

Perkembangan Konsep Desain Ken Yeang Tahun 1980 - 2010

Aplimon Jerobisonif¹⁾, Simon Suddin²⁾, Debri A. Amabi³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Arsitektur, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana.

Abstrak

Penelitian ini secara spesifik menganalisis karya-karya desain arsitektur Ken Yeang untuk mendapatkan konsep dan tipe, level tipologikal, dan proses dari tipe. Tujuannya adalah untuk mendapatkan: 1) metode perancangan yang telah ada; 2) tipe dari proyek bangunan yang telah ada sebelumnya; 3) *functional typologies* dari tipe yang telah ada sebelumnya, dan disesuaikan dengan desain yang baru; dan 4) ciri perkembangan konsep desain dalam masa berkarya tahun 1980 - 2010. Penelitian ini menggunakan metode *content analysis* dengan mempelajari pemikiran dan informasi teks karya-karya arsitektur Ken Yeang. Prinsip penafsiran menggunakan empat prinsip (Sumarlan, 2003 dikutip Jerobisonif, 2011), yaitu: 1) Prinsip Penafsiran Personal; 2) Prinsip Penafsiran Lokasional; 3) Prinsip Penafsiran Temporal; dan 4) Prinsip Penafsiran Analogi. Hasil penelitian menunjukkan dua pendekatan utama yang digunakan dalam desain, yaitu: 1) pendekatan bioklimatik yang merupakan wujud *physical integration* yang berarti bangunan harus memperhatikan karakteristik fisik dari tempat. Pendekatan ini menekankan pada *low-energy* dan *passive* dengan memfokuskan pada kenyamanan penghuni, dan 2) Pendekatan desain *ecomimicry* yang merupakan wujud *systemic integration*, yang berarti integrasi dengan proses pada tempat alami dengan lingkungan binaan manusia dan *temporal integration* dengan menghitung sumber daya dan material yang digunakan, perbandingan dan penggantinya. Selanjutnya dalam perkembangan konsep desain Ken Yeang, terjadi evolusi perkembangan pemikiran desain dari pertimbangan respon terhadap iklim dan kondisi lokal - respon terhadap iklim dan lingkungan - respon terhadap iklim, lingkungan dan ekologi secara meluas.

Kata-kunci : perkembangan konsep, preseden, Ken Yeang

Abstract

Specifically, the objectives of this research are as follows analyzing Ken Yeang's architectural design works to obtain: concept & type, typological level, and process of type. The goal is to get 1) existing design methods; 2) types of pre-existing building projects; 3) functional typologies of the existing types, and adapted to the new design; and 4) the characteristics of the development of the design concept in the period of work from 1980 - 2010. This research uses the method of content analysis by studying the thoughts and text information of Ken Yeang's architectural works. The interpretation principle uses four principles (Sumarlan, 2003 quoted by Jerobisonif, 2011), namely: 1) Personal Interpretation Principle; 2) Locational Interpretation Principle; 3) Temporal Interpretation Principle; and 4) Analogy Interpretation Principle. The results showed that the two main approaches used in the design were; 1) a bioclimatic approach which is a form of physical integration which means that the building must pay attention to the physical characteristics of the place. This approach emphasizes low-energy and passive by focusing on the comfort of the occupants, and 2) The ecomimicry design approach which is a form of systemic integration, which means integration with processes in natural places with the human built environment and temporal integration by calculating the resources and materials used. Furthermore, in the development of Ken Yeang's design concept, there was an evolution in the development of design thinking from consideration of the response to climate and local conditions - response to climate and environment - response to climate, environment and ecology in general.

Keywords: concept development, precedent, Ken Yeang

Kontak Penulis

Aplimon Jerobisonif

Program Studi Arsitektur, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

Jalan Adi Sucipto Penfui Kupang, NTT 85001

E-mail : aplimonjerobisonif@staf.undana.ac.id

Pendahuluan

Penelitian tentang kaitan arsitek dan karyanya termasuk dalam lingkup penelitian sejarah dan perkembangan arsitektur (Djunaedi dikutip Purbadi, 1999). Upaya memahami kaitan arsitek dengan karyanya sangat penting bagi penciptaan karya arsitektur yang berkualitas, karena merupakan bagian dari pendidikan arsitektur untuk mencapai pendalaman tentang "HTC:..." seperti yang telah menjadi tradisi di MIT Massachusetts Institute of Technology, USA (Atmadi dikutip Purbadi, 1999).

Penelitian tentang arsitek dengan karyanya telah berkembang di luar Indonesia, baik tentang kaitan arsitek individu, kelompok maupun mazhab tertentu dengan karya-karya. Penelitian tersebut antara lain tefokus pada (1) kaitan arsitek dan pendidikannya dengan karyanya, (2) kaitan arsitek dengan kecenderungan gaya atau langgam tertentu pada daerah tertentu, (3) kaitan arsitek dengan "architectural imagery" pada karya-karyanya, dan (4) pengaruh mazhab tertentu pada perkembangan arsitektur.

Selain itu banyak juga berkembang tulisan-tulisan monografi arsitek dan karyanya antara lain tentang arsitek-arsitek Le Corbusier, Frank Lloyd Wright, Tadao Ando, Renzo Piano dan arsitek lainnya, baik yang ditulis oleh arsitek sendiri maupun oleh para ahli.

Ken Yeang yang lahir pada 6 Oktober 1948 adalah seorang arsitek, ahli ekologi, perencana dan penulis dari Malaysia, yang terkenal karena ekologi arsitektur dan yang memiliki estetika hijau yang khas.

Sejak awal berkarya Ken Yeang selalu menerapkan prinsip desain bioklimatik yang mencerminkan idenya tentang arsitektur yang merespon iklim. Desain bioklimatik ini kemudian dikembangkan dengan pendekatan ekologi dalam perancangan arsitektur yang menekankan pada proses integrasi dengan kondisi setempat. Teori dan praktik desain yang dikembangkan Ken Yeang sejak tahun 1970an menekankan pada desain berkelanjutan yang menarik untuk dikaji sebagai bentuk preseden bagi perkembangan ilmu arsitektur.

Karya-karya rancangan Ken Yeang banyak mendapatkan apresiasi, baik dalam bentuk penghargaan, statement arsitek maupun pendapat kritikus bahwa karya-karyanya dianggap mewakili konsep desain ekologis.

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis karya-karya desain arsitektur Ken Yeang untuk mendapatkan: konsep dan tipe, level tipologikal, dan proses dari tipe. Tujuannya adalah untuk mendapatkan 1) metode perancangan yang telah ada; 2) tipe dari proyek bangunan yang telah ada sebelumnya; 3) *functional typologies* dari tipe yang telah ada sebelumnya, dan disesuaikan dengan desain yang baru; 4) ciri perkembangan konsep desain dalam masa berkarya.

Dari konsep, metode dan bagaimana mengaplikasikannya dalam rancangan itu dapat dilihat kekhususan atau keunikan si arsitek dibandingkan dengan arsitek lainnya.

Metode

Penelitian ini menggunakan paradigma rasionalistik dengan metode *content analysis* yang dilakukan dengan studi intertekstual yang merupakan cara untuk memperkuat validasi pada saat melakukan interpretasi data dan kesimpulan yang diambil oleh peneliti. Di dalam *content analysis*, peneliti dapat menggambarkan konsep tertentu, dapat diperbandingkan antara satu buku dengan buku lainnya (intertekstual) untuk melihat kasus tertentu, dan melihat sebab akibat, perbandingan, korelasi, termasuk perkembangannya. Nawawi (2005) dikutip Jerobisonif (2011) berpendapat bahwa *content analysis* termasuk dalam metoda deskriptif.

Hostly (dikutip Muhadjir, 1998) mengemukakan lima ciri *content analysis*. Pertama, teks perlu diproses dengan aturan dan prosedur yang dirancang. Kedua, teks diproses secara sistematis, data mana yang tidak termasuk kategori dan data mana yang termasuk dalam kategori. Ketiga, proses menganalisa tersebut harus mengarah ke pemberian sumbangan pada teori, ada relevansi teoritiknya. Keempat, proses analisis mendasarkan pada deskripsi yang dimanifestasikan. Kelima bagaimanapun Content Analysis haruslah menggunakan teknik-teknik kuantitatif.

Langkah pertama yang dilakukan dalam analisis menurut Nazir (2003) dikutip Jerobisonif (2011) adalah membagi data atas kelompok-kelompok atau kategori-kategori. Pemilihan sampel dilakukan secara *purposive*. Menurut Mardalis (1999) dalam Harisah (2005), penggunaan cara *purposive* dilakukan dengan maksud tertentu atau dilakukan dengan sengaja dan dilakukan bila karakteristik populasi sudah diketahui sebelumnya. Sedangkan Marzuki (2000) dalam Harisah (2005) pengambilan sampel dengan cara *purposive* dapat dilakukan dengan syarat sampel yang diambil harus merupakan representasi dari populasi. Selain itu informasi yang mendahului tentang keadaan populasi sudah diketahui benar dan tidak perlu diragukan lagi.

Pengambilan sampel pada kelompok I untuk Konsep pemikiran yang akan dianalisis isinya didasarkan pada kriteria-kriteria:

- (1) Pemikiran tersebut merupakan pemikiran utama dari Ken Yeang yang ditentukan dengan mempertimbangkan banyaknya penggunaan pemikiran tersebut dalam membahas karya-karya teoritis maupun arsitekturalnya.
- (2) Pemikiran tersebut dapat memberikan kontribusi dalam melihat perkembangan konsep desain ekologis Ken Yeang sendiri sehingga gambaran mengenai

perkembangan konsep desain ekologis Ken Yeang dapat diketahui dengan jelas.

Pemilihan sampel pada kelompok II berupa karya arsitektural Ken Yeang dipilih dengan beberapa pertimbangan:

- (1) Pemilihan kasus berupa karya-karya arsitektural yang dimana Ken Yeang merupakan prinsipal arsitek sehingga diharapkan dapat menggambarkan keadaan sebenarnya dan bukan direkayasa untuk mendukung kesimpulan tertentu.
- (2) Karya-karya tersebut berupa bangunan-bangunan dengan fungsi yang bervariasi dan lokasi yang berbeda dengan mempertimbangkan fase perkembangan karya arsitektural Ken Yeang seperti yang dikemukakan oleh Powell Roberth (1998) dan Ivor Richards (1993) sehingga dapat secara jelas menggambarkan perkembangan konsep desain ekologisnya.
- (3) Karya-karya arsitektur yang dipilih adalah karya-karya yang mendapatkan apresiasi, baik dalam bentuk penghargaan-penghargaan, statement arsitek maupun pendapat kritikus bahwa karya tersebut dapat mewakili konsep desain ekologis dari arsitek Ken Yeang.

Pemahaman konteks dalam suatu teks tertulis sangat diperlukan dalam rangka menganalisis isi dari suatu teks, dan hal ini dilakukan dengan melalui penafsiran atau interpretasi. Untuk menghindari dan tidak terjebak dalam subjektifitas maka perlu dipahami mengenai prinsip pemahaman penafsiran atau interpretasi. Sumarlan (2003) dikutip Jerobisonif (2011) mengemukakan empat prinsip penafsiran wacana yang akan dijadikan dasar dalam penelitian, sebagai berikut :

(1) Prinsip Penafsiran Personal

Pembaca juga sekaligus penganalisis wacana harus mengetahui secara pasti orang yang terlibat (pelibat wacana) dalam wacana. Ini dapat dilakukan dengan mengetahui latar belakang pelibat wacana, peranannya, hubungan antar pelibat dan kontribusinya dalam menentukan alur wacana.

(2) Prinsip Penafsiran Lokasional.

Prinsip ini berkaitan dengan penafsiran tempat atau lokasi terjadinya suatu situasi (Keadaan, peristiwa, dan proses) dalam rangka memahami suatu wacana.

(3) Prinsip Penafsiran Temporal.

Prinsip ini berkaitan dengan waktu terjadinya wacana (teks) dan diperlukan agar tidak kehilangan orientasi dalam memahami teks atau urutan-urutan peristiwa

dalam teks pada saat pemikiran-pemikiran dalam teks tersebut dikemukakan.

(4) Prinsip Penafsiran Analogi.

Dalam berbagai teks terkadang terdapat kata yang bisa menimbulkan penafsiran ganda, karena itu untuk memahaminya diperlukan pemahaman teks yang mendahului atau mengikutinya sehingga dapat dipahami maknanya dengan melihat teks secara keseluruhan.

Hasil dan Pembahasan

Beberapa karya yang dianalisis untuk mendapatkan perkembangan pemikiran desain arsitektural Ken Yeang di yaitu :

- (1) Plaza Atrium, Malaysia (1984);
- (2) The Roof Roof House, Malaysia (1984);
- (3) Menara Boustead, Malaysia (1987);
- (4) Menara Mesiniaga, Malaysia (1992);
- (5) Tokyo Nara Tower, Japan (1995);
- (6) Guthrie Pavilion, Malaysia (1998);
- (7) Menara UMNO, Malaysia (1998);
- (8) The EDITT Tower, Singapore (2000);
- (9) Elephant & Castle Eco-Towers, London (2000);
- (10) Malaysia Design Technology Centre, Malaysia (2003);
- (11) The New National Library Building, Singapore 2004.

Hasil analisis terhadap beberapa obyek desain yang dianggap mewakili periode masa berkarya Ken Yeang didapat beberapa persamaan dan perbedaan bahwa prinsip dan metode yang dilakukan merupakan penjabaran dari konsep bioklimatik dan konsep *ecomimicry*. Untuk memudahkan ddalam pembahasan maka akan dilihat bagaimana penerapan prinsip dan metode tersebut dalam aplikasi desain ekologis yang dilihat perdekade untuk melihat perkembangannya. Adapun hal tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut:

(1) Periode 1980-1990

(a) *No waste no problem*

Pada periode ini penggunaan material yang dapat dianggap sebagai material ekologis ditemukan di dua kasus yaitu Plaza Atrium dan Menara Boustead.

Material yang ditemukan berupa: Penggunaan material impor: *curtain walling, steel, anodised aluminium, dan solar reflective glass* di Plaza Atrium sebagai upaya penggunaan yang dapat di *reuse* dan *recycle*. Dan penggunaan *Planter box* dengan sistim pemupukan dan pengaliran otomatis di Menara Boustead yang juga merupakan upaya untuk melakukan simbiosis antara tanaman dan sistem mekanikal pada bangunan. CO₂ yang dihasilkan dari sistim mekanikal oleh tanaman dengan proses fotosintesis dapat menghasilkan O₂ yang sangat dibutuhkan oleh pengguna bangunan.

(b) *A natural design system*

Prinsip ini pada ketiga kasus, metode *as well as integrating planted surface* ditemukan pada Menara Boustead yang menerapkan *vertical landscape* dengan *local planting*. Di Menara Boustead penerapannya sudah dilengkapi dengan sistim pemupukan dan pengaliran otomatis yang menurut Powell (1999) merupakan sebuah pengembangan substansial dari sistim manual yang terdapat pada Plaza Atrium. Untuk kasus The Roof-roof House, penggunaan tanaman tidak diintegrasikan pada bangunan tetapi di *landscape* atau area disekitar bangunan yang juga dapat menciptakan pola aliran udara yang nyaman sebelum masuk kedalam bangunan

Transitional space merupakan ruang-ruang yang digunakan sebagai 'transisi' untuk pengoptimalan pemanfaatan cahaya dan penghawaan alami kedalam bangunan. Penerapan *transitional space* pada ketiga kasus ditemukan dalam beberapa wujud: *Interstitial atrium, selasar, recessed balconies*.

Penggunaan metode *variability in façade and building performance in response to climate and location* ditemukan pada ketiga kasus berupa: penggunaan bidang kaca yang luas di "*interstitial atrium*", atap dengan profil berbentuk Z sebagai '*filter*', atap *double roof* sebagai 'penyekat', penempatan bidang kaca di sisi utara selatan untuk pencahayaan alami dan *sun shading* di sisi timur dan barat.

Dari penggunaan metode dan penerapannya pada bangunan dapat terlihat bahwa pada ketiga kasus yang menjadi perhatian utama Ken Yeang dalam mendesain adalah bangunan yang merespon iklim setempat dengan pemanfaatan pencahayaan dan penghawaan alami kedalam bangunan secara optimal.

(c) *Understanding the ecology of the site*

Pemahaman terhadap kondisi ekologi pada ketiga kasus ditemukan bahwa metode *build on low impact areas, on least-impact areas, on no-impact areas, in areas of non-productive potential* merupakan hal yang menjadi perhatian Ken Yeang dalam periode ini. Sehingga penggunaan tanaman dan *landscaping* pada bangunan, baik yang diintegrasikan maupun terdapat pada area

sekitar bangunan ditujukan untuk mendukung penerapan sistim *passive design* yang menjadi ciri utama Ken Yeang pada periode ini.

Adapun penerapan yang dilakukan sehubungan dengan prinsip misalnya: untuk pengembangan kedepan *atrium* sebagai *interstitial space* di Plaza atrium dapat digunakan untuk pengembangan dan pengaturan konfigurasi dan orientasi spasial yang dilakukan di The Roof-roof House sehingga tidak menimbulkan dampak terhadap lingkungan maupun sebaliknya.

(d) *Designing for low energy systems*

Pendekatan sebuah sistim yang *low-energy* dapat dikatakan sebagai ciri Ken Yeang pada periode ini. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya aplikasi desain yang ditujukan untuk menjawab prinsip ini.

Faktor iklim dengan variasinya sepanjang musim, dapat dikatakan sebagai hal yang menjadi perhatian utama Ken Yeang didalam mendesain, misalnya pada iklim tropis dengan cahaya matahari yang berlimpah maka perlu diusahakan pemanfaatannya kedalam bangunan, begitu juga dengan pemanfaatan penghawaan alami yang dilakukan dengan teknik-teknik tertentu dapat menciptakan kondisi kenyamanan penghuni dalam bangunan.

Desain dengan sistim *low-energy* dilakukan Ken Yeang dapat dikatakan sebagai bentuk tanggung jawab terhadap lingkungan alami. Pendekatan sistem *low-energy* dan *passive* bertujuan mengoptimalkan penggunaan energi-energi bangunan dengan menciptakan hubungan di antara bentuk dari struktur bangunan dan performa lingkungan dalam hubungan dengan iklim luar dengan melihat variasi musim.

(e) *Integration with nature*

Pada periode ini wujud *integration with nature* masih dilakukan sebagai upaya bagaimana bangunan dapat merespon kondisi iklim setempat. Hal ini terlihat dari upaya Ken Yeang untuk bereksplorasi terhadap arsitektur setempat, dengan melakukan analogi-analogi pembedahan prinsip-prinsip yang ditemukan untuk diterapkan pada desainya. *Transitional Space* sebagai analogi *traditional shophouse*, selasar sebagai analogi *verandah dan ground floor* memberikan ruang "*back to the people*" dengan ruang setinggi dua lantai merupakan contoh analogi konsep-konsep pada arsitektur tradisional Malaysia. Penggunaan analogi konsep *cooling fins* pada bentuk bangunan silinder yang menurut Powell (1999) merupakan analogi dari *cooling fins* dari motor Yamaha, dan selubung bangunan sebagai analogi "*enclosural or environmental valves*" yang merupakan filter-filter lingkungan.

Hal di atas dapat dikatakan sebagai upaya *integration with nature* dengan cara merespon iklim setempat untuk mendapatkan sebuah bangunan dengan sistim yang *passive low-energy* dengan pemanfaatan sumber daya yang *renewable* (misalnya sinar matahari dan angin) sebagai sebuah wujud tanggung jawab manusia terhadap keberlangsungan alam.

(2) Periode 1990-2000

(a) *No waste no problem*

Pada periode ini penggunaan material yang dapat dianggap sebagai material ekologis ditemukan di dua kasus yaitu Menara Mesiniaga dan Tokyo Nara Tower. Material yang ditemukan misalnya di Menara Mesiniaga berupa penggunaan material yang *recycled* dan *reused* secara umum seperti karpet dinding dari kain dan kayu hutan lokal sangat mengurangi pengaruh buruk terhadap lingkungan. Penggunaan aluminium mencegah terjadinya korosi yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia.

Penggunaan *landscaping* dan tanaman yang ditemukan di Menara Mesiniaga dan Tokyo Nara Tower juga merupakan upaya untuk melakukan simbiosis antara tanaman dan sistem mekanikal pada bangunan. CO₂ yang dihasilkan dari sistim mekanikal oleh tanaman dengan proses fotosintesis dapat menghasilkan O₂ yang sangat dibutuhkan oleh pengguna bangunan.

(b) *A natural design system*

Prinsip ini pada keempat kasus, metode *as well as integrating planted surface* ditemukan di Menara Mesiniaga dan Tokyo Nara Tower yang menerapkan *vertical landscape* dengan *local planting*. Di Guthrie pavillion dan Menara UMNO penerapannya tidak diintegrasikan pada bangunan.

Transitional space merupakan ruang-ruang yang digunakan sebagai 'transisi' untuk pengoptimalan pemanfaatan cahaya dan penghawaan alami kedalam bangunan. Penerapan *transitional space* pada keempat kasus ditemukan dalam beberapa wujud: *deep recesses*, *stepped terrace*, *service track*, *wind flues (Atrial)*, *core holding*, dan *wing wall*.

Penggunaan metode *variability in façade and building performance in response to climate and location* ditemukan di keempat kasus menunjukkan bahwa pemanfaatan iklim tetap menjadi perhatian Ken Yeang seperti periode sebelumnya. Hal yang ditemukan misalnya pengembangan *roof as fifth façade* yang sebelumnya dikembangkan di The Roof-roof House juga terlihat pengembangannya di Menara Mesiniaga dan Guthrie Pavillion, dengan sistim yang *adjustable* disamping memberikan naungan juga memberikan suatu estetika pada bangunan. Bahkan pada Menara Mesiniaga oleh Ken Yeang didesain sebagai tempat penginstalan

solar panel untuk pemenuhan kebutuhan energi di masa mendatang.

Dari penggunaan metode dan penerapannya pada bangunan dapat terlihat bahwa pada ketiga kasus sudah terlihat bahwa terjadi pergeseran dari periode yang sebelumnya lebih merespon iklim yang menjadi perhatian utama Ken Yeang dalam mendesain menjadi sedikit meluas dengan merespon terhadap ekologi lingkungan.

(c) *Understanding the ecology of the site*

Memahami ekologi sekitar secara utuh pada periode ini sudah mulai dilakukan Ken Yeang. Hal ini sudah terlihat di Menara Mesiniaga dan Tokyo Nara Tower yang terlihat dengan penerapan *spiralling vertical landscape* dengan tanaman lokal secara terintegrasi pada bangunan sebagai upaya preservasi dan konservasi lingkungan alami.

Pemahaman terhadap ekologi juga nampak dari bagaimana menciptakan perwujudan *city in the sky* dengan penciptaan ruang-ruang yang dapat menciptakan interaksi sosial pada bangunan tinggi. Hal ini misalnya dengan ruang-ruang publik yang lega setinggi dua lantai dengan pencahayaan dan penghawaan alami pada ruang lantai bawah bangunan *high-rise*, penggunaan atap sebagai ruang yang memungkinkan untuk kegiatan bersama.

Hal di atas nampak bahwa pemahaman terhadap ekologi manusia juga menjadi perhatian didalam mendesain bangunan type *high-rise* dan *skyscraper* yang selalu dianggap merusak dan menakutkan.

(d) *Designing for low energy systems*

Pendekatan sebuah sistim yang *low-energy* pada periode sebelumnya terus dikembangkan Ken Yeang pada periode ini. Hal ini terlihat dari sejumlah fitur yang ditemukan pada periode 1980-1990 juga ditemukan pengembangannya pada periode 1990-2000.

Faktor iklim dengan variasinya sepanjang musim, juga menjadi perhatian utama Ken Yeang didalam mendesain pada periode ini. Desain dengan sistim *low-energy* dilakukan Ken Yeang dapat dikatakan sebagai bentuk tanggung jawab terhadap lingkungan alami. Pendekatan sistim *low-energy* dan *passive* bertujuan mengoptimalkan penggunaan energi-energi bangunan misalnya dengan *curtain wall glazing* disisi utara dan selatan (sisi yang dipilih berdasarkan analisis terhadap diagram *sunpath*) untuk memanfaatkan cahaya alami, *wing wall* sebagai sarana pemanfaatan penghawaan alami, dan penciptaan kondisi *stack effect* untuk penciptaan penghawaan alami secara pasif merupakan aplikasi yang dapat dikatakan baru pada periode ini.

Untuk mendukung sistim *passive* yang digunakan penggunaan peralatan ME yang mendukung untuk

pencapaian kondisi kenyamanan dalam bangunan juga dilakukan. Peralatan ME ini bahkan pada Menara Mesiniaga juga dilakukan *Building Automation System*, sehingga pengontrolan penggunaan energi dalam bangunan dalam dilakukan dengan baik.

Penerapan *roof as fifth façade* pada periode ini ditemukan sebagai sebuah pengembangan dari periode sebelumnya misalnya Menara Mesiniaga atap dengan konstruksi yang *adjustable* dan dapat dinstalasi *solar panel* pada masa mendatang dan pada Guthrie Pavillion atap kanopi *inflated fabric* berfungsi menyediakan secara luas sebagai *sun-shading* dan perlindungan dari hujan struktur bangunan yang lebih rendah di bawahnya.

Dapat dikatakan bahwa pengoptimalan penggunaan energi dalam bangunan yang dilakukan Ken Yeang pada periode ini dimulai dengan metode *passive* yang kemudian dikombinasikan dengan sejumlah peralatan ME dengan *Building Automation System* ditujukan untuk mencapai penghematan energi tanpa mengabaikan kenyamanan pengguna. Hal ini merupakan salah satu kepedulian terhadap penggunaan sumber daya alam secara arif dan bijaksana.

(e) *Integration with nature*

Pada periode ini wujud *integration with nature* terlihat mulai diperluas, di mana pada periode sebelumnya dilakukan upaya bagaimana bangunan dapat merespon kondisi iklim setempat, pada periode ini lebih melihat juga kondisi lingkungan setempat. Hal ini terlihat dari upaya Ken Yeang untuk bereksplorasi terhadap kondisi lingkungan setempat, dengan melakukan analogi-analogi pembedahan prinsip-prinsip yang ditemukan untuk diterapkan pada desainnya, misalnya *Skycourt* sebagai analogi *villages* yang ditemukan di Menara Mesiniaga dan Tokyo Nara Tower merupakan upaya untuk menciptakan bangunan type *high-rise* dan *skyscraper* yang selama ini dianggap boros, terlalu mahal, dan berkesan tertutup dari lingkungan sekitarnya.

Penggunaan analogi *Anthill* dan *rotated magazine* sebagai konsep *bioclimatic skyscraper* di Tokyo Nara Tower merupakan upaya untuk menciptakan bangunan yang dapat menyatu dengan lingkungannya. *Anthill* yang merupakan sarang memberikan inspirasi akan sebuah “rumah” dengan pemanfaatan cahaya dan penghawaan alami secara optimal sehingga dengan analogi tersebut dapat dimanfaatkan prinsipnya pada bangunan dengan bukaan-bukaan sesuai.

Rotated magazine menganalogikan bahwa bangunan *high-rise* dan *skyscraper* dapat dianggap sebagai sekumpulan layer-layer lantai yang diumpamakan sebagai lembaran-lembaran majalah yang berurutan sehingga harus mengatur agar bagaimana sebuah bangunan mempunyai keterhubungan bagian-bagian baik secara

horisontal maupun vertikal. Yang dapat dilakukan misalnya sistim stratafikasi sosial dan kondisi geografis yang dapat diambil maknanya untuk diterapkan pada bangunan.

Hal di atas dapat dikatakan sebagai upaya *integration with nature* dengan cara merespon iklim setempat untuk mendapatkan sebuah bangunan dengan sistim yang *passive low-energy* dengan pemanfaatan sumber daya yang *renewable* (misalnya sinar matahari dan angin), dan apabila ingin mencapai kondisi kenyamanan pengguna maka tahap selanjutnya penggunaan peralatan ME dapat diaplikasikan. Sebagai bentuk respon lingkungan maka aktifitas-aktifitas sosial budaya setempat, proses dan struktur dialam dapat menjadi inspirasi sebuah desain yang ekologis.

(3) Periode 2000-2010

(a) *No waste no problem*

Pada periode ini penggunaan material yang dapat dianggap sebagai material ekologis ditemukan pada keempat kasus. Hal yang ditemukan misalnya di The EDITT Tower yaitu penggunaan teknologi *Rain Water Harvesting* yaitu dimana air hujan dari bubungan atap *curvilinear* (pengumpul air hujan), dan *scallops* (fasad pengumpul air hujan) ditampung lalu kemudian dipergunakan, dan penggunaan kotoran manusia sebagai biogas yang juga ditemukan di kasus Malaysia Design Technology Centre merupakan bukti bahwa sistim *recycling* dan *reuse* diterapkan dalam desain sebagai upaya mereduksi limbah yang dihasilkan.

Penggunaan *landscaping* dan tanaman yang ditemukan pada tiga kasus juga merupakan upaya untuk melakukan simbiosis antara tanaman dan sistem mekanikal pada bangunan. Selain itu dengan peningkatan jumlah secara relatif massa tanaman maka CO₂ yang dihasilkan dari sistim mekanikal oleh tanaman dengan proses fotosintesis dapat menghasilkan O₂ yang sangat dibutuhkan oleh pengguna bangunan.

Dari penerapan *landscaping* dan tanaman yang terintegrasi terhadap bangunan, Ken Yeang mengharapkan dapat merestorasi/merehabilitasi kondisi kerusakan yang terjadi sebelum bangunan dibangun atau yang dirusak oleh pada waktu konstruksi bangunan. Lewat hal ini maka tercipta keanekaragaman kekayaan hayati pada lokasi dimana bangunan berada.

(b) *A natural design system*

Prinsip ini pada keempat kasus, metode *as well as integrating planted surface* ditemukan di The EDITT Tower, Elephant & Castle Eco Tower yang menerapkan *vertical landscape* dengan *local planting*. Pada The New National Library of Singapore dengan *landscape* yang menyebar pada beberapa tempat dengan area seluas lebih

dari 6300 m². Di Malaysia Design Technology Centre tidak diintegrasikan pada bangunan tetapi pada area sekitar bangunan.

Transitional space merupakan ruang-ruang yang digunakan sebagai 'transisi' untuk pengoptimalan pemanfaatan cahaya dan penghawaan alami kedalam bangunan.

Penerapan *transitional space* pada keempat kasus ditemukan dalam beberapa wujud: *skycourts*, *atrial spaces* dan *sky-plazas* di The EDITT Tower, *skypark* di Elephant & Castle Eco Tower, dan pada The New National Library of Singapore berupa *lobby*, *foyer*, *courtyard*.

Penggunaan metode *variability in façade and building performance in response to climate and location* ditemukan pada keempat kasus menunjukkan bahwa pemanfaatan iklim tetap menjadi perhatian Ken Yeang seperti periode sebelumnya. Hal yang ditemukan misalnya pengembangan selubung bangunan sebagai "*enclosural or environmental valves*" yang sebelumnya dikembangkan, terlihat pengembangannya di The EDITT Tower dimana *Solar Shielding* pada sisi timur yang juga berfungsi sebagai *solar cell*, *super-cantilever roof-dish* di Malaysia Design Technology Centre yang terlihat sebagai pengembangan sebelumnya dari atap The Roof-roof House - Menara Mesiniaga - Guthrie Pavillion.

Dari penggunaan metode dan penerapannya pada bangunan dapat terlihat bahwa pada keempat kasus sudah terlihat bahwa terjadi pergeseran dari periode yang sebelumnya lebih merespon iklim – lingkungan yang menjadi perhatian utama Ken Yeang dalam mendesain menjadi sedikit meluas dengan merespon terhadap ekologi secara luas.

(c) *Understanding the ecology of the site*

Memahami ekologi sekitar secara utuh pada periode ini dapat dikatakan merupakan bentuk yang terlihat dari berbagai aplikasi yang dilakukan Ken Yeang. Hal terlihat pada tiga kasus yang secara penuh memanfaatkan *landscaping* dan tanaman yang terintegrasi pada bangunan yang berada pada zona '*zero culture*' diharapkan dapat merehabitasi dan meningkatkan keanekaragaman hayati yang hilang pada lokasi tersebut.

Di Elephant & Castle Eco Tower yang berada lokasi konservasi bersejarah, Ken Yeang melakukan hal yang lebih dengan memperhatikan berbagai aspek yang berhubungan dengan prinsip konservasi dan preservasi daerah tersebut.

Pemahaman terhadap ekologi juga nampak dari bagaimana menciptakan perwujudan *city in the sky*, *place making*, *design related activities*, *place for the people*, dan *Sosial permeable building* dengan penciptaan ruang-

ruang yang dapat menciptakan interaksi sosial pada bangunan tinggi. Hal ini misalnya dengan ruang-ruang publik yang lega setinggi dua lantai dengan pencahayaan dan penghawaan alami pada ruang lantai bawah bangunan *high-rise*, penggunaan atap sebagai ruang yang memungkinkan untuk kegiatan bersama.

Hal di atas nampak bahwa pemahaman terhadap ekologi manusia juga menjadi perhatian didalam mendesain bangunan type *high-rise* dan *skyscraper* yang selalu dianggap merusak dan menakutkan.

(d) *Designing for low energy systems*

Pendekatan sebuah sistim yang *low-energy* pada periode-periode sebelumnya terus dikembangkan Ken Yeang pada periode ini. Hal ini terlihat dari sejumlah fitur yang ditemukan pada periode 1980-1990 dan periode 1990-2000 juga ditemukan pada periode ini.

Faktor iklim dengan variasinya sepanjang musim, juga menjadi perhatian utama Ken Yeang didalam mendesain pada periode ini. Desain dengan sistim *low-energy* dilakukan Ken Yeang dapat dikatakan sebagai bentuk tanggung jawab terhadap lingkungan alami. Pendekatan system *low-energy* dan *passive* bertujuan mengoptimalkan penggunaan energi-energi bangunan misalnya dengan Pengaturan konfigurasi dan organisasi spasial sehingga kondisi kenyamanan dapat dicapai, *Sun shading* dengan kedalaman 9 m, *skycourts*, *atrial spaces* dan *sky-plazas* sebagai sarana *transitional space*.

Untuk mendukung sistim *passive* yang digunakan penggunaan peralatan ME yang mendukung untuk pencapaian kondisi kenyamanan dalam bangunan juga dilakukan. Peralatan ME ini bahkan di The New National Library of Singapore juga dilakukan *Building Automation System*, sehingga pengontrolan penggunaan energi dalam bangunan dalam dilakukan dengan baik.

Penerapan *roof as fifth façade* pada periode ini ditemukan sebagai sebuah pengembangan dari periode sebelumnya: Menara Mesiniaga dengan atap konstruksi yang *adjustable* dan dapat dinstalasi *solar panel* pada masa mendatang dan pada Guthrie Pavillion atap kanopi *inflated fabric* berfungsi menyediakan secara luas sebagai *sun-shading* dan perlindungan dari hujan struktur bangunan yang lebih rendah dibawahnya, dilanjutkan dengan *super-cantilever roof-dish* pada Malaysia Design Technology Centre.

Dapat dikatakan bahwa pengoptimalan penggunaan energi dalam bangunan yang dilakukan Ken Yeang pada periode ini dimulai dengan metode *passive* yang kemudian dikombinasikan dengan sejumlah peralatan ME dengan *Building Automation System* ditujukan untuk mencapai penghematan energi tanpa mengabaikan kenyamanan pengguna. Dengan penambahan fitur aplikasi yang dapat membangkitkan energi lewat

pemanfaatan alam seperti *solar cell* merupakan salah satu kepedulian terhadap penggunaan sumber daya alam secara arif dan bijaksana.

(e) *Integration with nature*

Pada periode ini wujud *integration with nature* terlihat mulai diperluas, dimana pada periode 1980 -1990 dilakukan upaya bagaimana bangunan dapat merespon kondisi iklim setempat, pada periode 1990-2000 melihat juga kondisi lingkungan setempat, maka pada periode ini mencoba mendesain dengan melihat ekologi secara lebih luas. Hal ini terlihat dari upaya Ken Yeang untuk bereksplorasi terhadap kondisi lingkungan dan ekologi setempat, dengan melakukan analogi-analogi pembedahan prinsip-prinsip yang ditemukan untuk diterapkan pada desainnya, misalnya *Place Making* dengan *vertical places* pada The EDITT Tower untuk menciptakan kesinambungan ruang yang lemah antara aktivitas *street-level* dengan ruang -ruang di lantai atas dari bangunan *high-rise* tersebut.

Penggunaan analogi kondisi geografi yaitu desain mengambil model dari sebuah wilayah geografis umum kota, dengan sistem yang terkandung di dalamnya, zonasi dan infrastruktur sosial dan diaplikasikan ke gedung-gedung pencakar langit, merupakan hal yang terlihat dalam Elephant & Castle Eco Tower sebagai sebuah cara yang dilakukan Ken Yeang.

Hal di atas dapat dikatakan sebagai upaya *integration with nature* dengan cara merespon iklim setempat untuk mendapatkan sebuah bangunan dengan sistem yang *passive low-energy* dengan pemanfaatan sumber daya yang *renewable* (misalnya sinar matahari dan angin), dan apabila ingin mencapai kondisi kenyamanan pengguna maka tahap selanjutnya penggunaan peralatan ME dapat diaplikasikan. Sebagai bentuk respon lingkungan dan ekologi maka aktifitas-aktifitas sosial budaya setempat, proses dan struktur dialam dapat menjadi inspirasi sebuah desain yang ekologis.

(4) Perkembangan aplikasi desain ekologis Ken Yeang 1980-2010

Ken Yeang dapat disebut sebagai '*father*' atau '*inventor*' dari *bioclimatic skyscraper*, seperti yang dikemukakan oleh Professor Udo Kulterman dari University of Washington (http://en.wikipedia.org/wiki/Ken_Yeang)

Desain bioklimatik Ken Yeang dapat dianggap sebagai sebuah perluasan untuk menurunkan kepadatan yang tinggi dan sebagai pengganti struktur dalam kota. Karya desain dan penelitian Ken Yeang selama tiga dekade terakhir telah dikhususkan untuk eksplorasi konsep-konsep dan transformasi kedalam aplikasi desain ekologis. Pekerjaan awalnya The Roof-roof House memperlihatkan dominannya hubungan antara iklim dan bangunan yang digambarkannya sebagai '*environmental*

filter', dengan konsep bioklimatik sebagai pendekatan desain *passive low-energy* lewat penyediaan sebuah struktur atap *umbrella louvred* yang menaungi diatas bangunan.

Langkah penting dalam transformasi konsep-konsepnya juga diaplikasikan dalam serangkaian bangunan *high-rise* dan *skyscraper* yang maju secara bertahap dan dengan penyesuaian terhadap arsitektur kota, dapat melampaui keterbatasan-keterbatasan pada bangunan-bangunan terdahulu yang hanya sekedar meningkatkan jumlah lantai. Langkah penting tersebut adalah dimulai dari Plaza Atrium, Menara Boustead, Menara Mesiniaga, Tokyo Nara Tower, Menara UMNO, The EDITT Tower, Elephant & Castle Eco Tower dan The New National Library of Singapore.

Plaza Atrium ditegaskan oleh atrium besar setengah tertutup untuk penghawaan alami, yang mana *stepped back terrace* diarahkan pada setiap lantai, hal ini tidak hanya untuk ruang interior tetapi juga untuk bagian luar, yang memberikan struktur sebuah identitas khusus. Fungsi atrium tersebut sebagai *giant wind scoop*, di mana hembusan angin bisa masuk kesemua bagian bangunan.

Salah satu faktor penting di dalam desain terhadap alur matahari adalah elemen integral dalam penentuan bentuk bangunan, seperti yang diwujudkan pada Menara Boustead. Pemilihan bentuk lingkaran dengan teras dan *skycourts* pada sudut-sudut setiap lantai dengan *landscapae* dan tanaman dilantai-lantai atas bangunan yang juga sebagai akomodasi kebutuhan penambahan ruang pada masa depan.

Dengan 15 lantai, Menara Misiniaga merupakan babak baru dalam pengembangan '*green skyscrapers*' pada awal tahun 1990an yang dideklarasikan oleh Yeang. Diterjemahkan sebagai '*business machine*' (Menara Misiniaga), bangunan dengan sistem lantai dan *landscaping* yang melingkar dan saling terhubung oleh *skycourts*. *Landscaping* dimulai dari lantai ketiga dan terus sampai ke puncak. Pada *skycourts* diadakan taman-taman, yang juga sebagai sarana untuk menyalurkan udara dingin di seluruh gedung. Atap paling atas ditutupi dengan sebuah *sun-roof* dengan konstruksi yang *adjustable*, menaungi kolam renang dan ruang gymnasium. Jendela di sebelah timur dan barat dilindungi eksternal *louvres*, sedangkan sisi selatan dan utara adalah *curtain-wall glazing*.

Tokyo Nara Tower didesain sebagai *hyper-tower* yang respon ekologi dan secara singkat dapat dikatakan sebagai '*architecture of a hollow rotating vertical spiral*' (Richards, 2007). Lewat pengintegrasian *spiralling vertikal landscape*, bangunan ini dapat dianggap sebagai awal pengintegrasian pada bangunan. Dan dengan pengolahan struktur lewat sejumlah analogi-analogi,

bangunan ini semakin menunjukkan ciri dan eksistensi Ken Yeang.

Menara UMNO dengan 21 lantai, menunjukkan dominasinya pada *urban landscape* di Tokyo, dengan fungsi perkantoran, sebuah *banking hall* dan auditorium dengan fitur utama *wind wall* yang bertujuan untuk mengoptimalkan pemanfaatan penghawaan alami. Pada setiap lantai dilengkapi dengan *skycourt* sebagai perluasan di mana belum dijumpai pada bangunan sebelumnya. *Skycourt* ini mendukung penghawaan alami pada bangunan. Penghawaan alami yang merupakan pilihan utama juga dilengkapi dengan secara penuh AC sebagai cadangan untuk memberikan pilihan bagi pengguna.

The EDITT Tower dengan 26 lantai, yang didesain Ken Yeang memenangkan 2nd prize sayembara *Ecological Design in the Tropics URA (Urban Redevelopment Authority)* di Singapura. Bangunan ini semakin menunjukkan eksistensi Ken Yeang lewat fitur-fitur desain yang dilakukan untuk mengatasi persoalan pada area kota yang non organik, yang diklasifikasi sebagai *zero culture*. Adapun fitur unik yang dilakukan adalah *well-planted facades* dan *vegetated terraces* disekeliling bangunan, ramp menerus untuk menciptakan kesinambungan ruang-ruang, *rainwater-collection* dan *grey-water reuse* lebih dari 55%, desain pengoptimalan lewat *recovery* dan *recycling* limbah sampah untuk kompos dan biogas, dan pemenuhan kebutuhan energi dengan sebuah sistem *solar cell*.

Elephant & Castle Eco Tower yang terdiri dari tiga blok bangunan Ken Yeang dikenal sebagai *Garden Tower*, menunjukkan sukses kompetisi pertamanya di London untuk desain bentuk pendekatan yang akan dibangun pada lokasi tersebut. Bangunan dengan konsep "*city in the sky*" yaitu desain mengambil model dari sebuah wilayah geografis umum kota, dengan sistem yang terkandung di dalamnya, zonasi dan infrastruktur sosial dan diaplikasikan ke bangunan *skyscraper*.

The New National Library of Singapore didesain sebagai perpustakaan yang inovatif di daerah beriklim panas yang bertindak sebagai ikon regional dan lokal. Dilakukan dengan metode *passive design*, bangunan juga memanfaatkan teknologi secara tepat sehingga tercipta suatu desain yang ekologis didalam pemanfaatan sumber daya. Fitur-fiturnya antara lain *sunshading* dengan kedalaman 9 m, area *green* seluas 6300 m², *skytterrace*, internal atrium dan sistim operasional bangunan yang dilengkapi *Building Management System (BMS)* menjadikan bangunan ini mendapatkan beberapa award sebagai bangunan hemat energi.

Selain itu pada karyanya Guthrie Pavillion dan Malaysia Design Technology Centre dapat dikatakan mempunyai fitur utama pengolahan atap yang merupakan pengembangan konsep dari The Roof-roof House. Guthrie

Pavillion dengan atap kanopi dengan bahan *high-tech teflon-coated fibreglass* dan bersifat *adjustable* berfungsi sebagai *sunshading* utama yang melindungi dan menaungi ruang dibawahnya dan berusaha mengurangi konsumsi energi dalam bangunan.

Pada Malaysia Design Technology Centre, atap *super-cantilever roof-dish* yang menyerupai payung menaungi secara keseluruhan, plaza dan bangunan sekeliling, sekaligus mengkombinasikan prinsip *open-enclosure* dan proteksi cuaca.

Dari pembahasan-pembahasan perperiode sebelumnya ada beberapa hal yang dapat kemukakan sehubungan dengan perkembangan aplikasi desain ekologis Ken Yeang yaitu:

Pada periode 1980-1990 dari tiga kasus yang dilihat yaitu Plaza Atrium, The Roof-roof House dan Menara Boustead maka dapat dikatakan bahwa pertimbangan iklim dengan variasinya sepanjang musim menjadi perhatian utama Ken Yeang Faktor iklim. Karya-karya ini berada pada daerah beriklim tropis dengan cahaya matahari yang berlimpah maka perlu diusahakan pemanfaatannya kedalam bangunan, begitu juga dengan pemanfaatan penghawaan alami yang dilakukan dengan teknik-teknik tertentu dapat menciptakan kondisi kenyamanan penghuni dalam bangunan.

Hal lain yang terlihat dari upaya Ken Yeang untuk bereksplorasi terhadap arsitektur setempat, dengan melakukan analogi-analogi pembedahan prinsip-prinsip yang ditemukan untuk diterapkan pada desainnya. *Transitional space* sebagai analogi *traditional shophouse*, selasar sebagai analogi *verandah dan ground floor* memberikan ruang "*back to the people*" dengan ruang setinggi dua lantai merupakan contoh analogi konsep-konsep pada arsitektur tradisional Malaysia untuk ditransformasikan kedalam bentuk bangunan modern. Hal ini juga terlihat dari penggunaan analogi konsep *cooling fins* pada bentuk bangunan silinder yang menurut Powell (1999) merupakan analogi dari *cooling fins* dari motor Yamaha, dan selubung bangunan sebagai analogi "*enclosural or environmental valves*" yang merupakan filter-filter lingkungan menunjukkan bahwa faktor lingkungan juga menjadi perhatian Ken Yeang.

Konsep dan metode desain Ken Yeang pada periode 1980-1990 dapat dilihat pada **tabel 1**.

Tabel 1. Metode dan Aplikasi Desain Ekologis Ken Yeang pada Periode 1980-1990

PRINSIP DESAIN EKOLOGIS		METODE DESAIN EKOLOGIS		APLIKASI DESAIN EKOLOGIS			KESIMPULAN
				PLAZA ATRIUM	THE ROOF-ROOF HOUSE	MENARA BOUSTEAD	
1	<i>no waste no problem</i>	1	<i>Reuse</i>	<i>curtain walling, steel, anodised aluminium, dan solar reflective glass</i>			<p>Untuk penciptaan bangunan yang terintegrasi secara arif dan ramah dengan , pada periode ini faktor respon terhadap iklim dan kondisi lokal menjadi hal utama yang dilakukan Ken Yeang.</p> <p>Hal ini dilakukan dengan:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ pendekatan passive low-energy, ○ melakukan analogi prinsip-prinsip arsitektur dan kondisi lokal untuk menciptakan sebuah desain yang alami ○ Pengenalan awal pengintegrasian landscape dan tanaman pada bangunan
		2	<i>Recycled</i>	<i>curtain walling, steel, anodised aluminium, dan solar reflective glass</i>		<i>Planter box</i> dengan sistim pemupukan dan pengaliran otomatis	
		3	<i>Reintegration</i>				
2	<i>a natural design system</i>	4	<i>Integrate and batter relate vegetation with building</i>			<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>vertical landscape</i> pada tampilan bangunan Menara Boustead dengan penerapan <i>planter box</i> ○ <i>Local Planting</i> 	
		5	<i>The placement and incorporation of transitional spaces in the built form</i>	<i>Interstitial atrium sebagai transitional space dan deep air zones</i>	Selasar sebagai <i>transitional space</i>	<i>recessed balconies</i> sebagai <i>transitional spaces</i>	
		6	<i>Makes building forms design and external walls that response to sunshine</i>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Penggunaan bidang kaca yang luas pada “<i>interstitial atrium</i>” ○ Atap dengan profil berbentuk Z sebagai ‘<i>filter</i>’ 	Atap <i>double roof</i> sebagai ‘penyekat’	<ul style="list-style-type: none"> ○ Penempatan bidang kaca pada sisi utara selatan untuk pencahayaan alami ○ <i>Sun shading</i> pada sisi timur dan barat 	
3	<i>understanding the ecology of the site</i>	7	<i>Preserve</i>		<i>Landscaping</i> pada area sekitar bangunan	<i>Vertical landscape</i> dengan <i>Juxtaposition</i>	
		8	<i>Conserve</i>			<i>Local Planting</i>	
		9	<i>Build on low impact areas, on least-impact areas, on no-impact areas, in areas of non-productive potential.</i>	Atrium sebagai <i>interstitial space</i> untuk pengembangan	Pengaturan konfigurasi dan organisasi spasial		
		10	<i>Increase biodiversity and Organic mass</i>			<i>vertical landscape</i> pada tampilan bangunan Menara Boustead dengan penerapan <i>planter box</i>	
		11	<i>Rehabilitation</i>				
4	<i>designing for low energy systems</i>	12	<i>Passive Mode</i>	<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Giant wind scoop</i> ○ <i>Interstitial atrium dan deep air zones</i> ○ Posisi <i>Core</i> pada sisi yang ‘<i>hot</i>’ timur laut-barat daya ○ Penggunaan bahan dengan sifat insulasi yang baik ○ Penggunaan bidang kaca yang luas pada “<i>interstitial atrium</i>” ○ Atap dengan profil berbentuk Z sebagai ‘<i>filter</i>’ ○ Selubung bangunan sebagai analogi “<i>enclosural or environmental valves</i>” 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Orientasi bangunan utara-selatan untuk memaksimalkan pencahayaan alami ○ Pengaturan konfigurasi dan organisasi spasial ○ Atap <i>double roof</i> sebagai ‘penyekat’ ○ <i>Sun shading</i> ○ <i>Landscaping</i> pada area sekitar bangunan ○ Selasar sebagai <i>transitional space</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Penempatan <i>core</i> pada sisi timur dan barat sebagai ‘<i>buffer zone</i>’ ○ Penempatan bidang kaca pada sisi utara selatan untuk pencahayaan alami ○ Pengaturan konfigurasi dan organisasi spasial ○ <i>Sun shading</i> pada sisi timur dan barat 	
		13	<i>Mixed Mode</i>				
		14	<i>Full Mode</i>				
		15	<i>Productive Mode</i>				
		16	<i>Composite Mode</i>				
5	<i>integration with nature</i>	17	<i>Designing based on the ecosystem analogy</i>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Selubung bangunan sebagai analogi “<i>enclosural or environmental valves</i>” ○ <i>Transitional Space</i> sebagai analogi <i>traditional shophouse</i> ○ <i>ground floor</i> memberikan ruang “ <i>back to the people</i>” 	<ul style="list-style-type: none"> ○ selasar sebagai analogi <i>verandah</i> pada arsitektur tradisional Malaysia ○ Selubung bangunan dianalogikan sebagai “<i>valve</i>” yang merupakan filter-filter lingkungan 	<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>ground floor</i> memberikan ruang “ <i>back to the people</i>” ○ analogi konsep <i>cooling fins</i> pada bentuk bangunan silinder ○ Selubung bangunan dianalogikan sebagai “<i>valve</i>” yang merupakan filter-filter lingkungan 	

Pada periode 1990-2000 dari empat kasus yang dilihat yaitu Menara Mesiniaga, Tokyo Nara tower, Guthrie Pavillion dan Menara Umno maka dapat dikatakan terjadi pergeseran dimana pertimbangan iklim yang menjadi perhatian utama Ken Yeang pada periode sebelumnya ditambah dengan melihat persoalan lingkungan lokal dan beberapa prinsip ekologi yang mulai diperhatikan. Pada periode ini aplikasi yang dilakukan terlihat mulai diperluas, dimana pada periode sebelumnya dilakukan upaya bagaimana bangunan dapat merespon kondisi iklim setempat, pada periode ini lebih melihat juga kondisi lingkungan setempat. Hal ini terlihat dari upaya Ken Yeang untuk bereksplorasi terhadap kondisi lingkungan setempat, dengan melakukan analogi-analogi pembedahan prinsip-prinsip yang ditemukan untuk diterapkan pada desainnya, misalnya *skycourt* sebagai analogi *villages* yang ditemukan pada Menara Mesiniaga dan Tokyo Nara Tower merupakan upaya untuk menciptakan bangunan type *high-rise* dan *skyscraper* yang selama ini dianggap boros, terlalu mahal, dan berkesan tertutup dari lingkungan sekitarnya.

Penggunaan analogi *anthill* dan *rotated magazine* sebagai konsep *bioclimatic skyscraper* di Tokyo Nara tower merupakan upaya untuk menciptakan bangunan yang dapat menyatu dengan lingkungannya. *Anthill* yang merupakan sarang memberikan inspirasi akan sebuah 'rumah' dengan pemanfaatan cahaya dan penghawaan alami secara optimal sehingga dengan analogi tersebut dapat dimanfaatkan prinsipnya pada bangunan dengan bukaan-bukaan sesuai. *Rotated magazine* menganalogikan bahwa bangunan *high-rise* dan *skyscraper* dapat dianggap sebagai sekumpulan layer-layer lantai yang dumpamakan sebagai lembaran-lembaran majalah yang berurutan sehingga harus mengatur agar bagaimana sebuah bangunan mempunyai keterhubungan bagian-bagian baik secara horisontal maupun vertikal. Yang dapat dilakukan misalnya sistim stratifikasi sosial dan kondisi geografis yang dapat diambil maknanya untuk diterapkan pada bangunan.

Konsep dan metode desain Ken Yeang pada periode 1990-2000 dapat dilihat pada **tabel 2**.

Pada periode 2000-2010 dari empat kasus yang dilihat yaitu The EDITT Tower, Elephant & Castle Eco Tower, Malaysia Design Technology Centre dan The New National Library maka dapat dikatakan perhatian pada iklim dan lingkungan pada periode sebelumnya dikembangkan menjadi melihat ekologi secara lebih luas.

Pada periode ini aplikasi yang terlihat pada periode sebelumnya lebih diperluas, dimana pada periode 1980-1990 dilakukan upaya bagaimana bangunan dapat merespon kondisi iklim setempat, pada periode 1990-2000 melihat juga kondisi lingkungan setempat, maka pada periode ini mencoba mendesain dengan melihat ekologi secara lebih luas. Hal ini terlihat dari upaya Ken

Yeang untuk bereksplorasi terhadap kondisi lingkungan dan ekologi setempat, dengan melakukan analogi-analogi pembedahan prinsip-prinsip yang ditemukan untuk diterapkan pada desainnya, misalnya *place making* dengan *vertical places* pada The EDITT Tower untuk menciptakan kesinambungan ruang yang lemah antara aktivitas *street-level* dengan ruang -ruang di lantai atas dari bangunan *high-rise* tersebut.

Penggunaan analogi kondisi geografi yaitu mengambil model dari sebuah wilayah geografis umum kota, dengan sistem yang terkandung di dalamnya, zonasi dan infrastruktur sosial dan diaplikasikan ke gedung-gedung pencakar langit, terlihat dalam Elephant & Castle Eco Tower sebagai sebuah cara baru yang dilakukan Ken Yeang.

Hal di atas dapat dikatakan sebagai upaya merespon iklim setempat untuk mendapatkan sebuah bangunan dengan sistim yang *passive low-energy* dengan pemanfaatan sumber daya yang *renewable* (misalnya sinar matahari dan angin), dan apabila ingin mencapai kondisi kenyamanan pengguna maka tahap selanjutnya penggunaan peralatan ME dapat diaplikasikan. Sebagai bentuk respon lingkungan dan ekologi maka aktifitas-aktifitas sosial budaya setempat, proses dan struktur dialam dapat menjadi inspirasi sebuah desain yang ekologis.

Dari berbagai pembahasan sebelumnya, ditemukan juga beberapa konsep yang dikemukakan oleh para ahli yang menjelaskan bagaimana sebuah aplikasi desain ekologis dilakukan oleh Ken Yeang. Konsep itu misalnya '*building as enclosural valve*', atap sebagai '*fifth facade*', '*place making*', '*artificial Land in the Sky*'. *city in the sky* yang dapat dianggap sebagai penjabaran konsep bioklimatik dan ecomimicry.

Konsep dan metode desain Ken Yeang pada periode 2000-2010 dapat dilihat pada **tabel 3**.

Selanjutnya untuk melihat perbandingan perodesasi perkembangan arsitektur ekologis Ken Yeang, maka dilakukan perbandingan hasil penelitian dengan perodesasi para ahli. Perodesasi hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam perkembangannya konsep dan aplikasi desain ekologis yang dilakukan Ken Yeang menunjukkan suatu evolusi perkembangan dari satu periode ke periode berikutnya. Perkembangan itu menunjukkan bahwa dalam mendesain, hasil penelitian dan penyelidikan lewat *Research Design Development (RRD)* memberikan pengaruh yang cukup didalam pencapaian kematangan konsep, metode dan aplikasi desain. Untuk memberikan gambaran perodesasi hasil penelitian dengan perodesasi para ahli maka dapat dilihat dalam **tabel 4**.

Tabel 2. Metode dan Aplikasi Desain Ekologis Ken Yeang pada Periode 1990-2000

PRINSIP DESAIN EKOLOGIS		METODE DESAIN EKOLOGIS		APLIKASI DESAIN EKOLOGIS				KESIMPULAN
				MENARA MESINIAGA	TOKYO NARA TOWER	GUTHRIE PAVILLION	MENARA UMNO	
1	<i>no waste no problem</i>	1	<i>Reuse</i>	Penggunaan <i>green material</i>	Penggunaan <i>green material</i>			Untuk penciptaan bangunan yang terintegrasi secara arif dan ramah dengan , pada periode ini faktor respon terhadap iklim dan lingkungan menjadi hal utama yang dilakukan Ken Yeang. Hal ini dilakukan dengan:
		2	<i>Recycled</i>	Penggunaan <i>green material</i>	Penggunaan <i>green material</i>			
		3	<i>Reintegration</i>					
2	<i>a natural design system</i>	4	<i>Integrate and batter relate vegetation with building</i>	<i>Local Planting</i>	<i>Local Planting</i>			o pendekatan passive low-energy , dan penggunaan peralatan ME untuk mendukung penghawaan alami dalam bangunan. o melakukan analogi prinsip-prinsip ekosistem untuk menciptakan sebuah desain yang alami o pengintegrasian landscape dan tanaman pada bangunan mulai dikembangkan dan nampak secara dominan pada bangunan.
		5	<i>The placement and incorporation of transitional spaces in the built form</i>	<i>Deep recesses</i> sebagai <i>transitional space</i>	<i>stepped terrace, service track</i> dan <i>wind flues(Atrial)</i> sebagai <i>transitional space</i>	<i>core holding</i> , sebagai <i>transitional space</i>	<i>wing wall</i> sebagai <i>transitional space</i>	
		6	<i>Makes building forms design and external walls that response to sunshine</i>	o <i>curtain wall glazing</i> disisi utara dan selatan o <i>Shading device : louvre, sun shade, adjustable roof</i> o atap sebagai <i>fifth facade</i> o <i>Deep recesses</i> sebagai <i>transitional space</i>		o Penggunaan <i>glazing</i> yang luas o <i>Shading device : sun shade,kanopy inflated fabric</i> o atap sebagai <i>fifth facade</i>	o <i>Solid wall</i> setinggi 21 lantai pada sisi timur o <i>Sun-shading device</i> pada sisi barat o atap sebagai <i>fifth facade</i>	
3	<i>understanding the ecology of the site</i>	7	<i>Preserve</i>	<i>Vertikal Landscape</i>	<i>Spiralling Vertikal Landscape</i>	<i>Landscape</i>		o pengintegrasian landscape dan tanaman pada bangunan mulai dikembangkan dan nampak secara dominan pada bangunan.
		8	<i>Conserve</i>		<i>Local Planting</i>	o <i>Landscape</i> o <i>Local Planting</i>		
		9	<i>Build on low impact areas, on least-impact areas, on no-impact areas, in areas of non-productive potential.</i>	Pengaturan konfigurasi dan organisasi spasial				
		10	<i>Increase biodiversity and Organic mass</i>	<i>Vertikal Landscape</i>	<i>Spiralling Vertikal Landscape</i>			
		11	<i>Rehabilitation</i>					
4	<i>designing for low energy systems</i>	12	<i>Passive Mode</i>	o <i>Vertikal Landscape</i> o <i>curtain wall glazing</i> disisi utara dan selatan o <i>Shading device : louvre, sun shade, adjustable roof</i> o Pengaturan konfigurasi dan organisasi spasial o atap sebagai <i>fifth facade</i> o <i>Stack effect : Lobby - core - wind scoop</i> o <i>Deep recesses</i> sebagai <i>transitional space</i>	o <i>Shading device : louvre, sun shade, glass</i> o Pengaturan konfigurasi dan organisasi spasial o atap sebagai <i>fifth facade</i> o <i>stepped terrace, service track</i> dan <i>wind flues(Atrial)</i> sebagai <i>transitional space</i>	o <i>Shading device : sun shade,kanopy inflated fabric</i> o Pengaturan konfigurasi dan organisasi spasial o atap sebagai <i>fifth facade</i> o Penggunaan <i>glazing</i> yang luas	o <i>Solid wall</i> setinggi 21 lantai pada sisi timur o <i>Sun-shading device</i> pada sisi barat o Pengaturan konfigurasi dan organisasi spasial o atap sebagai <i>fifth facade</i> o <i>wing wall</i> sebagai <i>transitional space</i>	
		13	<i>Mixed Mode</i>	Peralatan ME dengan <i>Building automation system</i>	Peralatan ME	Peralatan ME	Peralatan ME	
		14	<i>Full Mode</i>					
		15	<i>Productive Mode</i>	Instalasi <i>Solar Cell</i> pada masa depan				
5	<i>integration with nature</i>	16	<i>Composite Mode</i>					
		17	<i>Designing based on the ecosystem analogy</i>	o <i>Skycourt</i> sebagai analogi <i>villages</i> o Selubung bangunan dianalogikan sebagai "valve" yang merupakan filter-filter lingkungan o Analogi bangunan sebagai <i>'Artificial Land in the Sky'</i>	o <i>Skycourt</i> sebagai analogi <i>villages</i> o <i>Anthill</i> dan <i>rotated magazine</i> sebagai analogi <i>bioclimatic skyscraper</i> o <i>Analogi DNA tower</i> pada sistim struktur	o <i>'open to the sky'</i> o Atap sebagai sosial permeable	o <i>Skycourt</i> dan <i>roof-top</i> sebagai <i>sosial permeable</i> o Artikulasi <i>marine architecture</i> o Aerodinamisasi	

Tabel 3. Metode dan Aplikasi Desain Ekologis Ken Yeang pada Periode 2000-2010

PRINSIP DESAIN EKOLOGIS		METODE DESAIN EKOLOGIS	APLIKASI DESAIN EKOLOGIS				KESIMPULAN
			THE EDITT TOWER	ELEPHANT AND CASTLE ECO TOWER	MALAYSIA DESIGN TECHNOLOGY CENTRE	THE NEW NATIONAL LIBRARY OF SINGAPORE	
1	no waste no problem	1 Reuse	Green material	Green material	Rain water collecting, recycling	Green material	Untuk penciptaan bangunan yang terintegrasi secara arif dan ramah dengan alam, pada periode ini faktor respon terhadap iklim dan lingkungan yang menjadi hal utama pada periode sebelumnya dikembangkan dengan respon ekologi secara lebih meluas . Hal ini dilakukan dengan: <ul style="list-style-type: none"> o pendekatan passive low-energy, dan penggunaan peralatan ME untuk mendukung penghawaan alami dalam bangunan. o penyediaan aplikasi untuk pemenuhan kebutuhan energi bangunan secara mandiri o melakukan analogi prinsip-prinsip ekosistem dan landscape yang lebih luas untuk menciptakan sebuah desain yang alami o pengintegrasian landscape dan tanaman pada bangunan menjadi hal yang dominan sebagai ekspresi arsitektur dan digunakan sebagai cara mengorganikkan bangunan yang dianggap anorganik
		2 Recycled	Green material	Green material	Rain water collecting, recycling	Green material	
		3 Reintegration	Green material	Green material	Rain water collecting, recycling		
2	a natural design system	4 Integrate and batter relate vegetation with building	<ul style="list-style-type: none"> o Spiralling Vertical Landscape o Local Planting 	<ul style="list-style-type: none"> o Vertical Landscape : o Roof garden o skypark 		<ul style="list-style-type: none"> o Area green seluas lebih dari 6.300 m² o Sky terrace dengan landscaping 	
		5 The placement and incorporation of transitional spaces in the built form	skycourts, atrial spaces dan sky-plazas sebagai transitional space	skypark sebagai transitional space		Transitional space berupa lobby, foyer, courtyard	
		6 Makes building forms design and external walls that response to sunshine	Shading device : solar shielding, solar panel	<ul style="list-style-type: none"> o Shading device : solar shielding, solar panel o atap sebagai fifth facade 	<ul style="list-style-type: none"> o Shading device : solar shielding, solar panel o super-cantilever roof-dish 	<ul style="list-style-type: none"> o Sun shading dengan kedalaman 9 m o fixed sunshades 	
3	understanding the ecology of the site	7 Preserve	<ul style="list-style-type: none"> o Spiralling Vertical Landscape o Local Planting 	<ul style="list-style-type: none"> o Local Planting o Vertical Landscape : 	<ul style="list-style-type: none"> o Local Planting o Landscape 	Area green seluas lebih dari 6.300 m ²	
		8 Conserve	<ul style="list-style-type: none"> o Spiralling Vertical Landscape o Local Planting 	<ul style="list-style-type: none"> o Local Planting o Vertical Landscape : 	<ul style="list-style-type: none"> o Local Planting o Landscape 	Local Planting	
		9 Build on low impact areas, on least-impact areas, on no-impact areas, in areas of non-productive potential.	Pengaturan konfigurasi dan organisasi spasial	Pengaturan konfigurasi dan organisasi spasial			
		10 Increase biodiversity and Organic mass	<ul style="list-style-type: none"> o Spiralling Vertical Landscape o Local Planting 	<ul style="list-style-type: none"> o Roof garden o skypark 		<ul style="list-style-type: none"> o Area green seluas lebih dari 6.300 m² o Sky terrace dengan landscaping 	
		11 Rehabilitation	<ul style="list-style-type: none"> o Spiralling Vertical Landscape o Local Planting 			Area green seluas lebih dari 6.300 m ²	
4	designing for low energy systems	12 Passive Mode	<ul style="list-style-type: none"> o Pengaturan konfigurasi dan organisasi spasial o skycourts, atrial spaces dan sky-plazas sebagai transitional space o atap sebagai fifth facade o Shading device : solar shielding, solar panel 	<ul style="list-style-type: none"> o skypark sebagai transitional space o Vertical Landscape : o Shading device : solar shielding, solar panel o Pengaturan konfigurasi dan organisasi spasial o atap sebagai fifth facade 	<ul style="list-style-type: none"> o Shading device : solar shielding, solar panel o Pengaturan konfigurasi dan organisasi spasial o Landscape o super-cantilever roof-dish 	<ul style="list-style-type: none"> o Building Management System o Sun shading dengan kedalaman 9 m o fixed sunshades o Pengaturan konfigurasi dan organisasi spasial o Transitional space berupa lobby, foyer, courtyard 	
		13 Mixed Mode	Peralatan ME	Peralatan ME	Peralatan ME	Peralatan ME dengan Building Management System	
		14 Full Mode	Peralatan ME	Peralatan ME		Peralatan ME dengan Building Management System	
		15 Productive Mode	Photovoltaic	Photovoltaic			
		16 Composite Mode					
5	integration with nature	17 Designing based on the ecosystem analogy	<ul style="list-style-type: none"> o Place Making dengan vertical places o Analogi konsep pohon o Atap sebagai sosial permeable 	<ul style="list-style-type: none"> o Analogi kondisi geografi o City in the sky o Artikulasi bentuk bangunan 	<ul style="list-style-type: none"> o Artikulasi bentuk bangunan o design related activities' o Sosial permeable building 	<ul style="list-style-type: none"> o place for the people o Sosial permeable building 	

Tabel 4. Perbandingan Periodesasi Perkembangan Pemikiran Konsep Desain Ken Yeang

No	Periodesasi Perkembangan Arsitektur Ken Yeang		
	Hasil Penelitian	Robert Powell	Ivor Richards
1	<p>Periode 1980-1990</p> <p>Untuk penciptaan bangunan yang terintegrasi secara arif dan ramah dengan alam, pada periode ini faktor respon terhadap iklim dan kondisi lokal menjadi hal utama yang dilakukan Ken Yeang.</p> <p>Hal ini dilakukan dengan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pendekatan <i>passive low-energy</i>, - melakukan analogi prinsip-prinsip arsitektur dan kondisi lokal untuk menciptakan sebuah desain yang alami - Pengenalan awal pengintegrasian landscape dan tanaman pada bangunan <p>Adapun karya yang menandai ciri periode ini adalah Plaza Atium dan The Roof-roof House pada tahun 1984</p>	<p>Fase‘Climatic’ :</p> <p>Fase yang didasarkan pada intuisi terhadap prinsip-prinsip iklim dan berfokus pada ide <i>‘environmental filter’</i></p>	<p>Series I (1983-1989)</p> <p>Merupakan <i>‘primary-level design experiments’</i> yaitu dimana Ken Yeang berfokus pada pengujian <i>‘one big idea’</i> kedalam sebuah bangunan tunggal</p>
2	<p>Periode 1990-2000 :</p> <p>Untuk penciptaan bangunan yang terintegrasi secara arif dan ramah dengan alam, pada periode ini faktor respon terhadap iklim dan lingkungan menjadi hal utama yang dilakukan Ken Yeang. Hal ini dilakukan dengan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pendekatan <i>passive low-energy</i>, dan penggunaan peralatan ME untuk mendukung penghawaan alami dalam bangunan. - melakukan analogi prinsip-prinsip ekosistem untuk menciptakan sebuah desain yang alami - pengintegrasian landscape dan tanaman pada bangunan mulai dikembangkan dan nampak secara dominan pada bangunan. <p>Adapun karya yang menandai ciri periode ini adalah Menara Mesiniaga pada tahun 1992</p>	<p>Fase‘Regionalist’ :</p> <p>Fase dengan fokus yang didasarkan pada pencarian simbol regional khusus dalam konteks tropis asia</p>	<p>Series II (1989-1992)</p> <p>Merupakan upaya untuk mengintegrasikan <i>‘various ideas’</i> dengan konsentrasi pada isu tropis dan estetika regional</p>
3	<p>Periode 2000-2005 :</p> <p>Untuk penciptaan bangunan yang terintegrasi secara arif dan ramah dengan alam, pada periode ini faktor respon terhadap iklim dan lingkungan yang menjadi hal utama pada periode sebelumnya dikembangkan dengan respon ekologi secara lebih meluas .</p> <p>Hal ini dilakukan dengan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pendekatan <i>passive low-energy</i>, dan penggunaan peralatan ME untuk mendukung penghawaan alami dalam bangunan - penyediaan aplikasi untuk pemenuhan kebutuhan energi bangunan secara mandiri - melakukan analogi prinsip-prinsip ekosistem dan landscape yang lebih luas untuk menciptakan sebuah desain yang alami - pengintegrasian landscape dan tanaman pada bangunan menjadi hal yang dominan sebagai ekspresi arsitektur dan digunakan sebagai cara mengorganikkan bangunan yang dianggap anorganik <p>Adapun karya yang menandai ciri periode ini adalah The Editt Tower pada tahun 2000</p>	<p>Fase‘Bioclimatic/ Ecological’ :</p> <p>Fase yang menunjukkan kearah konteks ‘global’ dengan fokus pada agenda lingkungan</p>	<p>Series III (1992-1996)</p> <p>Merupakan upaya untuk berfokus pada <i>Bioclimatic skyscraper</i> dengan konteks agenda ekologis</p>

Penutup

Ken Yeang dalam perodesasi perkembangan karya desain selalu menggunakan 2 (dua) pendekatan utama yaitu; 1) Pendekatan desain *bioclimatic* yang merupakan wujud *physical integration* yang berarti bangunan harus memperhatikan karakteristik fisik dari tempat. Pendekatan bioklimatik juga merupakan respon terhadap iklim yang berarti mampu mengantisipasi faktor-faktor eksternal yang berpengaruh terhadap bangunan, seperti sinar matahari, tekanan udara, dan hujan. Tujuan dari pendekatan bioklimatik adalah sebuah desain yang *low-energy* dan *passive* dengan memfokuskan pada kenyamanan penghuni, dan 2) Pendekatan desain *ecomimicry* yang merupakan wujud *systemic integration*, yang berarti integrasi dengan proses pada tempat alami dengan lingkungan binaan manusia seperti penggunaan air, penggunaan energi, penggunaan limbah dan saluran air kotor dan *temporal integration* yang berarti integrasi yang bersifat temporal, dengan menghitung sumber daya dan material yang digunakan, perbandingan dan penggantian.

Pada perkembangan karya desainnya pada periode-periode yang diteliti menemukan hal yang dapat dikatakan sebagai ciri perodesasi sebagai berikut:

(1) Periode 1980 - 1990

Pada periode ini faktor respon terhadap iklim dan kondisi lokal menjadi hal utama yang dilakukan Ken Yeang. Untuk penciptaan bangunan yang terintegrasi secara arif dan ramah dengan alam dan dilakukan dengan:

- (a) Pendekatan *passive low-energy*;
- (b) Melakukan analogi prinsip-prinsip arsitektur dan kondisi lokal untuk menciptakan sebuah desain yang alami;
- (c) Pengenalan awal pengintegrasian *landscape* dan tanaman pada bangunan.

(2) Periode 1990 - 2000

Pada periode ini faktor respon terhadap iklim dan lingkungan menjadi hal utama yang dilakukan Ken Yeang. Untuk penciptaan bangunan yang terintegrasi secara arif dan ramah dengan alam dilakukan dengan:

- (a) Pendekatan *passive low-energy*, dan penggunaan peralatan ME untuk mendukung penghawaan alami dalam bangunan;
- (b) Melakukan analogi prinsip-prinsip ekosistem untuk menciptakan sebuah desain yang alami;
- (c) Pengintegrasian *landscape* dan tanaman pada bangunan mulai dikembangkan dan nampak secara dominan pada bangunan.

(3) Periode 2000 – 2010

Pada periode ini faktor respon terhadap iklim dan lingkungan yang menjadi hal utama pada periode sebelumnya dikembangkan dengan respon ekologi secara lebih meluas. Untuk penciptaan bangunan yang terintegrasi secara arif dan ramah dengan alam dan dilakukan dengan:

- (a) Pendekatan *passive low-energy*, dan penggunaan peralatan ME untuk mendukung penghawaan alami dalam bangunan;
- (b) Penyediaan aplikasi untuk pemenuhan kebutuhan energi bangunan secara mandiri;
- (c) Melakukan analogi prinsip-prinsip ekosistem dan *landscape* yang lebih luas untuk menciptakan sebuah desain yang alami;
- (d) Pengintegrasian *landscape* dan tanaman pada bangunan menjadi hal yang dominan sebagai ekspresi arsitektur dan digunakan sebagai cara mengorganikkan bangunan yang dianggap anorganik.

Daftar Pustaka

- Balfour, A. Cs. (1994). *Ken Yeang: Bioclimatic Skyscrapers*. Artemis London Ltd. London.
- Cole, R. Cs. (2006). *Singapore's new National Library*. The Arup Journal 2 dalam <http://www.arup.com>.
- Davidson, C. C. dan Sarageldin, I. (1995). *Menara Mesiniaga In Architecture Beyond Architecture*. Academy Editions London.
- Davidson, C. C. dan Sarageldin, I. (2009). *Design Activism: Beautiful Strangeness for A Sustainable World*. Sterling, VA. London.
- Jencks, C. dan Kropf, K. (1997). *Theories and Manifestoes of Contemporary Architecture*. John Wiley & Sons. United Kingdom.
- Muhadjir, N. (1996). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Rake Sarasin Jogjakarta.
- Odang, A. SA., Cs. (1992). *Arsitek dan Karyanya: F. Silaban dalam Konsep dan Karya*. Penerbit Nova. Bandung
- Pearson, C. A. (2006). *The National Library Singapore*. Dalam <http://aau3studio.blogspot.com/2009/01/singapore-national-library.html>.
- Powell, R. (1989). *Ken Yeang: Rethinking The Environmental Filter*. Landmark Books PTE LTD. Singapore.
- Powell, R. (1993). *The Asian House: Contemporary House of Southeast Asia*. Select Books Pte Ltd.
- Powell, R. (1999). *Rethinking The Skyscraper: The Complete Architecture of Ken Yeang*. Whitney Library of Design. New York.
- Richards, I. (2001). *Hamzah & Yeang, Ecology of The Sky*. The Image Publishing Group Pty Ltd.
- Richards, I. (2007). *Ken Yeang: Ecoskyscrapers*. The Image Publishing Group Pty Ltd.
- Yeang, K. (1996). *The Skyscraper Bioclimatically Considered: A Design Primer*. Academy Group, Ltd. London.

- Yeang, K. (1999). *The Green Skyscraper: Basis for designing sustainable intensive building*. Munich – London – New York Prestel.
- Yeang, K. (2005). *Green design in the hot humid tropical Zone* dalam <http://www.nea.gov.sg>.
- Yeang, K. (2005). *The Ken Yeang guide to green design* dalam <http://www.thefifthestate.com.au/archives/1446>.
- Yeang, K. (2006). *Ecodesign: A Manual for Ecological Design*. John-Wiley & Sons, London.