatkan pendidikan LEED Accredited Professional.

4.4 Kesimpulan Studi Kasus

LEED	Rumah Taman Tangkuban Perahu	Universitas Ciputra	Menara Kadin Indonesia
Sustainable site (15 poin)	<p>Perencanaan bangunan yang dilakukan sudah cukup baik. Upaya untuk menggunakan kembali bangunan lama sudah direncanakan walaupun tidak jadi dilakukan karena keadaannya yang tidak memungkinkan.</p> <p>Upaya menjaga kualitas lingkungan (polusi & pengaliran air) dilakukan dengan cara:</p> <ul style="list-style-type: none"> • menanam berbagai jenis tanaman di sekeliling bangunan dan <i>green roof</i>. • Menggunakan batu-batuan dan lansekap berbukit yang ditumbuhi rumput. <p>Lokasi rumah ini juga dekat dengan halte busway dan dilalui oleh bus-bus umum sehingga dapat mengurangi penggunaan kendaraan bermotor.</p>	<p>Perencanaan bangunan dilakukan sekaligus dengan perencanaan lingkungan sekitar sehingga dilaksanakan dengan sangat baik dan terkontrol. Upaya pemilihan lahan dilakukan dengan sangat tepat pada lahan yang sudah tidak produktif.</p> <p>Strategi perencanaan & perancangan yang sudah dilakukan adalah :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Upaya pengolahan air hujan, limbah cair dan limbah padat juga dilakukan untuk mengurangi polusi lingkungan. • Lansekap lahan yang berbukit dan berumput juga berfungsi meyaring zat-zat polutan dari jalan sekaligus mencegah tergenangnya air. <p>Keunggulan lain terdapat pada fasilitas parkir bersama antara bangunan kampus dengan water park.</p> <p>Sedangkan kendala utama untuk saat ini adalah tidak adanya transportasi umum untuk mencapai lokasi kampus.</p>	<p>Pembangunan di lakukan pada lokasi yang tepat, karena diperuntukan bagi kawasan multifungsi bertaraf internasional.</p> <p>Upaya menjaga kualitas lingkungan (polusi & pengaliran air) dilakukan dengan cara:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menanam pepohonan tanaman di sekeliling bangunan . • Menggunakan <i>conblock</i> pada jalan yang terbuka. <p>Lokasi bangunan juga sangat strategis, karena tepat di depan bangunan terdapat stasiun busway dan berhubungan dengan jalan besar yang dilalui berbagai bus umum. Hal ini dapat mengurangi penggunaan kendaraan bermotor bagi pemakai bangunan.</p>
Water Efficiency (5 poin)	<p>Rancangan bangunan sudah mengupayakan pengolahan air hujan pada kolam ikan. Tetapi karena curah hujan yang tidak menentu, penggunaan air bersih masih menjadi alternatif utama. Untuk operasional bangunan dalam ruangan masih menggunakan 100% air bersih. Bangunan belum dapat memenuhi poin-poin dalam LEED <i>water efficiency</i>.</p>	<p>Rancangan bangunan belum mengupayakan sistem pengolahan air hujan dan air buangan untuk digunakan kembali. Sehingga untuk operasional bangunan baik di dalam ataupun di luar masih menggunakan 100% air bersih. Tetapi bangunan ini memiliki sistem pembuangan yang sangat baik dan bekerja dengan sangat terkontrol.</p>	<p>Dalam perencanaan, sistem bangunan dapat melakukan pengolahan air hujan dan air buangan untuk digunakan kembali untuk menyiram halaman, <i>flush toilet</i>, dan untuk <i>chiller</i>. Tetapi pada operasional bangunan saat ini, upaya yang sudah dilakukan hanya penggunaan air olahan untuk chiller. Tetapi presentase efisiensi yang dilakukan</p>

<p>Energy & Atmosphere (17 poin)</p>	<p>Rancangan bangunan belum menerapkan sistem yang dapat menghasilkan energi aktif sendiri. Tetapi bangunan sudah mengupayakan strategi lain untuk mengurangi penggunaan energi aktif seperti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Green roof</i> • Bukaan lebar dan banyak khususnya pada lantai 1 • Kolam ikan dalam ruangan <p>Strategi-strategi ini terbukti dapat mendinginkan ruangan dan tidak memerlukan penggunaan AC. Bukaan yang lebar dan banyak juga dapat mengurangi penggunaan pencahayaan buatan (lampu) khususnya pada siang hari. Tetapi parameter untuk melakukan efisiensi energi belum ada sehingga tidak dapat memenuhi poin LEED. Poin yang dapat dipenuhi hanyalah adanya tim perancang khusus untuk <i>green roof</i>.</p>	<p>Rancangan bangunan belum menerapkan sistem yang dapat menghasilkan energi aktif sendiri. Tetapi bangunan sudah mengupayakan strategi lain untuk mengurangi penggunaan energi aktif seperti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sirip polycarbonate pada badan bangunan dapat mereduksi panas yang sampai pada dalam ruangan. • Memaksimalkan pencahayaan dan pengudaraan alami khususnya pada lantai 1 & 2. <p>Adanya strategi rancangan ini terbukti dapat mengurangi penggunaan AC dan pencahayaan buatan (khususnya pada siang hari). Tetapi parameter untuk melakukan efisiensi energi belum ada sehingga tidak dapat memenuhi poin LEED. Poin yang dapat dipenuhi hanyalah adanya tim perancang khusus untuk sirip polycarbonate.</p>	<p>belum dapat ditentukan.</p> <p>Rancangan bangunan belum menerapkan sistem yang dapat menghasilkan energi aktif sendiri. Upaya untuk mengurangi penggunaan energi seperti AC dan lampu belum dilakukan karena sebagian besar ruangan kantor disewakan, sehingga wewenang diberikan sepenuhnya pada pihak yang menyewa. Tidak adanya pengudaraan alami di lantai yang disewakan juga menjadi alasan penggunaan AC sepanjang hari. Sedangkan lantai yang memanfaatkan pencahayaan dan pengudaraan alami hanya pada lobby saja. Sehingga keseluruhan poin LEED belum dapat dipenuhi.</p>
<p>Materials & Resources (13 poin)</p>	<p>Upaya untuk menggunakan material sisa menjadi kekuatan dalam rancangan bangunan ini. Penggunaan kayu-kayu dan batu bata sisa sudah dilakukan dengan teknik pemasangan yang baik. Tetapi poin-poin dalam LEED belum dapat dipenuhi karena besarnya presentase penggunaan pada bangunan tidak dapat ditentukan, kecuali diadakan penghitungan sejak awal perencanaan bangunan. Dan juga belum adanya badan yang mensertifikasi kayu yang digunakan.</p>	<p>Bangunan tidak menggunakan material sisa, daur ulang, dan dari sumber yang cepat berproduksi kembali. Seluruhnya menggunakan material lokal baru. Tetapi sumbernya tidak terdapat di laporan perencanaan dan perancangan sehingga tidak dapat memenuhi poin LEED.</p>	<p>Material yang digunakan semuanya material baru bahkan ada yang diimpor dari luar negeri. Sedangkan material lokal yang digunakan tidak disebutkan sumbernya sehingga tidak dapat memenuhi poin-poin LEED.</p>
<p>Indoor Environmental</p>	<p>Strategi yang dilakukan untuk menciptakan</p>	<p>Bangunan masih mengandalkan AC untuk</p>	<p>Bangunan masih mengandalkan</p>

<p>Quality (15 poin)</p>	<p>kenyamanan dalam ruangan adalah:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adanya <i>green roof</i> pada lantai 2 dan atap menjadi strategi paling baik dalam bangunan ini. Dengan adanya green roof ini terbukti dapat menyejukkan ruangan dibawahnya. • Kolam ikan • Banyaknya bukaan juga memperlancar sirkulasi udara dan pencahayaan alami. Beberapa poin-poin LEED dapat dihitung dari denah bangunan, tetapi beberapa poin tidak dapat ditentukan karena belum adanya parameter yang dapat dijadikan pedoman penghitungan. 	<p>kenyamanan ruang. Strategi yang digunakan adalah dengan adanya bukaan-bukaan yang maksimal sehingga untuk ruang-ruang selain kelas masih mendapatkan pencahayaan dan pengudaraan alami. Khusus pada lantai 1 & 2 sirkulasi udara dan cahaya sangat lancar. Untuk <i>view</i> ke arah luar, untuk di ruang kelas tidak dapat melihat ke arah luar karena terhalang oleh sirip-sirip polycarbonate. Sedangkan di ujung koridor, lantai 1 & 2 pandangan dapat bebas ke arah luar.</p>	<p>penggunaan AC untuk kenyamanan ruang, khususnya pada lantai yang disewakan. Sayangnya pengamatan tidak dapat dilakukan pada setiap lantai yang disewakan, sehingga pencahayaan dan pengudaraan alami hanya dapat dirasakan pada lobby.</p>
<p>Innovation & Design Process (5 poin)</p>	<p>Tim perancang belum mendapatkan pendidikan dari LEED accredited professionals dan hasil rancangan bangunan belum ada yang dapat meningkatkan performa bangunan di luar poin-poin LEED.</p>	<p>Tim perancang belum mendapatkan pendidikan dari LEED accredited professionals dan hasil rancangan bangunan belum ada yang dapat meningkatkan performa bangunan di luar poin-poin LEED.</p>	<p>Tim perancang belum mendapatkan pendidikan dari LEED accredited professionals dan hasil rancangan bangunan belum ada yang dapat meningkatkan performa bangunan di luar poin-poin LEED.</p>
<p>Sertifikasi LEED <i>Platinum</i> 52-69 poin <i>Gold</i> 39-51 poin <i>Silver</i> 33-38 poin <i>Certified</i> 26-32 poin</p>	<p>9 poin + 21 kemungkinan* (apabila kemungkinan poin dianggap memenuhi, bangunan ini akan mendapatkan 30 poin / <i>certified</i>)</p>	<p>5 poin + 21 kemungkinan* (apabila kemungkinan poin dianggap memenuhi, bangunan ini akan mendapatkan 26 poin / <i>certified</i>)</p>	<p>2 poin + 22 kemungkinan* (apabila kemungkinan poin dianggap memenuhi, bangunan ini akan mendapatkan 24 poin / tidak bersertifikasi)</p>

Tabel 4.25 Kesimpulan studi kasus
Sumber: hasil pengamatan & olahan penulis (2008)

BAB V

KESIMPULAN

Setelah melakukan pembahasan pada Bab II, III, dan IV dapat terlihat bahwa pembangunan berkelanjutan tidak bisa hanya dijadikan wacana saja tanpa ada upaya untuk mewujudkannya. Merujuk kembali pada teori Serageldin dan Steer (1994) yang menyebutkan untuk mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan selain adanya korelasi antara alam, teknologi, dan sumber daya manusia, juga dibutuhkan adanya badan organisasi yang mengurus hal ini (*social capital stock*). Teori ini sudah dijawab oleh beberapa negara seperti Amerika Serikat dengan U.S. Green Building Council yang mengeluarkan Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) sebagai pedoman dalam melakukan perancangan yang berwawasan lingkungan. Badan ini terbukti berhasil dengan adanya bangunan yang dapat melakukan efisiensi dalam penggunaan air, energi, dan mempertimbangkan aspek lingkungan seperti Sidwell Friends Middle School di Washington, DC.

Penulis melihat LEED dapat memperjelas dan mempertegas konsep *sustainable architecture* sehingga dapat diterapkan secara langsung. Adapun aspek-aspek yang menjadi pertimbangan dalam LEED adalah perencanaan, perancangan, dan penerapan teknologi yang diuraikan dalam enam kriteria utama yaitu *sustainable site, water efficiency, energy and atmosphere, material and resources, indoor environmental quality*, dan *innovation and design process*. Strategi perencanaan dan perancangan yang dilakukan dimulai dari hal yang paling mendasar seperti pertimbangan pemilihan lahan, pengelolaan pada lahan saat konstruksi, memanfaatkan sumberdaya alam dengan sebaik-baiknya dan bertanggung jawab, melakukan konservasi terhadap sumberdaya alam, hingga menerapkan teknologi untuk menciptakan kenyamanan dalam ruangan tanpa memberikan dampak negatif terhadap lingkungan.

Dari hasil pengamatan yang dapat penulis lakukan terhadap ketiga bangunan di Jakarta dan Surabaya memang masih jauh dari kriteria-kriteria yang telah ditetapkan LEED. Berikut ini adalah tabel sejauh mana bangunan yang sudah dibahas dapat memenuhi LEED-NC 2.1 (yang sudah terpenuhi dan mungkin terpenuhi) :

Kriteria LEED	Poin-poin	Keterangan
<i>Sustainable site</i>	<i>Site selection, Brownfield development, Alternative transportation, Reduced site disturbance, Stormwater management, Heat island effect</i>	Aspek ini dilakukan paling baik di antara kriteria LEED lainnya. Yang perlu diperhatikan adalah dalam perencanaan dilakukan penghitungan presentase pada poin <i>stormwater management</i> dan <i>heat island effect</i> .
<i>Water efficiency</i>	<i>Water reduction</i>	Upaya efisiensi air sudah mulai terlihat misalnya dengan adanya kolam air hujan. Air hujan merupakan sumber yang dapat dijadikan potensi untuk melakukan efisiensi air bersih. Strategi pengaliran sudah dilakukan dengan baik, upaya yang dapat dilakukan selanjutnya adalah menampung air tersebut dan melakukan pengolahan dengan sistem penyaringan sehingga air dapat digunakan kembali.
<i>Energy & atmosphere</i>	<i>Optimize energy performance, Additional commissioning</i>	Untuk saat ini upaya yang dapat dilakukan hanya sebatas efisiensi penggunaan energi. Orientasi bangunan dapat dijadikan modal dalam melakukan strategi ini. Pemilihan material tertentu seperti polycarbonate ataupun <i>green roof</i> dapat diterapkan pada bangunan untuk mereduksi panas. Hal yang harus diperhatikan adalah melakukan penghitungan presentase energi yang mungkin dikurangi sehingga dapat memenuhi poin <i>optimize energy performance</i> dan badan sertifikasi yang membuat standar presentasinya.
<i>Material & resources</i>	<i>Resource reuse, Recycled content, Local / regional materials</i>	Dalam pemilihan material harus diupayakan: konsep daur ulang, pemanfaatan kembali material sisa, menggunakan material dari sumber yang cepat berproduksi kembali seperti bambu, dan material lokal. Pada studi kasus 2 penggunaan material sisa sudah dilakukan. Yang harus diperhatikan adalah jumlah presentase material yang dihitung sejak dalam perencanaan, lokasi sumber material, dan badan sertifikasi material tertentu.
<i>Indoor environmental quality</i>	<i>Ventilation effectiveness, Controllability of systems, Daylight & views</i>	Upaya untuk memaksimalkan pencahayaan dan pengudaraan alami sudah dilakukan dengan banyaknya jendela yang dapat dibuka dan memperhatikan orientasi bangunan. Hal yang harus diperhatikan adalah pengitungan jumlah presentase untuk poin <i>Controllability of systems</i> dan <i>daylight & views</i> .
<i>Innovation & design process</i>	–	*Upaya yang akan dilakukan Green Building Council Indonesia adalah mendatangkan tenaga-tenaga ahli dari U.S. Green Building Council untuk mengadakan pendidikan dan pelatihan pada SDM di Indonesia mengenai <i>green building</i> dan LEED.

Tabel 5.1 Hasil pengamatan sejauh mana LEED sudah dapat dipenuhi
Sumber: pengamatan dan olahan penulis (2008)

Tulisan ini bukanlah akhir dari analisa terhadap konsep *sustainable architecture*, melainkan bagian dari proses menuju sadar lingkungan. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk membentuk metode dan perangkat peraturan penunjang konsep *sustainable architecture* yang efektif dan mudah diterapkan oleh semua pihak yang terlibat dalam proses pembangunan.

DAFTAR PUSTAKA

Behling, Sophia dan Stefan.

1996, *Sol Power: The evolution of Solar Architecture*. Munich: Prestel.

Brundtland, Gro Harlem.

1987, *Our Common Future*, Oxford University Press.

Budiharjo, Eko dan Djoko Sujarto.

1998, *Kota yang Berkelanjutan/Sustainable City*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan & Kebudayaan.

Crosbie, Michael J.

1994, *Green Architecture: A Guide to Sustainable Design*. Rockport, Massachusetts: Rockport Publisher, Inc.

Crowther, Richard L.

1992, *Ecologic Architecture*, London: Butterworth Architecture.

Darsono, Valentinus.

1995, *Pengantar Ilmu Lingkungan*, Yogyakarta: Universitas Atmajaya.

Edward, Brians.

2001, *Green Architecture*, United Kingdom: Wiley-Academy.

Fitriani, Yusi.

1997, *Penerapan Arsitektur Surya apada Menara Perkantoran di Daerah Tropis Lembab*, Depok: FTUI.

Frick, Heinz.

1998, *Arsitektur dan Lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

Giovany, G.

1994, *Passive and Low Energy Coolling of Building*, USA: Van Nostrand Reinhold.

Gore, Al.

2006, Film Dokumenter: *An Inconvenient Truth*. Paramount Classics.

Holdren, Daily, Ehrlich.

1992, *The Meaning of Sustainability*, Washington DC: The Biophysical Foundation.

Japan, Architectural Institute of.

2005, *Architecture for A Sustainable Future: All About the Holistic Approach in Japan*, Japan: IBEC.

Kremes, Jack A.

1995, *Defining Sustainable Architecture*. Internet: Architronic v4n3.02 Electronic Architecture Journal.

Leadership in Energy and Environmental Design. 2002, Washington, DC: USGBC.

Mangunwijaya, Y.B

1992, *Wastu Citra*. Jakarta: P.T. Gramedia.

Oxford English Dictionary Second Edition. 1989, Oxford: Clarendon Press.

Papanek, Victor.

1995, *The Green imperative: Ecology ang Ethnics in Design and Architecture*. London: Thames & Hudson.

Partridge, Erich.

1983, *Origins: A short etymological Dictionary of Modern English*, New York: Greenwich House.

Porter, Douglas R. ; Platt, Rutherford H.

2000, *The practice of sustainable development*, Washington, DC: The Urban Land Institute.

Serageldin, Ismail dan Andrew Steer.

1994, *Making Development Strategy: From Concepts to action*, Washington D.C: The International Bank.

Steele, James.

1997, *Sustainable Architecture: Principles, Paradigms, and Case Studies*. N New York: McGraw-Hill.

Stren, White, Whitney.

1992, *Sustainable Cities: Urbanization and The Environmental in International Perspective*, Boulder: West View Press.

Weller, J.W. dan A. Youle.

1981, *Thermal Energy Conservation Building and Services Design*, London: Applied Science Publisher Ltd.

Yeang, Ken.

1996, *The Skyscraper Bioclimatically Consideration: A Design Primer*, London: Academy Edition.

Yeang Ken.

2000, *The Green Skyscraper: The Basis for Designing Sustainable Intensive Building*, London: Prestel.

Undang Undang No.23 1997 tentang: Pengelolaan Lingkungan Hidup Pasal 1

<http://www.kompas.co.id/kompas-cetak/0709/11/3830710.htm>

http://en.wikipedia.org/wiki/United_Nations_Conference_on_the_Human_Environment

<http://elearning.unej.ac.id/courses/12345/document/>

http://id.wikipedia.org/wiki/Revolusi_Industri

http://en.wikipedia.org/wiki/United_Nations_Conference_on_the_Human_Environment

<http://www.flickr.com>

http://en.wikipedia.org/wiki/United_Nations_Conference_on_the_Human_Environment

<http://www.arch.hku.hk/research/BEER/sustain.htm>

http://en.wikipedia.org/wiki/Sustainable_architecture

http://www.slosustainability.com/Personnel%20page/kenbio_ra.html

<http://www.worldgbc.org>

<http://www.usgbc.org>

http://en.wikipedia.org/wiki/Leadership_in_Energy_and_Environmental_Design

www.gbcindonesia.org

<http://www.gbcindonesia.org>

<http://www.aiatopen.org/hpb/overview.cfmProjectID=775\images.htm>

<http://www.sidwell.edu>