



Kajian Terapan Eko-Interior pada Bangunan Berwawasan Lingkungan Rumah Dr. Heinz Frick di Semarang; Kantor PPLH di Mojokerto; Perkantoran Graha Wonokoyo di Surabaya

Yusita Kusumarini^{*}, Agus Sachari^{} & Budi Isdianto^{**}**

^{*}Jurusan Desain Interior, Fakultas Seni Rupa dan Desain, Universitas Kristen Petra

^{**}Fakultas Seni Rupa dan Desain, ITB

Abstract. The intertwined influence of both local and global phenomena toward the disturbance of environment requires immediate awareness of all; including also designers, architects, and building contractors. Yet, it is hardly to find concrete application in the field of interior design that embeds ecological approach on buildings, especially for the case of Indonesia. To address the issue, this study looks into several buildings in Java that have applied ecological-approach, a balanced-way between human, space, and environment. Having the purpose to investigate and to compare applied ecological-approaches of each building, the results are aimed to provide applicable-examples and/or a referential model for ecological building in Indonesia. Henry HCM Christiaans's cyclical-applied research was adopted as a method for the study, which consists of practical problem, diagnosis, plan, intervention, and evaluation. The compared results of each selected building and their examples of environmental approach are presented and discussed.

Keywords: *applied ecological approach; eco-interior; human-space-environment.*

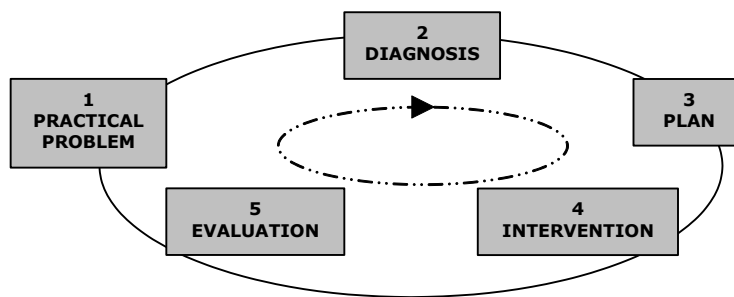
1 Pendahuluan

Sejak tahun 1995, *European Environment Agency* merumuskan isu besar lingkungan yang dihadapi dunia [1], yaitu: perubahan iklim, berkurangnya lapisan ozone, pencemaran permukaan tanah dan air, polusi dan penurunan kualitas udara, manajemen buangan (sampah, limbah), isu urban, menurunnya sumberdaya air tanah, zona pantai dan air laut, manajemen resiko (baik yang disebabkan oleh manusia maupun bencana), dan berkurangnya kualitas permukaan tanah dan keanekaragaman hayati.

Seiring terbentangnya abad yang baru ini, dua perkembangan yang akan amat berpengaruh terhadap kemanusiaan, yaitu kapitalisme global dan *ecodesign* untuk masyarakat berkelanjutan akan terpasang pada jalur yang bertabrakan [2]. Karena itu diperlukan pemahaman dan upaya konkrit yang seimbang diantara keduanya. Desainer atau perencana bertanggungjawab atas hampir semua produk, peralatan, dan kesalahan yang terjadi terhadap lingkungan [3].

Pemahaman, pengembangan ilmu dan upaya terapan pembangunan yang ekologis di negara maju sudah cukup tinggi. Di Indonesia, hal tersebut telah menjadi wacana dan rencana strategis, meskipun kesadaran pembangunan modern yang ekologis dan terapan konkritnya belum cukup. Ada beberapa bangunan (arsitektur-interior) modern di Indonesia (Jawa) yang telah menerapkan pendekatan ekologis sebagai upaya membangun keseimbangan antara manusia, ruang, dan lingkungan. Upaya ekologis apa saja yang telah diterapkan dan bagaimana representasi dari komparasi terapannya menjadi permasalahan yang perlu dikaji. Hasil kajiannya dapat menjadi contoh evaluasi maupun referensi model bangunan ekologis (di Indonesia).

Tahapan kajian dilaksanakan dengan mengadopsi metode penelitian terapan secara siklus oleh Henri HCM Christiaans (2004) yang dikutip oleh Larasati [4]. dengan skema seperti berikut:



Skema 1 Siklus reguler penelitian terapan menurut Christiaans.

Keterangan:

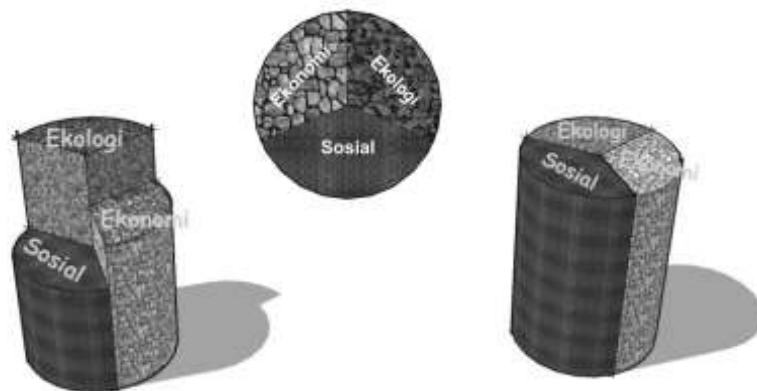
1. *Practical Problem* (deskripsi dan interpretasi), dimulai dari deskripsi dan pengertian umum tentang *sustainable-design* dan *eco-design* yang menjadi dasar untuk latar belakang penelitian dan merumuskan permasalahan.
2. *Diagnosis* (generalisasi, desain), mengidentifikasi metode yang relevan terhadap permasalahan, dan kemudian digunakan untuk memformulasikan definisi dan parameter *eco-interior* (eko-interior kontekstual).
3. *Plan* (menentukan tujuan dan obyek), menyajikan data objek rancang bangun yang menerapkan pendekatan ekologis untuk dikaji terapannya dalam konteks bahas eko-interior.
4. *Intervention* (tindakan atau proses), menganalisis data objek dengan menggunakan parameter yang diformulasikan pada tahap *diagnosis*.
5. *Evaluation* (intervensi pada terapan), menyusun simpulan analisis (sintesa) dan rekomendasi untuk objek rancang bangun dengan pendekatan sejenis.

2 Pengertian dan Parameter Eko-Interior

2.1 Dari Pembangunan Berkelanjutan ke Eko-Desain

Pengertian konsep pembangunan berkelanjutan (sustainable development) dari Our Common Future yang dipublikasikan oleh Brundland Commission (1997), adalah: “development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs (pembangunan yang dapat memenuhi kebutuhan sekarang tanpa kompromi dengan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhannya)”.

Faktor lingkungan yang diperlukan untuk mendukung pembangunan yang berlanjut ialah [5]: terpeliharanya proses ekologi yang esensial, tersedianya sumberdaya yang cukup, serta lingkungan sosial-budaya dan ekonomi yang sesuai. Pembangunan berkelanjutan memerlukan dukungan faktor ekologi, ekonomi, dan sosial sebagai pendekatan yang holistik. Pendekatan ekologi dirumuskan sebagai eko-desain. Sedangkan faktor pendekatan lain (ekonomi dan sosial), dirumuskan sebagai ekono-desain dan sosio-desain.



Gambar 1 Atas: Pemodelan faktor pembangunan berkelanjutan. Bawah: Pemodelan proyek desain berkelanjutan. -Kiri: dominan salah satu pendekatan (mis: ekologi=eko-desain). -Kanan: seimbang dalam terapan pendekatan (eko-desain, ekono-desain, sosio-desain).

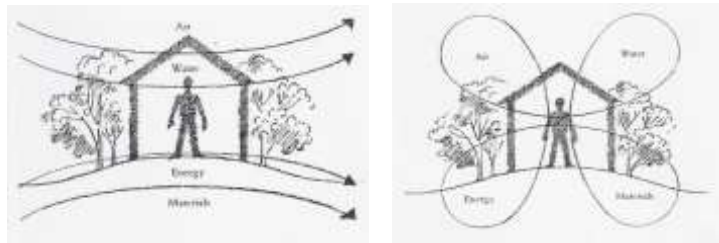
2.2 Pengertian Eko-Arsitektur dan Eko-Interior

Arsitektur dan interior adalah bidang desain yang mewujudkan, sebagai obyek konkrit bagian dari pembangunan berkelanjutan. Eko-desain dalam terapan rancang bangun arsitektur dan interior disebut dengan eko-arsitektur dan eko-interior.

Prinsip-prinsip eko-arsitektur yang diajukan oleh Vale [6]. adalah: konservasi energi, bekerja dengan iklim, meminimalkan sumber pasokan baru, memperhatikan kepentingan pengguna, memperhatikan lingkungan sekitar, dan holistik. Eko-arsitektur yang holistik menurut Frick [7], mengandung bagian dari arsitektur biologis, arsitektur alternatif, arsitektur surya, arsitektur bionik, serta biologi pembangunan. Karena perancangan eko-interior dan eko-arsitektur adalah dwi tunggal (maka eko-interior juga mengandung hal yang sama secara holistik, hanya beda fokus dalam lingkup interior dan eksterior).

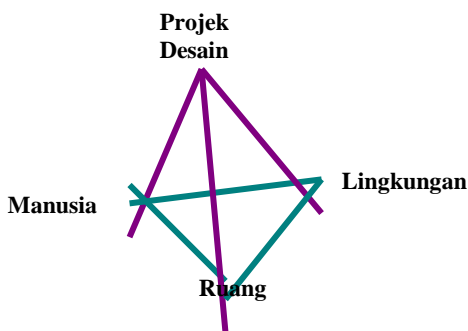
2.3 Manusia-Ruang-Lingkungan

Manusia, ruang-bangunan, dan lingkungan menjadi bagian kesatuan ekosistem. Sirkulasi yang seimbang antara aktivitas manusia, wujud dan penggunaan ruang, serta sumber daya akan menghasilkan keseimbangan mikro antara manusia, ruang-bangunan, dan lingkungan sekitar.



Gambar 2 Kiri: Ruang memintas, sumber daya digunakan dan dibuang sebagai polutan. Kanan: Ruang sirkuler, sumberdaya digunakan dan bersirkulasi imbng dengan alam [8].

Manusia-ruang-lingkungan, adalah elemen dari faktor ekologi dalam bahasan desain interior. Pemahaman tentang manusia-ruang-lingkungan serta hubungannya dengan projek desain interior digambarkan dalam skema berikut:



Keterangan:

Manusia, organisme yang berhubungan timbal balik terhadap ruang dan lingkungan.

Ruang, wadah atau tempat manusia beraktivitas dalam batasan interior (ruang dalam).

Lingkungan, alam atau bumi dan isu-isu global yang berkaitan dengan pelestariannya.

Projek Desain, rancangan interior yang dipengaruhi dan mempengaruhi manusia berlaku terhadap ruang dan lingkungan.

Skema 2 Skema elemen ekologi dalam bahasan eko-interior.

2.4 Dari Gaia ke Lingkup Bahas Eko-Interior

Istilah Gaia dikemukakan oleh James Lovelock tahun 1979 [9] dengan mengambil nama Dewi Bumi pada masa Yunani Kuno untuk mengungkapkan sebuah pengertian: Semua kehidupan di bumi memiliki hubungan simbiotik dengan sistem planet. Keseimbangan antara kehidupan organisme dan sistem planet sangat erat dan teratur. Lima elemen Gaia adalah: *Fire* (Api), *Earth* (Bumi), *Air* (Udara), *Water* (Air), dan *Ether /Aether* (elektrikal, magnetik).

Pembahasan hubungan timbal-balik bangunan (termasuk interior) dengan lingkungannya dikembangkan dengan pemahaman semangat Gaia sebagai berikut:

Bumi, dibahas sebagai sumber bahan baku, pemilihan material pembentuk dan pelengkap ruang, serta pengorganisasian ruang berdasarkan arah mata angin dan arah edar matahari.

Air, dibahas sebagai sumber daya yang harus dihemat dalam penggunaannya, baik ketika proses pembangunan maupun pola aktivitas keseharian di dalam ruang yang terbentuk oleh rancangan interiornya.

Api, dibahas sebagai energi (baik yang dapat diperbaharui maupun yang tidak dapat diperbaharui) yang digunakan dalam perancangan sistem interior dalam upaya efisiensi dan konservasi energi.

Udara, dibahas teknik sirkulasi dan *maintenance* instrumen penghawaan yang efektif dan efisien, selain juga dibahas tentang polusi dalam ruang.

Ether, dibahas tentang elektrikal dan emisi elektromagnetik.

Simpulan teori masing-masing aspek bahas eko-interior sebagai acuan untuk proses analisa terapan pada obyek rancang bangun adalah sebagai berikut:

1. **Organisasi ruang**, diorientasikan pada terapan analisa kegiatan dan kebutuhan ruang, pengelompokan ruang, sisi penentu ruang, sirkulasi dan aksesibilitas, serta arah obyek rancang bangun arsitektur-interior terhadap arah edar matahari dan angin.
2. **Pemilihan material**, diorientasikan pada terapan bahan bangunan yang ekologis memenuhi syarat eksploitasi dan produksi dengan energi sesedikit mungkin dan keadaan entropi serendah mungkin, tidak mengalami transformasi yang tidak dapat dikembalikan kepada alam, dan lebih banyak berasal dari sumber alam lokal.
3. **Sistem pencahayaan**, diorientasikan pada terapan upaya konservasi energi dengan pencermatan dalam penentuan jenis dan tingkat pencahayaan, teknik refleksi cahaya natural, teknik reduksi panas dan silau, serta menggunakan sumber daya energi terbarukan.
4. **Sistem penghawaan**, diorientasikan pada terapan upaya konservasi energi dengan memaksimalkan teknik sirkulasi udara alami, serta pemanfaatan

energi matahari secara pasif dengan metode pasif konvektif, radiatif dan evaporatif.

5. **Sanitasi air**, diorientasikan pada terapan upaya sirkulasi antara sumber air bersih dan manajemen buangnya.
6. **Polusi dalam ruang**, diorientasikan pada terapan upaya meminimalkan dampak dan mengantisipasi berkembangnya polutan dalam ruang yang bersifat kimiawi, biologis, dan fisikal.
7. **Emisi elektromagnetik**, diorientasikan pada terapan upaya mengantisipasi radiasi teknik berupa medan listrik buatan, medan magnetik buatan, dan medan magnetik buatan statis.

2.5 Parameter Eko-Interior

Terapan yang ada pada objek-objek kajian berbeda dalam aspek maupun hierarki. Pada kajian eko-interior, terapan yang ada diklasifikasikan dalam 4 hierarki:

1. **Terapan Umum**, yaitu terapan yang secara umum dilakukan orang, tanpa alasan khusus dalam konteks merespon isu lingkungan, selain karena biasa dipakai.
2. **Upaya Ringan**, yaitu terapan yang memang dilakukan dengan alasan merespon isu lingkungan, tetapi tidak menjadi fokus dan tidak berpengaruh secara signifikan.
3. **Upaya Substansial**, yaitu terapan yang memang dilakukan dengan alasan merespon isu lingkungan, dan dilakukan dengan sengaja dan penuh perhatian, sehingga dapat berpengaruh secara signifikan.
4. **Situasi Ideal**, yaitu terapan yang memang dilakukan dengan alasan merespon isu lingkungan, dan menjadi prioritas dalam proses rancang bangunnya.

Terapan tersebut menjadi hierarki yang diurai dalam tabel parameter sebagai alat untuk menganalisis terapan eko-interior pada objek kajian. Tabel hierarki terapan eko-interior tersebut diadopsi dan dikembangkan dari metode DCBA *Sustainable Housing in Indonesia* (Larasati, 2007), dengan penyesuaian konteks bahas eko-interior:

Tabel 1 Parameter Eko-Interior.

Aspek	D Terapan Umum	C Upaya Ringan	B Upaya Substansial	A Situasi Ideal
<u>Organisasi Ruang</u>	Umum dan tipikal, tanpa penyesuaian kebutuhan	Pengelompokan ruang sesuai kebutuhan	Penyesuaian sisi penentu ruang dengan sirkulasi dan bukaan alami	Penyesuaian kelompok ruang dengan orientasi arah edar matahari-angin. [10]

Aspek	D Terapan Umum	C Upaya Ringan	B Upaya Substansial	A Situasi Ideal
Arah bangunan	Umum, arah tegak lurus menghadap jalan	Penyesuaian arah dengan prioritas ruang	Penyesuaian arah dengan bukaan utama	Sesuai bukaan dan arah edar matahari-angin
Spasial	Umum, ukuran dan bentuk ruang tipikal.	Penyesuaian kebutuhan dengan ukuran minimal	Penyesuaian multifungsi ruang	Ruang dan ukuran sesuai dengan tiap kebutuhan
Sisi penentu	Umum, mengikuti sirkulasi dan arah hadap bangunan	Penyesuaian dengan sirkulasi kelompok ruang	Penyesuaian dengan sirkulasi, bukaan alami, serta aksesibilitas	Sesuai dengan orientasi arah edar matahari-angin
<u>Pemilihan Material</u>	Mudah dan murah, tanpa pertimbangan keterkaitan ekologis.	Minimalisasi penggunaan umum, dan alternatif material lokal	Penggunaan material secara <i>reduced</i> dan yang <i>renewable</i> .	Pengembangan material bersifat <i>reused</i> dan <i>recycled</i> . [11]
Lantai	Umum, mudah dan murah (keramik)	Mengurangi keramik, menggunakan kayu dan batu alam.	Menggunakan kayu dan batu alam secara efisien	Material yang bersifat <i>reused</i> dan <i>recycled</i> .
Dinding	Umum, batu bata dan plester	Menggunakan <i>concrete block</i> , papan panel.	Menggunakan material organik secara efisien.	Material yang bersifat <i>reused</i> dan <i>recycled</i> .
Langit-langit	Umum (<i>gypsum</i> , kayu lapis dan cat)	Mengurangi <i>gypsum</i> dan kayu lapis	Material konstruksi yang sekaligus <i>finishing</i> .	Material yang bersifat <i>reused</i> dan <i>recycled</i> .
Perabot	Umum (kayu solid)	<i>Mix</i> media kayu dengan material lain.	Material konstruksi yang sekaligus <i>finishing</i> .	Material yang bersifat <i>reused</i> dan <i>recycled</i> .
<u>Sistem Pencahayaan</u>	Terapan bola lampu konvensional (siang-malam)	Terapan lampu hemat energi (siang-malam)	Terapan cahaya alami (siang), dan efisien cahaya buatan (malam)	Terapan cahaya alami (siang), dan sumberdaya terbarukan (siang-malam) [7]
Siang	Menggunakan lampu <i>fluorescent</i> sepanjang hari	Menggunakan lampu hemat energi sepanjang hari	Menggunakan cahaya alami (sebagian)	Memaksimalkan penggunaan cahaya alami
Malam	Menggunakan lampu <i>fluorescent</i> sepanjang malam	Menggunakan lampu hemat energi sepanjang malam	Menggunakan cahaya lampu secara efisien	Cahaya buatan dengan sumberdaya terbarukan

Aspek	D Terapan Umum	C Upaya Ringan	B Upaya Substansial	A Situasi Ideal
<u>Sistem Penghawaan</u>	Tanpa upaya pengkondisian ruang	Terapan AC konvensional yang berdampak pada lapisan ozon	Terapan AC hemat energi dan ramah lingkungan	Terapan bukaan, ventilasi yang mengoptimalkan sirkulasi udara; meminimalkan penggunaan AC [9]
Siang	Apa adanya (tergantung kondisi bangunan)	Penggunaan AC konvensional	Penggunaan AC hemat energi	Memaksimalkan sirkulasi udara pagi-siang. Siang-sore menggunakan AC (bila perlu)
Malam	Apa adanya (tergantung kondisi bangunan)	Penggunaan AC konvensional	Penggunaan AC hemat energi	Memaksimalkan sirkulasi udara malam-pagi
<u>Sanitasi Air</u>	Pembuangan langsung	Penggunaan air simpan (tampung)	C + efisiensi penggunaan air dan pengolahan air buangan	A + sistem penyediaan air mandiri dan manajemen air buangan [8]
Sumber	Konvensional, PDAM atau sumur air tanah	Tampungan air hujan, untuk keperluan selain minum dan masak	Tampungan dan resapan (saringan) dari air hujan dan genangan	Sumur air mandiri dari resapan air hujan dan genangan
Sistem buangan	Langsung buang air bekas pakai dan air hujan ke saluran publik	Langsung pakai <i>grey water</i> untuk siram tanaman dan cuci perkakas	Menyaring <i>grey water</i> untuk keperluan selain minum-masak	Minimalisasi buangan dengan efisiensi penggunaan
<u>Polusi Dalam Ruang</u>	Kurang perhatian pada masalah polusi dalam ruang	Pemahaman (minim) tentang polusi dalam ruang	Perhatian cukup pada penyebab dan dampak polusi dalam ruang	Penyebab dan dampak polusi dalam ruang menjadi prioritas [8]
Udara dan suara	Tanpa upaya spesifik penanggulangan polusi	Minimalisasi penggunaan <i>household</i> yang menimbulkan polusi	Ventilasi cukup untuk sirkulasi pertukaran udara dalam-luar	Penanganan khusus bagi ruang untuk aktivitas yang menimbulkan polusi
Finishing	Penggunaan bahan finishing <i>chemical</i> , tanpa perhatian pada dampak	Minimalisasi penggunaan bahan <i>finishing chemical</i> yang berdampak polusi	Menggunakan bahan <i>finishing chemical</i> yang berdampak polusi rendah	Hanya menggunakan bahan finishing alami dan tidak berdampak polusi
<i>Maintenance</i>	Penggunaan bahan	Minimalisasi penggunaan	Menggunakan bahan	Menggunakan bahan pembersih alami

Aspek	D Terapan Umum	C Upaya Ringan	B Upaya Substansial	A Situasi Ideal
	pembersih komersial dan <i>chemical</i>	bahan pembersih <i>chemical</i>	pembersih alami	secara mandiri.
Emisi Elektromagnetik	Kurang perhatian pada masalah emisi elektromagnetik	Pemahaman minim tentang emisi elektromagnetik	Perhatian cukup pada dampak emisi elektromagnetik	Dampak dan penanggulangan emisi elektromagnetik menjadi prioritas [12]
Sumber	Listrik, tanpa upaya pengamanan <i>ground</i>	Listrik, dengan upaya <i>standard ground</i>	Listrik, dan upaya <i>ground</i> maksimal	B + upaya meminimalkan medan magnetis
Penggunaan listrik	Selalu posisi <i>stand by</i>	Tersambung hanya pada saat digunakan	C + mencegah terjadinya medan magnetik buatan statis	Efisiensi dan minimalisasi material sintetik

3 Deskripsi Objek Kajian

3.1 Rumah Tinggal Dr. Heinz Frick di Semarang (RTF)

Rumah tinggal Dr. Heinz Frick berada di lerengan padat pemukiman, menghadap Timur dan Selatan. Lahan keseluruhan 200-an m² dengan perbandingan bangunan adalah 88 m² untuk rumah, 43,6 m² untuk serambi, dan 80 m² untuk kebun sayur. Frick membangun rumahnya dengan memanfaatkan tanah miring menjadi 2 lantai.

Penataan ruang didasari konsep rumah ekologis, dengan terapan diantaranya: air hujan yang diendapkan dan disalurkan untuk kebutuhan mandi, mencuci, dan menyiram tanaman. Selain itu juga pengolahan limbah menggunakan *septic tank* vietnam untuk membasmi bakteri koli dan kuman, selanjutnya limbah bisa digunakan sebagai pupuk. Frick juga menanam kawat tembaga di bawah semua fondasi lajur untuk instalasi listrik. Setiap stop kontak disambung dengan 3 kawat. Semua material bangunan baja, tiang, dan tulang pada beton dililit untuk mengurangi medan magnetis.

Frick membuat sendiri cat dari tepung tapioka dicampur dengan 5% minyak pinus untuk menanggulangi hama dan lumut. Sebagai bahan pewarna pigmen putih, digunakan *lithopon*. Hasilnya sesuai dengan iklim tropis lembab di Semarang. Frick memilih menggunakan dinding *conblock* yang hanya memerlukan 5 liter air tiap meter persegi (daripada bata plester yang menyerap 65 liter air). Dinding yang terkena sinar matahari langsung sepanjang hari dilapisi dengan batu alam setebal 20 cm. Panas yang merambat baru akan

menembus ke dalam ruang setelah 8,5 jam, sehingga pada siang hari ruang dalam tetap sejuk, dan baru petang hari panas menembus dinding menghangatkan ruang dalam.



Gambar 3 Rumah Tinggal Dr. Heinz Frick di Semarang (RTF).

3.2 Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup di Mojokerto (PPLH)

Kawasan PPLH seluas 3,7 hektar didesain sebagai media pembelajaran lingkungan hidup. Selain bangunan dengan konsep tradisional Jawa, juga terdapat ladang dan kebun yang dikelola dengan pendekatan ekologi, penghijauan kembali hutan sekitar, peternakan, sistem pembuatan kompos, pengelolaan dan pemeliharaan air, serta area daur ulang sampah.

Bangunan di PPLH dibangun atas semangat keteladanan. Rancangan yang tersebar menjadi contoh bagi siapapun yang datang, bahwa melalui tempat tinggalnya, mereka bisa berbuat banyak untuk ikut melestarikan alam dan lingkungan. Kompleks ini akhirnya lebih mirip “perpustakaan hidup”, dimana proses pembelajaran tentang keseimbangan lingkungan melalui program kegiatan dan fasilitas yang ekologis dapat langsung dialami.

Bentuk, *facade*, material, *landscape*, *zoning*, semuanya memainkan perannya masing-masing dalam rangka pendidikan terhadap pelestarian lingkungan. Air dan limbahnya diolah agar bisa kembali ke tempat asalnya, dibuang dan lantas disalurkan kepada fungsinya yang lain. Udara pegunungan tidak dimanipulir, mengalir bebas, menerobos masuk ke relung-relung ruang bangunan. Serangga yang seringkali menjadi musuh utama, diatasi dengan cara mengelilingi unit-

bangunan dengan kolam ikan. Selain menghalau serangga, kolam juga berfungsi sebagai panorama dan reflektor pencahayaan alami.



Gambar 4 Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup di Mojokerto.

Graha Wonokoyo berhasil menjadi juara nasional Lomba Hemat Energi kategori Bangunan Gedung Perkantoran yang digelar oleh Badan Kejuruan Mesin Persatuan Insinyur Indonesia bulan Juli 2006. Kemenangan tersebut menjadi modal untuk berlaga di ASEAN Energy Awards 2006 untuk kategori New and Existing Building. Graha Wonokoyo berhasil menjadi runner up II setelah Malaysia dan Singapura dalam lomba yang digagas oleh ASEAN Center for Energy ini.

Graha Wonokoyo berlokasi di jalan protokol Raya Darmo, Taman Bungkul Surabaya, yang termasuk dalam kawasan konservasi bangunan pemukiman kolonial yang disebut 'situs Dramo'. Massa bangunannya disusun secara bertahap, dimulai dari bangunan penerima 2 lantai *mezzanine*, dengan

ketinggian sama dengan bangunan tetangga, membujur arah Timur-Barat. Kemudian menuju bangunan transisi berlantai 4 sebagai *gallery hall* dan ruang rapat kolektif di bagian tengah, berakhir pada menara setinggi 10 lantai yang membujur arah Utara-Selatan sesuai dengan tapak, sebagai klimaks.

Gedung berkonsep hemat energi ini menggunakan pondasi *bored pile*, konstruksi beton bertulang dan rangka atap baja. Sistem pencahayaan dengan optimasi cahaya alami, melalui penetrasi maksimal pada ruang kerja dari arah Selatan dan Timur. Sistem penghawaannya, menggunakan AC central sistem *Variable Refrigerant Volume (VRV)*, yang dirancang independen di setiap lantai bangunan untuk fleksibilitas operasional kantor.

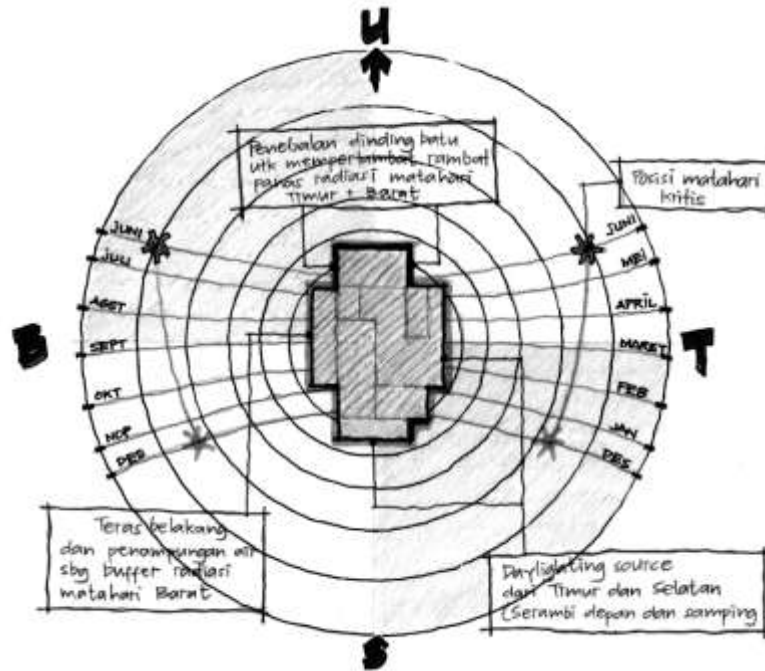


Gambar 5 Perkantoran Graha Wonokoyo di Surabaya.

4 Analisis Terapan Eko-Interior pada Objek Kajian

4.1 Rumah Tinggal Dr. Heinz Frick di Semarang

4.1.1 Organisasi Ruang

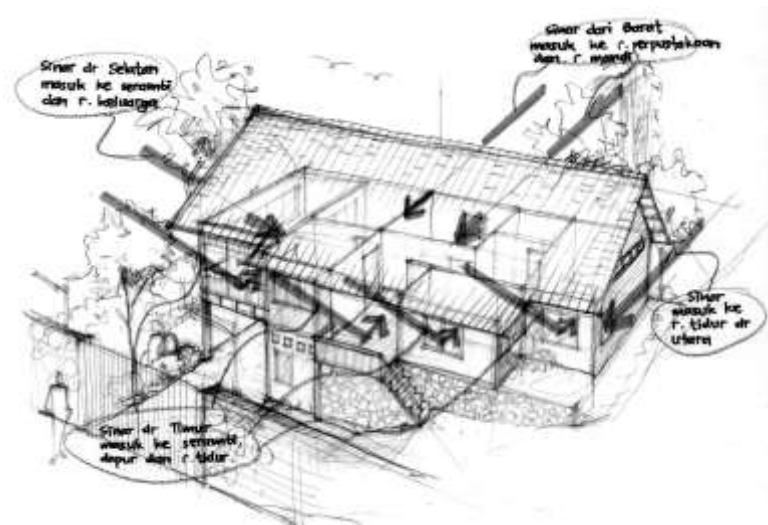


Gambar 6 Site rumah di pinggir jalan menurun (arah Utara-Selatan), menghadap Timur. Posisi menurun jalan membuat sisi Selatan rumah lebih tinggi dari rumah sebelah. Hal ini menjadi nilai lebih, karena bukaan rumah bisa dimaksimalkan ke arah Timur dan Selatan. Pengorganisasian ruang juga berorientasi pada bukaan utama Timur-Selatan, penempatan kelompok ruang public dan semi public pada posisi Timur-Selatan, sedangkan kelompok ruang private dan service pada posisi Barat-Utara.

4.1.2 Pemilihan Material

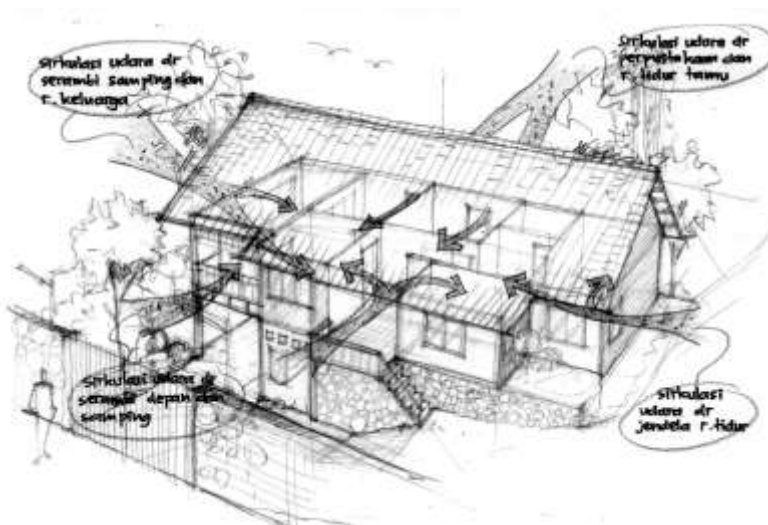
Dinding *conblock* (tidak banyak menyerap air) sisi dalam dilapisi cat dari tapioka + 5% minyak pinus untuk menanggulangi hama dan lumut. Dinding yang tertimpa sinar matahari kritis, dilapisi batu alam 20 cm untuk pengkondisian ruang dalam. Lantai kayu (jati dan ulin) untuk serambi depan dan samping, keramik untuk area tidur, area kerja, dapur, dan kamar mandi, batu alam untuk teras belakang. Langit-langit kayu dan multiplek difinishing dengan cat alami. Perabot didominasi material kayu.

4.1.3 Sistem Pencahayaan



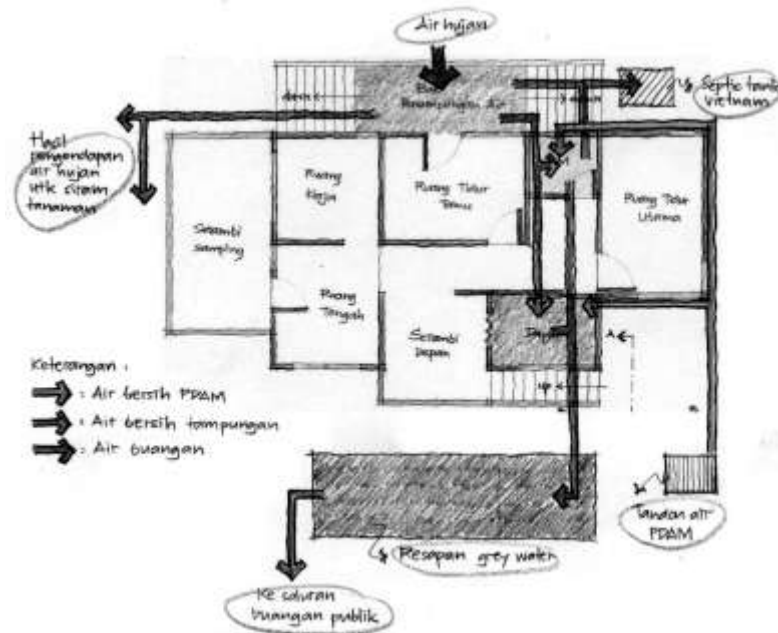
Gambar 7 Pencahayaan alami diterapkan dengan sistem bukaan yang mempertimbangkan sudut pantul dan sebaran cahaya. Pada malam hari, efisiensi cahaya buatan. Lampu pijar (untuk pencahayaan umum) dan lampu hemat energi (untuk pencahayaan khusus). Pencahayaan aksentuasi tidak banyak diterapkan.

4.1.4 Sistem Penghawan



Gambar 8 Terapan penghawaan alami tanpa penggunaan pengkondisian ruang konvensional maupun AC. Penghawaan hanya menggunakan terapan bukaan untuk peredaran udara dalam rumah. Sesuai arah edar angin secara umum di Jawa (Timur-Barat pada musim kemarau dan Barat-Timur).

4.1.5 Sanitasi Air



Gambar 9 Sumber air bersih dari PDAM dan tampungan air hujan. PDAM digunakan untuk keperluan air minum dan memasak. Sedang tampungan air hujan yang telah diendapkan, disalurkan untuk kebutuhan mandi, mencuci, dan menyiram tanaman. Pengolahan air buangan (*grey water*) dilakukan dialirkan ke saluran buangan publik. Sedang pengolahan limbah WC menggunakan *septic tank vietnam* untuk membasmi bakteri *koli* dan kuman, selanjutnya limbah bisa digunakan sebagai pupuk.

4.1.6 Polusi dalam Ruang

Antisipasi polusi dalam ruang diatasi dengan penggunaan material *finishing* dan *maintenance* yang alami (tidak berdampak polutif) dan peletakan dapur yang memungkinkan udara di dalamnya langsung bersirkulasi dengan udara baru (tidak mencemari udara dalam rumah).

4.1.7 Emisi Elektromagnetik

Emisi elektromagnetik diantisipasi melalui penggunaan listrik dengan upaya minimalisasi medan magnetis, dan menghindari penggunaan material yang dapat terpengaruh medan magnetis.

4.2 Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup di Mojokerto

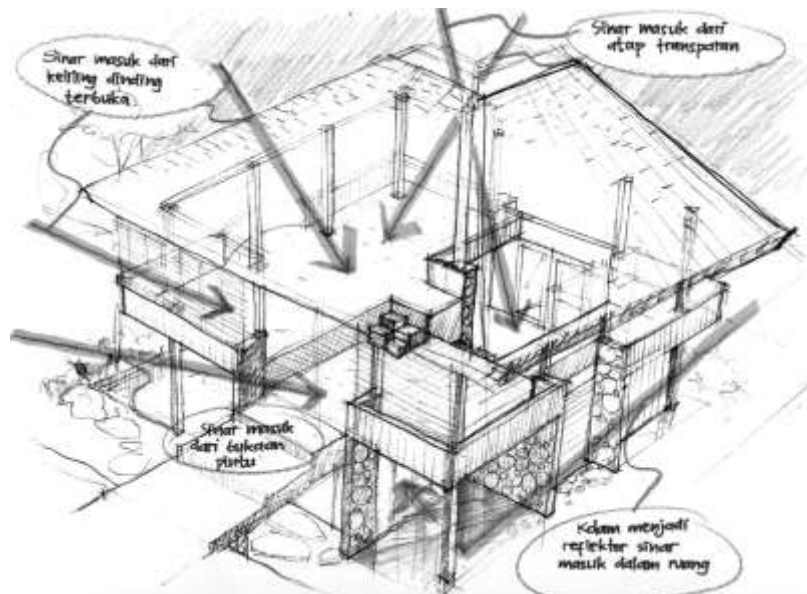
4.2.1 Organisasi Ruang

Arah hadap bangunan fleksibel, karena berada di kawasan seluas 3,7 hektar. Dominasi arah hadap bangunan adalah Selatan-Timur. Organisasi kelompok ruang tidak banyak berlaku karena tiap bangunan bersifat tunggal (*public-service* atau *private-service*).

4.2.2 Pemilihan Material

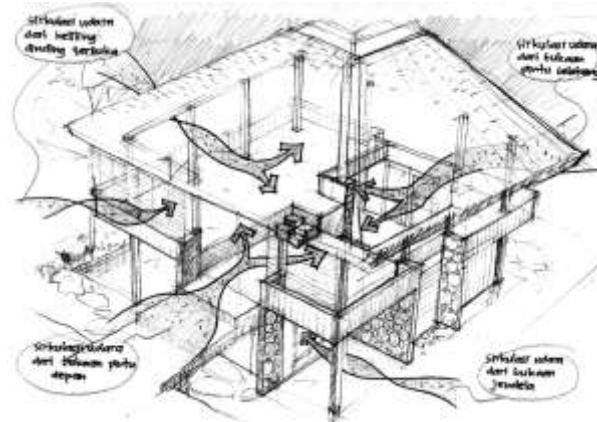
Sebagian besar material adalah kayu (ulin, jati dan meranti), keramik *terracota*, batu kali, tembok plester dicat, dan bambu. Dalam lingkup makro, penggunaan bahan kayu dari luar daerah berdampak pada inefisiensi dan kelangkaan kayu.

4.2.3 Sistem Pencahayaan



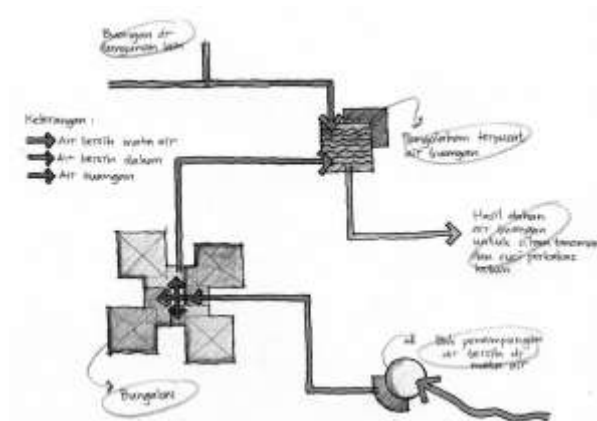
Gambar 10 PPLH menerapkan sumber daya listrik alternatif tenaga surya untuk kebutuhan pencahayaan malam hari, pemanas air dan memasak. Pencahayaan siang hari total menggunakan pencahayaan alami. Konsep bangunan terbuka pemenuhan kebutuhan cahaya dalam ruang. Kolam air juga berfungsi sebagai reflektor cahaya ke dalam ruang. Pada malam hari digunakan lampu pijar tenaga surya .

4.2.4 Sistem Penghawaan



Gambar 11 PPLH menggunakan penghawaan alami. Konsep bangunan terbuka membuat udara mengalir bebas pada relung massa bangunan. Sisi bangunan yang tertimpa cahaya matahari kritis, dan juga angin malam yang dingin dapat difilter menggunakan tirai bambu. Kolam air di sekeliling bangunan membantu menjaga suhu ruang.

4.2.5 Sanitasi Air



Gambar 12 Sumber air berasal dari mata air di lereng yang lebih tinggi, ditampung dalam dalam beberapa lokasi penampungan air. Air jernih tersebut digunakan untuk memasak, air minum, mandi, dan mencuci perkakas makan. Air buangan disalurkan ke *water treatment* terpusat. Olahan *grey water* dapat digunakan kembali untuk mencuci perkakas kebun, ternak, dan menyiram tanaman.

4.2.6 Polusi dalam Ruang

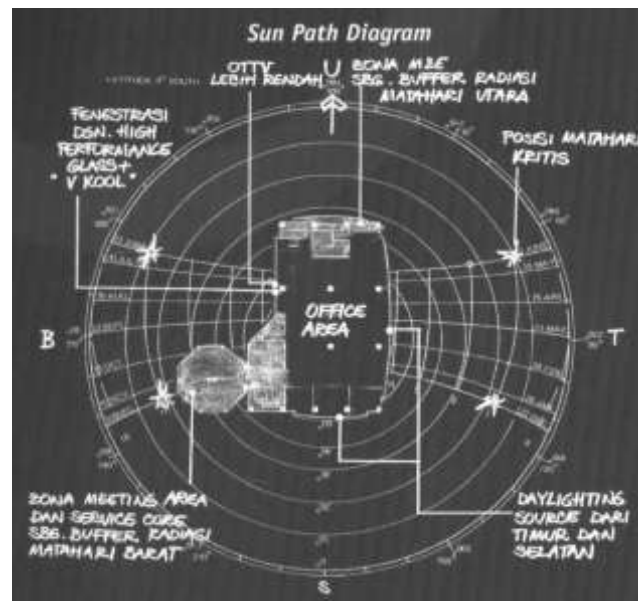
Hampir tidak ada polusi karena site hijau dan konsep bangunan terbuka membuat udara bersirkulasi bebas menetralsir asap dan bau dari dapur.

4.2.7 Emisi Elektromagnetik

Penggunaan listrik di PPLH terbatas dan efisien, yaitu pada saat ada *solar box* yang rusak, saat presentasi, dan keperluan komputerisasi administrasi staf (berkala), maka emisi elektromagnetik di PPLH sangat kecil dan tidak berpengaruh secara signifikan.

4.3 Perkantoran Graha Wonokoyo di Surabaya

4.3.1 Organisasi ruang

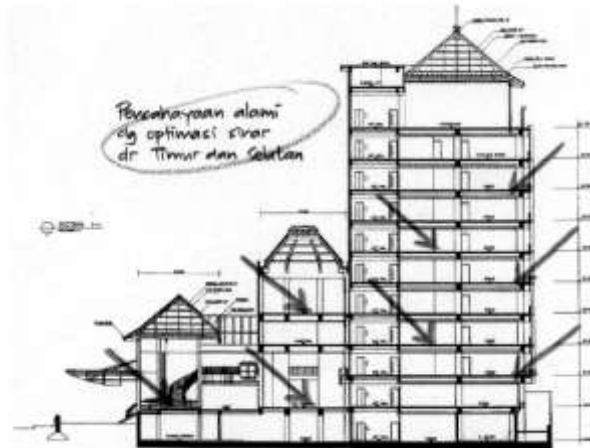


Gambar 13 Perancangan menggunakan analisis diagram *sun path* untuk menentukan arah hadap, *fasade*, dan organisasi ruang. Arah hadap utama adalah Barat, (jalan raya utama). Strategi yang diterapkan adalah massa bangunan depan berupa area penerima 2 lantai, tengah adalah transisi 4 lantai, dan berakhir pada menara 10 lantai sebagai klimaks (membujur Utara-Selatan sesuai tapak). *Lay out* menara terbagi atas zona perkantoran pada sisi Selatan dan Timur. Zona *thermal barrier* berada di sisi Barat, dengan penempatan ruang penerima, ruang rapat kolektif, dan *service core*, sedangkan zona *thermal barrier* di sisi Utara, untuk kegiatan *outdoor*, unit AC, *pantry* dan ruang arsip.

4.3.2 Pemilihan Material

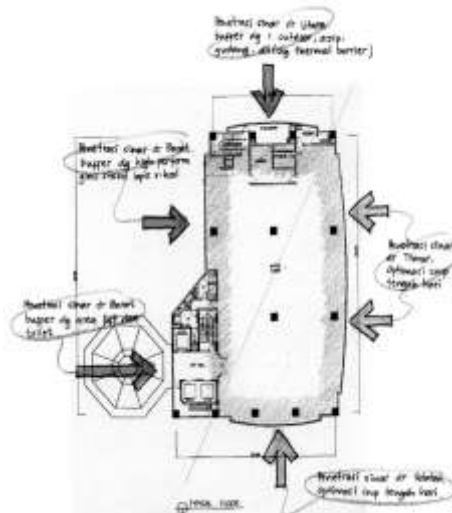
Lantai menggunakan marmer, keramik, karpet, dan kayu. Dinding bangunan menggunakan metal *cladding-indal* dan *high performance glass-stopsol* Asahi dilapis *V-kool* untuk mereduksi *cooling load*. Atap menggunakan tegola dan multipleks. Langit-langit *lobby* menggunakan *perforated* aluminium dan *acrylic* pada area *skylight*. Perabot bernuansa kaca, logam, dan kayu.

4.3.3 Sistem Pencahayaan



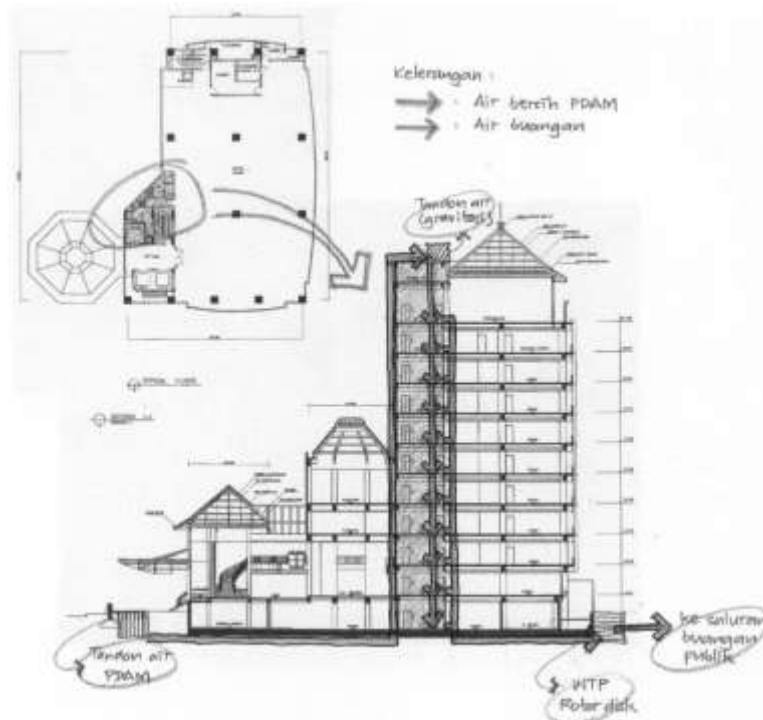
Gambar 14 Siang hari memaksimalkan cahaya alami untuk pencahayaan umum. Secara prinsip, demi mencapai hemat energi, upaya yang diterapkan adalah menggunakan kombinasi *local lighting*, *spot lighting*, dan *skylight*. Organisasi ruang kerja kantor berhubungan erat dengan sistem pencahayaan alami. Pada sore dan malam hari, pencahayaan buatan yang digunakan sangat efisien.

4.3.4 Sistem Penghawaan



Gambar 15 Penghawaan menggunakan AC dengan sistem hemat energi (*Variable Refrigerant Volume*), ramah lingkungan, *zone control*, dan *waterless operation*. Efisiensi penggunaan lampu dan AC, utamanya pagi hingga menjelang siang hari. Reduksi beban pendinginan AC disiasati dengan konfigurasi bentuk dan orientasi masa bangunan dan perancangan selubung bangunan. Sehingga peranan perancangan *fasade* bangunan sangat penting dalam mencapai kenyamanan thermal ruang dengan orientasi hemat energi.

4.3.5 Sanitasi Air



Gambar 16 Sumber air bersih dari PDAM yang disimpan dalam tandon air bawah dan atas, serta dialirkan ke titik-titik keluar air dengan sistem gravitasi. Karena kebutuhan air hanya terbatas pada aktivitas kerja siang hari, maka efisiensi penggunaan dapat diterapkan. Dapur hanya dirancang untuk aktivitas memasak bersih, dan toilet menggunakan teknologi efisiensi air, serta tidak ada fasilitas kamar mandi. Pengolahan air buangan menggunakan STP (*Sewage Treatment Plant*) dengan sistem rotor disk, sebelum dialirkan ke sistem buangan publik.

4.3.6 Polusi dalam Ruang

Sumber polusi dari aktivitas dalam ruang (material *finishing*, *maintenance*, dan perangkat kerja). Penanggulangan menggunakan AC yang berfasilitas filter udara kotor dan mengalirkan udara bersih dan siste *maintenance* yang ketat. Estimasi ketersediaan udara segar (oksigen) melalui AC dan bukaan (pintu dan jendela) yang diterapkan adalah 20 CFM per orang dalam ruang kerja, sedang standar ketersediaan udara segar (oksigen) minimal adalah 15 CFM (Cubic Feet/Meter). Sehingga ada garansi cukup untuk ketersediaan udara segar dalam ruang.

4.3.7 Emisi Elektromagnetik

Penggunaan listrik untuk perkantoran ini cukup penting, sehingga instalasi dan upaya pengamanannya direncanakan dengan baik. Jarak ergonomi antar komputer kerja juga telah dipertimbangkan. Terapannya adalah kurang lebih 2 meter dengan pemisah partisi sebagai upaya lokalisir dan mimimalisasi medan magnetik. Peralatan kerja dan alat komunikasi nirkabel juga sangat tinggi intensitas penggunaannya. Pengaruh dan dampak emisi medan magnetisnya belum dipertimbangkan lebih lanjut.

4.4 Analisis Umum

Tabel 2 Analisis Umum Eko-Interior pada objek kajian.

Aspek Eko-Interior	R T F	P P L H	P G W
Organisasi Ruang	Orientasi jalan utama, arah edar matahari, dan kelompok ruang. A	Orientasi arah edar matahari. A	Orientasi jalan utama, arah edar matahari, dan kelompok ruang A
Pemilihan Material	Lantai (kayu, keramik, batu alam); dinding (<i>conblock</i> , batu alam, cat alami); langit-langit (kayu, multiplek, cat alami); perabot (kayu).	Lantai (kayu, batu alam, <i>terracota</i>); dinding (bata plester, kayu, tirai bambu); Langit-langit (kayu, multiplek); perabot (kayu).	Lantai (marmer, keramik, karpet, kayu); Dinding (<i>cladding-indal</i> , <i>high performance glass-stopsol V-kool</i>); Langit-langit (<i>gypsum</i> , multipleks, <i>perforated alumunium</i>). C
Sistem Pencahayaan	C Siang hari cahaya alami, malam hari lampu pijar dan lampu hemat energi.	C Siang hari cahaya alami, malam hari lampu pijar tenaga surya.	C Siang hari cahaya alami dan efisiensi cahaya buatan. Malam hari efisiensi cahaya buatan hemat energi.
Sistem Penghawaan	B Siang dan malam hari total menggunakan penghawaan alami.	A Siang dan malam hari total menggunakan penghawaan alami.	B Siang menggunakan AC secara efisien. Malam tanpa sistem penghawaan buatan. B
Sanitasi Air	A Sumber air PDAM dan endapan air hujan. Sistem buangan tidak langsung dan pemanfaatan kembali.	A Sumber mata air. Sistem <i>water treatment</i> terpusat untuk pemanfaatan kembali.	B Sumber air PDAM, dengan upaya-upaya efisiensi. Sistem buangan olahan menggunakan STP (<i>Sewage Treatment Plant</i>). B
Polusi Dalam Ruang	A Penggunaan material <i>finishing</i> dan <i>maintenance</i> alami	A Site hijau dan konsep bangunan terbuka memungkinkan udara	B Sumber polusi dari material <i>finishing</i> , <i>maintenance</i> , dan

Aspek Eko-Interior	R T F	P P L H	P G W
Emisi Elektromagnetik	mandiri. Peletakan dapur tidak berdampak polusi. A	bersirkulasi bebas menetralkan asap dan bau. C / B	perangkat kerja. Diatasi dengan AC yang berfilter udara. B
	Sumber listrik dengan upaya minimalisasi medan magnetis dan efisiensi penggunaan. A	Penggunaan listrik kecil, hampir tidak ada emisi yang berpengaruh. C / B	Sumber listrik dengan upaya minimalisasi medan magnetis dan efisiensi penggunaan. Emisi dari fasilitas nirkabel belum dievaluasi. B

Ctt : Polusi dalam ruang dan emisi elektromagnetik PPLH berklasifikasi 'C' dengan asumsi upaya terapan yang tidak signifikan, dan berklasifikasi 'B' dengan asumsi hasil atau kondisi yang ada.

Tabel 3 Klasifikasi Global Terapan Eko-Interior objek kajian.

Aspek Eko-Interior	Obyek	D	C	B	A
Organisasi Ruang	R T F	█			
	P P L H	█			
	P G W	█			
Pemilihan Material	R T F	█			
	P P L H	█			
	P G W	█			
Sistem Pencahayaan	R T F	█			
	P P L H	█			
	P G W	█			
Sistem Penghawaan	R T F	█			
	P P L H	█			
	P G W	█			
Sanitasi Air	R T F	█			
	P P L H	█			
	P G W	█			
Polusi Dalam Ruang	R T F	█			
	P P L H	█		█	
	P G W	█			
Emisi Elektromagnetik	R T F	█			
	P P L H	█		█	
	P G W	█			

Klasifikasi global terapan eko-interior tersebut menunjukkan hasil terapan optimal yang telah dilakukan terutama pada aspek organisasi ruang. Sementara terapan eko-interior yang paling kurang terutama pada aspek pemilihan material. Ketujuh aspek terapan eko-interior tersebut telah diupayakan oleh

ketiga objek kajian, minimal telah ada upaya terapan ringan, lebih dari terapan umum.

5 Simpulan

Representasi bangunan ekologis dideskripsikan sebagai fokus terapan eko-interior yang pada objek kajian sebagai upaya substansial menuju situasi ideal, yaitu:

1. Rumah Tinggal Dr. Heinz Frick di Semarang memiliki fokus terapan eko-interior pada aspek organisasi ruang, pilihan material, sistem pencahayaan, sistem penghawaan, sanitasi air, polusi dalam ruang, dan emisi elektromagnetik.
2. Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup di Seloliman Mojokerto memiliki fokus terapan pada aspek organisasi ruang, sistem pencahayaan, sistem penghawaan, dan sanitasi air.
3. Perkantoran Graha Wonokoyo di Surabaya memiliki fokus terapan pada aspek organisasi ruang, sistem pencahayaan, sistem penghawaan, polusi dalam ruang dan emisi elektromagnetik.

Terapan eko-interior merupakan hasil runutan dari upaya merespon isu lingkungan melalui karya bangunan (arsitektur), belum menjadi pendekatan yang direncanakan mandiri sejak awal. Dalam merespon isu lingkungan, para pelaku rancang bangun memiliki pemahaman dan fokus terapan yang berbeda. Sehingga hasil perwujudan karya rancang bangunnya memiliki terapan ekologis yang ideal hanya di aspek-aspek tertentu sebagai fokus, belum dalam terapan aspek secara menyeluruh (holistik).

Terapan ekologis pada karya rancang bangun bersifat sangat kontekstual. Apa yang dianggap ekologis pada terapan objek tertentu belum tentu ekologis dalam terapan objek yang lain. Aspek terapan yang menjadi upaya substansial pada objek tertentu belum tentu merupakan upaya substansial pada objek yang lain. Aspek estetik desain interior bangunan akan tumbuh seiring dengan terciptanya kondisi lingkungan yang nyaman, higienis, tertib dan natural.

Daftar Pustaka

- [1] Fuad-Luke, Alastair. 2004. *The Eco-design Handbook*. London: Thames and Hudson Ltd.
- [2] Capra, Fritjof. 2003. *The Hidden Connections: A Science for Sustainable Living*. London: Flamingo.
- [3] Papanek, Victor. 1982. *Design for The Real World: Human Ecology and Social Change*. London: Granada Publishing Limited.

- [4] Larasati, Dwinita. 2007. *Sustainable Housing in Indonesia*. Netherlands: Delft University of Technology.
- [5] Soemarwoto, Otto. 2001. *Ekologi Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Bandung: Penerbit Djambatan.
- [6] Vale, Brenda and Robert. 1991. *Green Architecture*. London: Thames and Hudson.
- [7] Frick, Heinz, dan Suskiyatno, Bambang. FX. 1998. *Dasar-Dasar Eko Arsitektur*. Yogyakarta: Kanisius.
- [8] Pearson, David. 1994. *The Natural House Book: Creating a Healthy, Harmonious and Ecologically Sound Home*. London: Conran Octopus Limited.
- [9] Baggs, Sydney and Joan. 1996. *The Healthy House: Creating a Safe, Healthy and Environmentally Friendly Home*. Sydney: Harper Collins Publishers Pty Limited.
- [10] Frick, Heinz, dan Mulyani, Tri Hesti. 2006. *Arsitektur Ekologis*. Jogjakarta: Kanisius.
- [11] Mc Gowan, Maryrose. 2003. *Interior Graphic Standards*. Net Jersey: John Wiley & Son. Inc.
- [12] Pilatowicz, Grazyna. 1995. *Eco-Interiors*. United States of America: by John Wiley & Sons, Inc.