

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORETIKAL

3.1 Pendekatan Arsitektur Ekologi

3.1.1 Definisi Ekologi

Istilah Ekologi pertama dikenalkan Ernst Haeckel, seorang pakar ilmuwan hewan / *etologi* yang sebagaimana ilmu hubungan dari segala macam lingkungan dan organisme pada tahun 1869. Dalam bahasa Yunani definisi *Oikos* yang berarti keluarga / aturan ber-tempat tinggal, sedangkan *Logos* yang berarti ilmiah atau ilmu. Yang berarti dari arti Ekologi yaitu ilmu tentang tempat tinggal / rumah. Atau Ekologi berarti berupa ilmu mempelajari interaksi berbalasan antara lingkungan dan organisme didalamnya.⁶²

Dasar-dasar ekosistem adalah kawasan alam (biotop) dan komunitas (biosonos). Sebutan “ekosistem” berisi lebih dari sekedar jumlah elemen - elemen hayati (komponen biotik) dan unsur-unsur non-hayati (komponen abiotik). Ekosistem pun terjadi dari ikatan timbal-balik di dalam komunitas dan di antara organisme terhadap lingkungan abiotik. Hasilnya adalah komposisi ini berfungsi hampir otonom. Meskipun cara - cara terbilang cukup dinamis, suatu ekosistem dapat melakukan suatu keseimbangan tertentu.⁶³

Ruang fisik dan spesifik dimana bangunan itu, harus dipelajari dan dipersiapkan untuk hal yang baru. Mengurangi energi adalah keharusan yang baru. Tujuannya adalah untuk mengurangi permintaan dan untuk “membangun energi *cero*” yang mengacu pada bangunan kinerja energi tinggi yang dikonsumsi secara primer tahunannya ditutupi hingga sangat

⁶² Frick, Heinz, dan FX. Bambang Suskiyatno. 1997. “Dasar-dasar eko-arsitektur.” Dalam Seri Eko-Arsitektur 1, Semarang: Kanisius, hal. 1

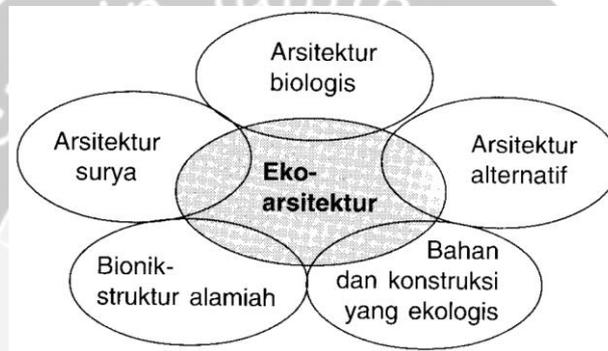
⁶³ Ibid. hal. 3

signifikan oleh energi dari sumber terbarukan, termasuk energi dari sumber terbarukan yang diproduksi ditempat atau sekitarnya.⁶⁴

3.1.2 Ekologi dan dan Eko-Arsitektur

⁶⁵Perhatian terhadap arsitektur selaku ilmu teknik berganti terhadap arsitektur kemanusiaan yang memperkirakan serta keserasian terhadap kepentingan manusia penghuninya dan alam.

Pembentukan tempat tinggal atau rumah bagaikan keinginan kehidupan manusia terhadap ikatan berbalasan pada alam yang disebut eko-arsitektur atau arsitektur ekologi.



Gambar 3. 1 Konsep eko-arsitektur yang holistik (sistem keseluruhan)

Sumber: Buku Dasar-dasar eko-arsitektur.” Dalam Seri Eko-Arsitektur 1, Frick, Heinz, dan FX. Bambang Suskiyatno. 1997. Hal 39

Eko-arsitektur mempunyai makna elemen – elemen pada arsitektur biologis (arsitektur kemanusiaan yang memperhatikan kesehatan), arsitektur bionik (konstruksi dan teknik sipil yang mempedulikan kesehatan manusia), arsitektur matahari (memanfaatkan energi surya), arsitektur alternatif, dan biologi pembangunan. Oleh karena itu sebutan eko-arsitektur yaitu sebutan holistik yang cakupannya luas dan mengandung seluruh bidang.⁶⁶

⁶⁴ María Jesús González Díaz, Justo García Navarro. 2015. “BREAKING BOUNDARIES AS THE CLUE FOR POSTECOLOGICAL ARCHITECTURE.” Open House International Vol.40 No.1 (https://search.proquest.com).
https://search.proquest.com/docview/1726447408/fulltextPDF/411BE16556CB4D5APQ/17?accountid=44396. Hlm. 29

⁶⁵ Frick, Heinz, dan FX. Bambang Suskiyatno. 1997. “Dasar-dasar eko-arsitektur.” Dalam Seri Eko-Arsitektur 1, Semarang: Kanisius. Hlm. 39

⁶⁶ Ibid. Hlm. 39

Eko-arsitektur membatasi dari yang semestinya berlaku pada arsitektur lantaran tidak memiliki sifat yang utama yang memadu seperti standar atau ukuran baku. Akan tetapi, eko-arsitektur melingkupi keseimbangan terhadap manusia dan lingkungan alamnya. Eko-arsitektur juga mempunyai makna aspek yang berbeda seperti sosio-kultural, lingkungan alam, waktu, teknik bangunan dan ruang. Mengenai ini membuktikan eko-arsitektur memiliki sifat yang lebih padat, vital dan kompleks daripada arsitektur pada umumnya.⁶⁷

3.2 Prinsip – Prinsip Pendekatan Arsitektur Ekologi

3.2.1 Teori Iklim dan Kelembapan Terhadap Ruang

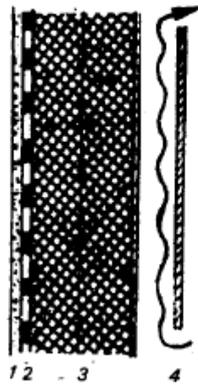
⁶⁸Tergantung pada proses termodinamika. Badan manusia sebagai sistem termis tergantung pada persyaratan yang sama. Dengan suhu inti 37°C, suhu badan manusia selalu memiliki sifat tukar-menukar panas dengan lingkungan sekitarnya. Makin keras manusia bekerja, makin besar proses tukar-menukar panas tersebut. Oleh karena itu, kenyamanan, pengerahan tenaga kerja dan kesehatan manusia bergantung pada keadaan suhu dan kelembapan.

Kelembapan yang nyaman ada di sekitar 40 – 70% sedangkan suhu antara 18° - 25°C. Pencapaian kelembapan dan suhu yang nikmat sangat penting untuk mempertinggi daya dan kegembiraan kerja. Dalam ruangan-ruangan semacam itu sangat baik bila bahan-bahan bangunan bagian dalam bangunan mudah menyerap kelembapan, seperti plester gips, permadani dan bahan-bahan lain yang disebut mudah bernafas. Diruangan lain, dapur, KM/WC dan sebagainya sebaliknya sering dibutuhkan lapisan-lapisan dinding yang menolak uap dan kelembapan, seperti cat-cat minyak, tir, tegel-tegel porselin dan sebagainya.⁶⁹

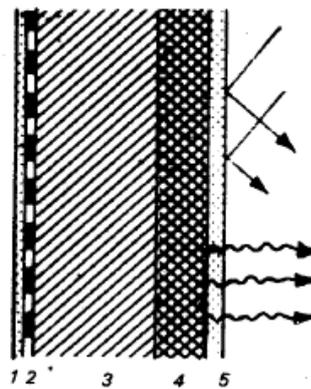
⁶⁷ Frick, Heinz, dan FX. Bambang Suskiyatno. 1997. “Dasar-dasar eko-arsitektur.” Dalam Seri Eko-Arsitektur 1, Semarang: Kanisius. hal. 39

⁶⁸ Ibid. hal. 43 - 44

⁶⁹ Mangunwijaya, Y. B. 1994. Pengantar Fisika Bangunan. Jakarta: Djambatan. Hlm. 36

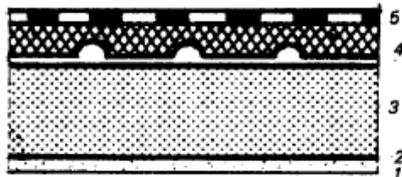


Gambar No.18

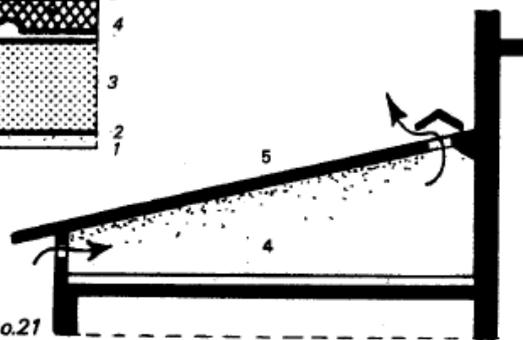


Gambar no. 19

1. Plesteran, penampung kelembaban dari dalam
2. Lapisan kedap air
3. Dinding konstruktif
4. lapisan yang memungkinkan kelembaban dari luar atau air kondensasi dapat menguap/bernapas (gambar no.19) Atau pada gambar no. 18 dan 21: hawa udara.
5. Plesteran yang memungkinkan pernapasan (gambar no. 19) Atau pada gambar no 18 dan 20 lapisan "perisai" atau "baju" dinding.



Gambar No.20



Gambar No.21

Gambar 3. 2 Susunan Dinding Berlapis Secara Tepat

Sumber: Mangunwijaya, Y. B. 1994. Pengantar Fisika Bangunan. Jakarta: Djambatan. Hlm. 47

3.2.1.1 Angin dan Pengudaraan Ruang

⁷⁰Angin sepoi-sepoi dengan kecepatan $\pm 0,9-9$ km/jam tidaklah mengganggu, bahkan sering dirasa nikmat.

Aliran udara pada ruangan didapat pada pemanfaatan perbedaan sisi - sisi pada ruangan yang memiliki perbedaan terhadap suhu, oleh karena itu tekanan udaranya juga berbeda.

Demikianlah akan mengalirkan angin pada bagian yang memiliki tekanan tinggi (dingin) ke bagian yang memiliki tekanan rendah (panas). Hal itu berlangsung terhadap arah vertikal ataupun vertikal.

⁷⁰ Mangunwijaya, Y. B. 1994. Pengantar Fisika Bangunan. Jakarta: Djambatan. Hlm. 144 - 145

Salah satu kesulitan mendapatkan aliran udara pada ruangan (yang memerlukan ruang yang terbuka) yaitu persoalan insekta, nyamuk dan sebagainya (yang justru meminta ketertutupan ruang). Begitu juga soal tentang masuknya air hujan yang terbawa angin. Cara yang lazim mencegah masuknya serangga adalah pemasangan tirai/kasa kawat halus pada lubang-lubang dinding dan pemasangan daun jendela/pintu yang berkasa kawat berlubang halus. Kasa kawat dapat dipasang secara luwes dan relatif indah.

Dari segi kelembapan, pertimbangan penting adalah juga pemilihan lokasi bangunan, agar tidak terkena kelembapan.

Pengaturan ventilasi dalam rumah, bahwa ventilasi udara atau proses mengalirkan angin/udara yang perlahan-lahan namun secara menerus amat dibutuhkan, supaya hawa pada ruangan terus diganti terhadap hawa sehat dan lebih bersih. Supaya kulit tubuh manusia dapat bernafas baik, menguap sesuai kebutuhannya.

Persoalan yang bisa dibedakan pada persoalan ini adalah,

- 1) Memperoleh hawa yang bersih dan sehat
- 2) Mendapatkan hawa yang nikmat

⁷¹Kecepatan angin yang nikmat pada ruangan diantara batasan kekencangan 0.1 m/sek dan 0.15 m/sek. Jangan sekali-kali, demi kesehatan, melebihi 0,5 m/sek atau kurang dari 0,1 m/sek.

Perlu diperhatikan, bahwa bertambah rendah suhu udara, bertambah perlahan juga sebaiknya aliran angin diatur. Kesan kenikmatan dipengaruhi terhadap suhu udara. Aliran angin/angin yang bergerak memiliki suhu 30° C pada kekecangan 0.6 m/sek tidak terasa buruk. Sebaliknya udara dengan suhu 12° C mulai terasa tidak nyaman di kelajuan 0.15

⁷¹ Mangunwijaya, Y. B. 1994. Pengantar Fisika Bangunan. Jakarta: Djambatan. Hlm. 153 - 154

m/sek. Arus angin yang merayap pada lantai sangat lekas terasa sebagai angin dingin pada kaki.

Untuk tempat-tempat yang sering dialiri angin kencang, angin sebaiknya diatur menggunakan penahan-penahan angin atau *deflektor-deflektor* untuk mengarahkan arah angin.

Prinsip penanggulangan angin yang terlalu keras yang merugikan, pada dasarnya dapat dilakukan dengan cara-cara antara lain:⁷²

- a. Mendirikan penahan atau perisai pada luar bangunan, pada tepi halaman contohnya, dengan menanam pepohonan yang sesuai yang dapat dijadikan penahan.

Pohon yang cukup tepat/sesuai ialah:

- Memiliki pertumbuhan yang cepat dan berusia lama
- Yang berakar kokoh untuk dapat melakukan penahan angin serta memiliki kayu yang elastis
- Yang berdaun kecil atau halus, sehingga elastis yang dapat melakukan penahanan tekanan angin dengan tidak membuat mudah rontok atau patah
- Yang dapat berguna atau paling sedikit tidak memiskinkan kesuburan pada tanah
- Pohon cemara cukup baik dari segi fisik jika ditanam dengan rapat

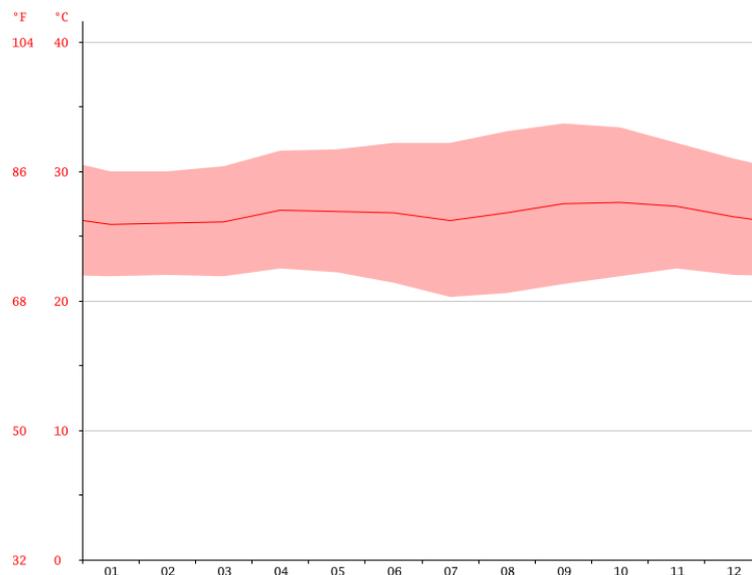
- b. Pemilihan tanah persil
- c. Pilihlah tanah kapling yang terlindung pada lereng dibelakang gunung dan sebagainya, yang sebenarnya juga berprinsip asas perisai.
- d. Pembangunan gedung yang relatif rendah pada daerah yang memilki angin yang kencang, atap dengan lereng yang tidak curam

⁷² Mangunwijaya, Y. B. 1994. Pengantar Fisika Bangunan. Jakarta: Djambatan. Hal. 64

Dari pembahasan yang dijelaskan oleh Y.B. Manguwijaya dalam buku Pengantar Fisika Bangunan yaitu penanaman pohon untuk menghindari atau mengurangi hembusan angin yang kencang akan sangat membantu pada ruangan yang akan dimaksimalkan pengudaraan alaminya, dikarenakan akan sangat berpengaruh terhadap kenyamanan pengguna. Dan dengan penentuan area penenton terhadap arah angin yang dirasa cukup kencang dapat membuat tidak nyaman para pengguna.

Menurut literatur Standar Tata Cara Perencanaan Teknis Konservasi Energi terhadap Bangunan Gedung menyatakan suhu yang nyaman terhadap penduduk Indonesia yaitu sebagai berikut:⁷³

- Sejuk-nyaman pada 20.5 – 22.8° C ET (suhu yang efektif)
- Suhu-nyaman yang ideal pada 22.8 – 25.8° C ET
- Hangat-nyaman pada 25.8 – 27.1° C ET



Gambar 3. 3 Grafik Suhu Semarang
Sumber: id.climate-data.org/location/972232/

⁷³ Karyono, Tri Harso. 2010. "KENYAMANAN TERMAL DALAM ARSITEKTUR TROPIS." Research Gate. <https://www.researchgate.net/publication/305189048>. Hal 5

Sedangkan suhu rata - rata di Kota Semarang menunjukkan 26,6° C, dan pada suhu tersebut termasuk dalam kategori suhu hangat nyaman. Namun pada area lokasi tapak yang berada di daerah pegunungan dimana suhu pada daerah pegunungan sejuk.

Beberapa ancangan yang bisa diterapkan berkaitan terhadap memodifikasi iklim yang alami yaitu:⁷⁴

1. Menanam Pohon

Menanam pepohonan lindung pada area bangunan jadi daya menahan pemancara surya secara *direct* terhadap bahan bangunan yang keras, pada kondisi dinding, atap, halaman parkir yang ditutup dengan perkerasan, akan dan berdampak pada penurunan suhu lingkungan. Penurunan suhu yang mencapai 3° C dikarenakan dengan menanam pohon lindung pada area bangunan, penelitian tersebut dilakukan oleh Parker dan Akbari.

2. Pendinginan malam

Penurunan suhu yang mencapai 3° C di siang hari dikarenakan penggunaan bahan bangunan berat (bata, beton), jika perbedaan suhu dari siang hingga malam tidak mencapai kurang 8° (suhu berkisar 10° C pada perkotaan di Indonesia pada umumnya dimana hal tersebut dengan perbedaan suhu dari siang hingga malam). Simulasi yang dilakukan oleh Cambridge Architectural Research Limited menggunakan simulasi dengan komputer terhadap pengaruh pendinginan di malam hari (*night passive cooling*).

⁷⁴ Karyono, Tri Harso. 2010. "KENYAMANAN TERMAL DALAM ARSITEKTUR TROPIS." Research Gate. <https://www.researchgate.net/publication/305189048>. Hal. 6 - 7

3. Mengurangi pencapaian panas (*heat gain*) terhadap radiasi surya pada bangunan

Hal tersebut dapat diterapkan dengan beberapa langkah. Pertama, menahan radiasi surya langsung terhadap jendela atau bidang yang menggunakan kaca yang berakibat terjadi efek pemanasan global, artinya dapat meningkatkan suhu dalam bangunan. Kedua, meminimalisir penyebaran suhu tinggi (panas) terhadap dinding masif yang mendapat pancaran surya langsung, dengan menerapkan penanganan rancangan khusus, diantaranya:

- a. Mendesain dinding berlapis (berongga) dengan pemberian lubang aliran / sirkulasi udara
- b. Meletakkan ruang service (toilet, gudang, tangga, pantry) di sisi jatuhnya pancaran matahari langsung (di sisi barat dan timur)
- c. Membuat lubang aliran / sirkulasi udara dari jarak langit-langit dan atap (terhadap bangunan rendah) sehingga tidak berdampak penambahan suhu tinggi di ruangan tersebut. Apabila tidak, panas yang terkumpul di ruangan ini akan disalurkan ke dalam ruang dibawahnya. Lubang aliran / sirkulasi udara atap cukup berpengaruh terhadap pencapaian suhu ruangan terendah.

1. Mengoptimalkan pembebasan suhu tinggi dalam bangunan

Bisa diterapkan menggunakan penyelesaian perencanaan arsitektur yang dapat terciptanya lubang arus / sirkulasi udara silang sebagai pengoptimalan terhadap ruangan.

Sirkulasi udara sangatlah berperan untuk menjadikan “efek dingin” terhadap raga manusia, oleh karena itu sangatlah berpengaruh dalam mencapai kenyamanan thermal.

2. Rancangan Kota Tropis

Pada karakter iklim yang berbeda, pada tiap wilayah di dunia sebaiknya harus mempunyai perencanaan perkotaan yang berbeda dan disesuaikan terhadap kondisi iklim pada wilayah tersebut. Pancaran surya, suhu udara, dan kelembapan yang tinggi diperlukan penanganan dikarenakan tidak diinginkan terhadap pencapaian kenyamanan thermal pada orang tropis.

Kota tropis diharapkan banyak RTH (ruang terbuka hijau) yang dapat memaksimalkan sirkulasi udara dan dapat menurunkan suhu, bilamana kekencangan udara di daerah kota tropis lembab pada umumnya rendah.

Dalam hal ini pada studi kasus yang berkaitan dari penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa, pada bangunan yang berada di iklim tropis harus menerapkan beberapa langkah antara lain dengan melakukan penanaman pohon yang berada di sekitar bangunan, khususnya pada ruang belajar atau ruang privat yang memerlukan suhu udara yang sejuk namun tidak memerlukan alat pendingin ruang (AC) sehingga aktivitas di dalam ruang tidak mengalami masalah yang mengganggu akibat suhu ruang yang panas. Pada area tribun harus terhindar dari paparan sinar matahari langsung dan dengan tidak

menghadapkan orientasinya di sisi timur dan barat, hal ini akan berdampak ketidaknyamanan pengguna.

Dengan melakukan pendesainan pada peletakan tatanan massa yang berkaitan dengan jatuhnya matahari pada sisi timur dan barat sehingga jika terdapat aktivitas yang privat pada sisi barat atau timur akan sangat membuat tidak nyaman para pengguna akibat paparan sinar matahari yang dapat menyerap ke dinding.

3.2.1.2 Pengaruh Tinggi Langit – Langit

Masalah tinggi langit-langit sangat penting dari segi ekonomi biaya bangunan. Terutama untuk gedung-gedung tinggi atau flats, orang berusaha, penurunan langit-langit 10cm saja sudah dapat menurunkan biaya pembangunan gedung dengan kira-kira 1%. Bila dihitung secara nasional, maka jelaslah bahwa pengurangan ketinggian langit-langit merupakan penghematan modal yang tidak kecil. Ternyata bahwa langit-langit setinggi 2,50 meter tidak kurang memberi kenikmatan udara ruang dari pada setinggi 3,00 meter.

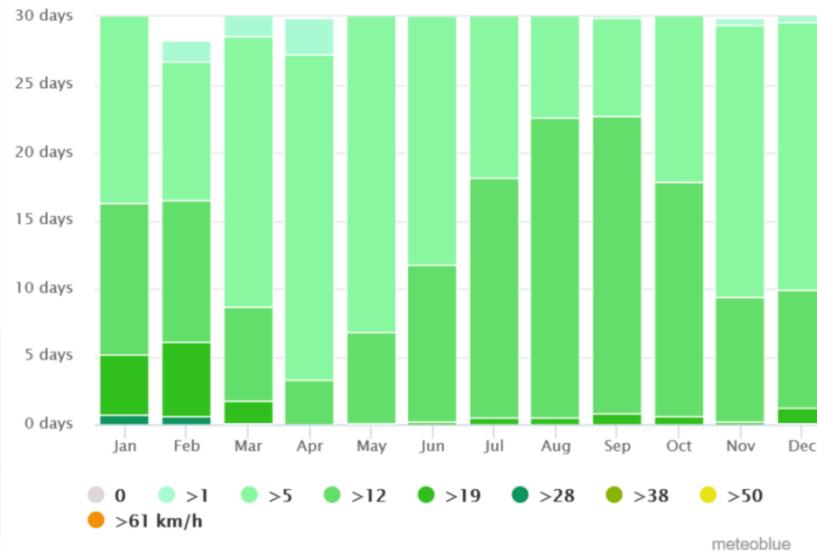
Kondisi dan material atap mempengaruhi ruangan bagian atas. Material putih dan memantulkan banyak panas dan susunan-susunan atap yang terjadinya lubang angin pada atap sangatlah bermanfaat.

Masalah masuknya cahaya matahari dengan suhu tinggi pada refleksi dari material di luar bangunan atau yang melewati celah-celah jendela ataupun lainnya sebaiknya diminimalisir.

Keberadaan ruang akan efek dan arah angin di luar menentukan juga. Kelembapan relatif pada ruang di ketinggian 1,20 meter tidaklah amat berpengaruh dari perbedaan ketinggian langit-langit.

Sebagai contoh di Singapore yang berada di pulau nisbi kecil, cukup mendapat hembusan angin laut yang terbangun rumah dengan langit-langit setinggi 2,40 m dan penghuninya tidak dijumpai kesukaran untuk menyesuaikan diri dalam rumahnya yang berlangit-langit rendah.

Tabel 3. 1 Kecepatan Angin di Semarang



Sumber:

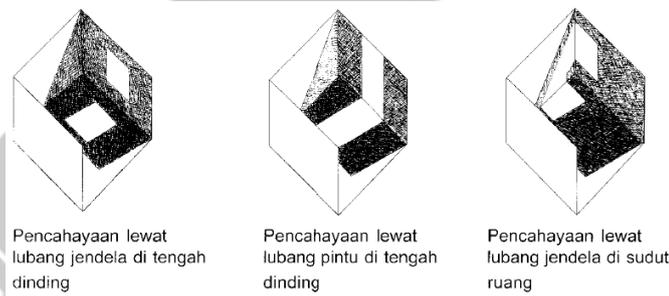
https://www.meteoblue.com/en/weather/forecast/modelclimate/semarang_indonesia_1627896

Dalam hal ini faktor penentuan lokasi juga dapat mempengaruhi tingkat kenyamanan terhadap hembusan angin kedalam ruang. Dari kasus penentuan lokasi yang berada di Semarang didapat data kecepatan angin yang lebih dominan pada kecepatan 5–11 km/jam, sesuai dengan teori dari Y.B. Mangunwijaya, pada kecepatan angin 0,9-9 km/jam dapat merasa nyaman terhadap manusia. Dan didapat juga data kecepatan angin yang berada di kisaran 12–18 km/jam, dengan hal ini sangat membuat tidak nyaman terhadap manusia dan terlebih lagi lokasi site berada di daerah perbukitan. Oleh karena itu perlu diperlukan *deflektor* untuk membelokan arah angin khususnya pada area depan lubang ventilasi / jendela, sehingga angin yang

berhembus secara kencang dapat berkurang dan dapat menghasilkan suhu ruangan yang ditentukan.

3.2.2 Teori Pencahayaan dan Warna

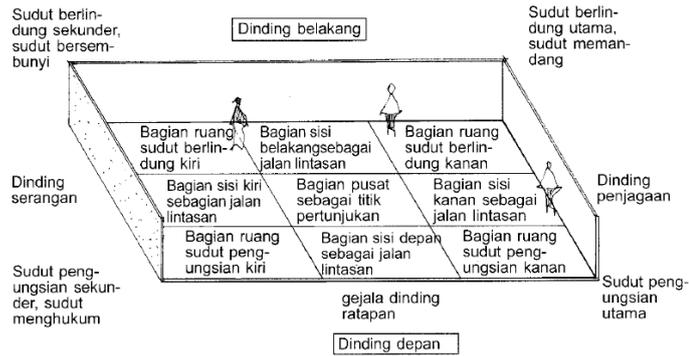
Memungkinkan pengalaman ruang melalui mata dalam hubungannya dengan pengalaman perasaan. Pencahayaan (penerangan alami maupun buatan) dan pembayanga mempengaruhi orientasi di dalam ruang.



Gambar 3. 4 Pengaruh pembayangan terhadap orientasi di dalam ruang
Sumber: Frick, Heinz, dan FX. Bambang Suskiyatno. 1997. "Dasar-dasar eko-arsitektur." Dalam Seri Eko-Arsitektur 1, Semarang: Kanisius, hal. 47

Bagian ruangan yang terkena cahaya dan yang dalam kondisi gelap akan menentukan nilai psikis yang berkaitan terhadap ruangan (contohnya dengan perabotan atau hiasan dinding). Pancaran surya memberikan efek vital pada ruangan, terpenting apabila pancaran tersebut memasuki jendela yang berorientasi ke terbitnya matahari. Kerja sama antara sinar matahari, pewarnaan, dan pembayangan dapat menghasilkan kondisi yang mendukung aktivitas lewat hipotalamus epiphisis dan kelenjar hormon dimana seluruhnya terkandung stimulan oleh cahaya.

Kemudian terdapat bagian ruang yang menguntungkan komunikasi, atau memberi perlindungan, sedangkan bagian yang lain menakutkan. Masing-masing bagian dapat ditetapkan dan dinilai berdasarkan pengalaman manusia menurut skema berikut,



Gambar 3. 5 Penilaian bagian ruang masing-masing menurut pengalaman manusia
 Sumber: Frick, Heinz, dan FX. Bambang Suskiyatno. 1997. "Dasar-dasar eko-arsitektur." Dalam Seri Eko-Arsitektur 1, Semarang: Kanisius, hal. 48

Tabel 3. 2 Letak matahari di Semarang, letak 7° selatan dan pada garis bujur 110°

Waktu matahari sebenarnya	Tanggal 21 pada setiap bulan												Waktu matahari sebenarnya	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.		
Azimuth (a) diukur dari utara ke timur														Azimuth (a) diukur dari utara ke barat
6.00 h	109° 3'	100° 2'	90° 6'	80° 0'	70° 0'	67° 0'	70° 0'	80° 0'	90° 0'	100° 2'	109° 3'	114° 4'	a 18.00 h	
7.00 h	107° 18'	98° 17'	87° 16'	77° 14'	68° 12'	65° 12'	68° 12'	77° 14'	87° 16'	98° 17'	107° 18'	112° 18'	a 17.00 h	
8.00 h	106° 32'	96° 31'	85° 30'	73° 29'	63° 27'	61° 26'	63° 27'	73° 29'	85° 30'	96° 31'	106° 32'	111° 32'	a 16.00 h	
9.00 h	108° 44'	94° 45'	82° 43'	69° 40'	58° 37'	54° 36'	58° 37'	69° 40'	82° 43'	94° 45'	108° 44'	113° 43'	a 15.00 h	
10.00 h	113° 60'	94° 60'	76° 60'	59° 56'	47° 50'	44° 48'	47° 50'	59° 56'	76° 60'	94° 60'	113° 60'	120° 58'	a 14.00 h	
11.00 h	128° 72'	96° 74'	62° 74'	40° 68'	28° 60'	25° 58'	28° 60'	40° 68'	62° 74'	96° 74'	128° 72'	138° 70'	a 13.00 h	
12.00 h	180° 80'	180° 88'	0° 83'	0° 73'	0° 63'	0° 60'	0° 63'	0° 73'	0° 83'	180° 88'	180° 80'	180° 76'	a 12.00 h	

Sumber: Frick, Heinz, dan FX. Bambang Suskiyatno. 1997. "Dasar-dasar eko-arsitektur." Dalam Seri Eko-Arsitektur 1, Semarang: Kanisius, hal. 49

Oleh sebab itu pencahayaan matahari pada wilayah tropis terkandung gejala sampingan oleh sinar panas, oleh karena itu pada wilayah tropis tersebut manusia kerap beranggapan ruangan yang lumayan gelap menjadi nyaman dan sejuk. Namun, bagi ruangan kerja ketetapan tersebut bertentangan kebutuhan cahaya untuk indera pengelihatannya.

Suasana nyaman dan produktivitas dapat dipengaruhi dari adanya warna seperti dapat dipelajari pada alam sekitar yang memiliki arti tersendiri. Sebab itu, warna yakni suatu cara untuk mempengaruhi kekhasan ruangan atau bangunan. Tubuh manusia bereaksi kepekaan terhadap stimulan dari tiap-tiap warna.



Warna yang lumayan terang seperti merah, oranye, kuning hijau linden (yang agak kekuningan), dan hijau, serta warna yang agak gelap seperti merah, merah bungur, ungu, biru, dan hijau

mengandung efek psikologis tertentu. Efek tersebut ialah: aktif –pasif atau berat – ringan.

Dari penerapan ilmu, pewarnaan digunakan untuk merubah ataupun membenahi skala ruangan berdasarkan pengelihatian untuk meningkatkan suasana nyaman. Seperti:

- Pewarnaan aktif, merah atau orange pada sisi yang luas berkesan ruangan seakan kecil
- Ruangan dengan ukuran lumayan sempit dan memanjang seolah menjadi rendah jika pemberian warna yang hangat di tembok sisi muka, akan tetapi membuat seolah-olah panjang dengan pewarnaan dingin.
- Tembok sebelah pinggir berwarna cerah pada ruang berkesan luas
- Tembok tidak semestinya dari lantai hingga plafon diberikan pewarnaan yang serupa. Jika tembok dengan garis horizontal ruangan berasa terlindung, sebaliknya tembok dengan garis vertical berasa lebih tinggi.

⁷⁵Tembok dinding diluar bangunan hendaknya dilakukan pewarnaan muda / sedikit gelap. Warna kapur putih cukup membuat silau dan kenyataannya tidak baik bagi iklim yang lembab. Tanaman

⁷⁵ Mangunwijaya, Y. B. 1994. Pengantar Fisika Bangunan. Jakarta: Djembatan. Hal. 108 - 119

rambat merupakan cat dinding alam yang apik, berasa sejuk dan menyerap lembab yang tersemat dalam tembok. Tentulah sebaiknya memilih macam-macam tumbuhan rambatan yang tidak membuat dinding menjadi rusak akibat akarnya.

Sinar surya yang muncul secara menyeluruh terdiri dari 6% ultraviolet, 46% infra merah dan 48% cahaya. Berdasarkan keseluruhan tersebut 80% dapat tembus ke kaca. Kurang lebih 12% diserap oleh bahan kaca itu sendiri dan kurang lebih 8% dipantul kembali oleh permukaan luar kaca. Dari 80% sinar yang masuk, separuhnya jatuh ke dinding, lantai, perabot dan lainnya.

Tabel 3. 3 Koefisien Serap Kalor pengaruh warna

Bidang	(%)
Kapur Putih baru	10-15
Cat minyak baru	20-30
Marmer putih	40-50
Kelabu madya	60-70
Batu bata, beton	70-75
Hitam mengkilat	80-85
Hitam kasar	90-95

Sumber: Mangunwijaya, Y. B. 1994. Pengantar Fisika Bangunan. Jakarta: Djambatan. Hal. 116

Tabel 3. 4 Koefisien Serapan Kalor bidang kaca

Jenis Kaca	Transmisi Langsung %	Berasal dari Radiasi yang Terserap %	Total %
Kaca bening istimewa	74	9	83
Kaca jendela biasa	85	3	88
Kaca speksial penyerap panas	20	25	45
Kaca kelabu	30	30	60
Kaca berlapisan lak	38	17	55

Sumber: Mangunwijaya, Y. B. 1994. Pengantar Fisika Bangunan. Jakarta: Djambatan. Hal. 117

Tabel 3. 5 Hasil pengurangan panas pancaran matahari masuk melalui jendela kaca, dengan pembayangan.

Jenis Pembayangan: Pembayangan dicat pada sisi datangnya sinar	Berkurang bila dibandingkan dengan yang tidak dicat
1) Jalusi diluar menghalangi penyinaran langsung diberi warna putih, krem	15%
2) Jalusi dari tembaga putih tipis. Kemiringan matahari lebih dari 40° sehingga matahari tidak masuk, diberi warna gelap	15%
3) Marksi dari kanvas. Sisi samping terbuka, warna gelap sedang	25%
4) Jalusi model "venetian blinds di bagian dalam jendela. Kisi-kisi menghalangi penyinaran langsung. Bahan: alumunium yang memantulkan sinar difus	45%
5) Penutup jendela, putih atau krem	55%
6) Penutup jendela rapat berwarna gelap	80%

Sumber: Mangunwijaya, Y. B. 1994. Pengantar Fisika Bangunan. Jakarta: Djembatan. Hal. 118

Tabel 3. 6 Refleksi oleh bahan-bahan bangunan terhadap sinar matahari dan benda-benda lain berseuhu tidak terlalu tinggi

Bahan	Refleksi Panas	
	Dari matahari	Dari benda-benda bersuhu
	%	%
1) Pualam putih	54	5
2) Kapuran putih	80	
3) Batu kapur pasir putih	50-59	
4) Batu kapur	43	
5) Beton		6
6) Plesteran		9
7) Batu merah	23-30	
8) Genteng merah muda	53	
9) Genteng semen tak berwarna	35	
10) Asbes semen baru	60	
11) Asbes semen, satu tahun	29	

12)	Seng berombak baru	36	72-77
13)	Seng berombak tua	10	72
14)	Cat timah putih	70	11
15)	Aluminium	47	96
16)	Cat aluminium	46	33-73
17)	Daun-daunan hijau	21-29	

Sumber: Mangunwijaya, Y. B. 1994. Pengantar Fisika Bangunan. Jakarta: Djambatan. Hal. 119

Keterangan:

1 = semakin besar refleksi, semakin kecil kalor yang ditimbulk

2 = refleksi besar dilakukan oleh warna yang muda (yang terbesar yang putih)

3 = untuk tanah ngarai yang panas, atap dan dinding berwarna muda sangat baik untuk pegunungan yang tinggi dingin, atap dinding berwarna gelap yang menguntungkan demi penimbunan kalor

4 = benda yang rendah daya absorpsinya, rendah pula daya pemancaran kalornya

Kualifikasi derajat bangunan dan persyaratan penerangan:⁷⁶

- a. Kualitas penerangan yang harus dan layak disediakan di dalam suatu ruang ditentukan oleh: pengguna ruangan, khususnya ditinjau dari segi beratnya pembebanan pada mata oleh aktivitas yang harus dilakukan dalam ruangan itu; lamanya waktu aktivitas dengan daya mata yang tinggi dan sifat aktivitas.

Dari segi penerangan, bangunan-bangunan dibagi oleh Panitia "Penerangan Alami Siang hari dari Bangunan "Dep. PUTL".

Menurut tingkat sebagai berikut:

- b. Bangunan utilitas dibagi menurut kelas:

Kelas I : Bangunan Representatif, misalnya gedung MPR/DPR, kantor Gubernur dan sebagainya.

Kelas II : Bangunan baik, misalnya hotel, gedung pertemuan, kantor, gedung olahraga dan sebagainya.

⁷⁶ Mangunwijaya, Y. B. 1994. Pengantar Fisika Bangunan. Jakarta: Djambatan. Hal. 246 - 250

Kealas III : Bangunan biasa.

c. Menurut kualitas penggunaan ruangan

Kerja halus sekali, pekerjaan cermat terus menerus, seperti menggambar detail kecil dan sebagainya.

Kerja sedang, pekerjaan tanpa konsentrasi yang besar dari si pelaku, seperti pekerjaan kayu, montase onderdil yang agak besar dan sebagainya

Kerja kasar, pekerjaan di mana detail – detail yang vesar harus dikenal, seperti pada gudang, lorong lalu-lintas orang dan sebagainya.

Sebagai bahan pembanding dapat mempelajari ukuran internasional ini:

Kualitas : Tuntutan minimum kekuatan penerangan E (lux)	
Kerja Halus Sekali	300
Kerja Halus	150
Kerja Sedang	80
Kerja Kasar	40

Keseimbangan dengan alam⁷⁷

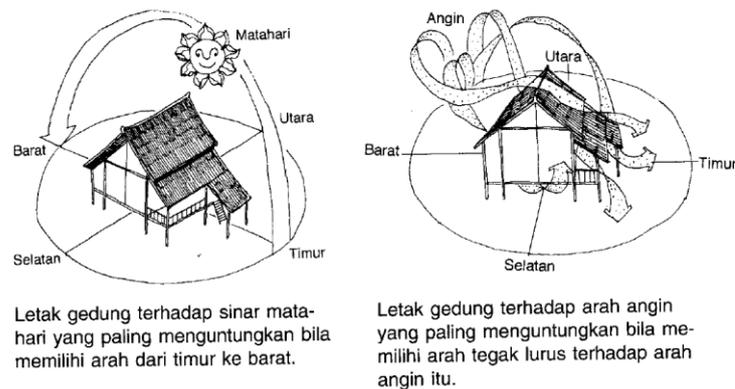
Rumah tinggal tradisional di Jawa berdasarkan susuna ruang tertentu yang terdiri dari halaman – halaman terbuka, bangsal terbuka dan ruang yang agak terbuka dan atau tertutup. Pada penentuan lokasi gedung tersebut diperhatikan fungsi dan hubungannya dengan alam, seperti matahari, arah angin, arah hujan, aliran air di bawah tanah dan sebagainya.

Maka pengertian keseimbangan dengan alam mengandung kesatuan makhluk hidup (termasuk manusia) dengan alam sekitarnya secara holistik.

⁷⁷ Frick, Heinz, dan FX. Bambang Suskiyatno. 1997. “Dasar-dasar eko-arsitektur.” Dalam Seri Eko-Arsitektur 1, Semarang: Kanisius, hal. 54 - 61

Sinar matahari dan orientasi bangunan

Orientasi bangunan terhadap sinar matahari yang paling cocok dan menguntungkan terdapat sebagai kompromi antara letak gedung berarah dari Timur ke Barat dan yang terletak tegak lurus terhadap arah angin menurut gambar berikut. Lalu, pada perihal ini bangunan dengan bentuk persegi panjang dapat menguntungkan ketimbang bangunan dengan bentuk persegi.



Gambar 3. 6 Arah Orientasi bangunan terhadap arah mata angin
Sumber: Frick, Heinz, dan FX. Bambang Suskiyatno. 1997. "Dasar-dasar eko-arsitektur." Dalam Seri Eko-Arsitektur 1, Semarang: Kanisius, hal. 56

Dalam teori yang dipaparkan oleh Y.B. Mangunwijaya dalam buku Pengantar Fisika Bangunan dapat disimpulkan bahwa dalam menentukan atau mendapatkan pencahayaan alami yang maksimal diperlukan perhitungan yang tepat yang melalui penelitian sebelumnya. Pada ruang belajar atau ruang yang terdapat banyak pengguna memang sangat penting untuk mendapat pencahayaan alami yang maksimal, sehingga penggunaan pencahayaan buatan yang memerlukan listrik yang banyak dapat menjadi hemat.

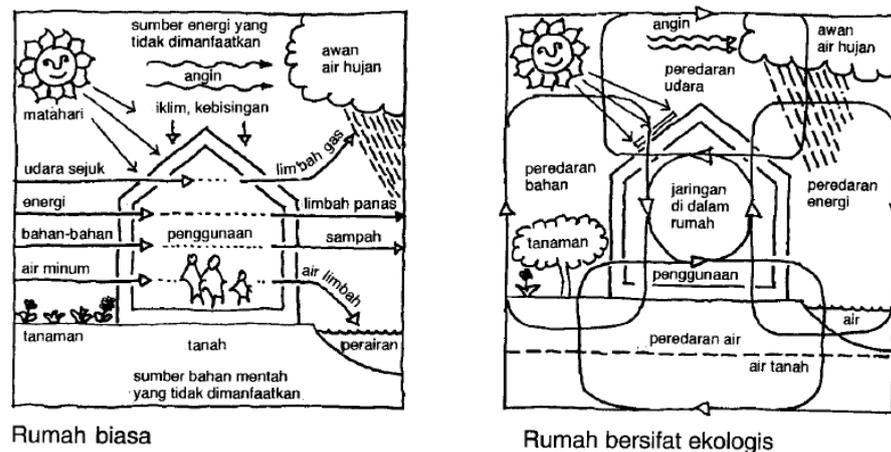
3.3 Alam Sebagai Pola Perencanaan

Susunan alam terus - menerus tersusun sebagai peredaran alam. Makhluk hidup alam yang mengalami kelahiran, kehidupan, serta kematian selaku konsep mikrokosmos yang mengikuti makrokosmos yang tak terbatas..

Alam sebagai sistem perencanaan eko-arsitektur yang holistik kemudian dapat disimpulkan dengan persyaratan berikut:⁷⁸

1. Penyesuaian pada lingkungan alam setempat
2. Penghematan sumber daya energi alam yang tidak dapat diperbaharui dan menghemat penggunaan energi
3. Memelihara sumber lingkungan (udara, tanah, air)
4. Memelihara dan memperbaiki peredaran alam
5. Mengurangi ketergantungan pada sistem pusat energi (listrik, air) dan limbah (air limbah, sampah)
6. Penghuni ikut serta secara aktif pada perencanaan, pembangunan, dan pemeliharaan perumahan.
7. Menggunakan teknologi sederhana

Pembangunan secara ekologis berarti pemanfaatan prinsip-prinsip ekologis pada perencanaan lingkungan buatan. Pada pembangunan biasa seluruh gedung berfungsi sebagai sistem yang memintas, yang mengurangi kualitas lingkungan (*pass through system*). Akan tetapi, baik rumah maupun pedesaan harus dianggap sebagai ekosistem (peredaran) yang berhubungan erat pada peredaran alam (hukum alam) sebagai berikut.



Gambar 3. 7 Perbedaan antara rumah biasa dan rumah bersifat ekologis
 Sumber: Frick, Heinz, dan FX. Bambang Suskiyatno. 1997. "Dasar-dasar eko-arsitektur." Dalam Seri Eko-Arsitektur 1, Semarang: Kanisius, hal. 71

⁷⁸ Frick, Heinz, dan FX. Bambang Suskiyatno. 1997. "Dasar-dasar eko-arsitektur." Dalam Seri Eko-Arsitektur 1, Semarang: Kanisius. Hal. 68 - 75

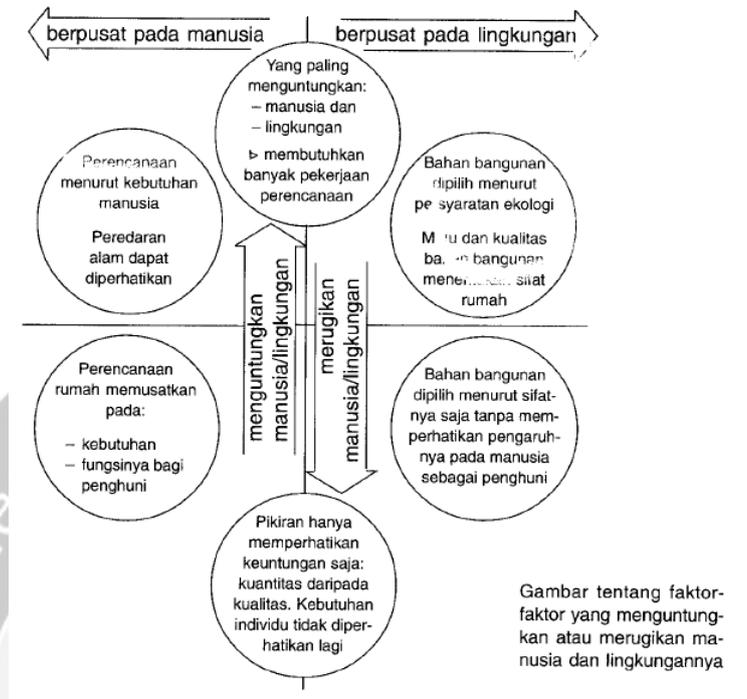
Pola perencanaan eko-arsitektur selalu memanfaatkan perkembangan alam, sebagai berikut:

- Penggunaan seminimal mungkin pada material ataupun yang dipakai di waktu pembangunan karena terkandung kekuatan energi yang baik
- Tembok ataupun atap, berdasarkan fungsinya sebaiknya dapat memperisai dirinya dari segala cuaca
- Akan lebih baik jika orientasi massa kearah Timur / Barat dan sebaliknya jika tidak menginginkan adanya silau sebaiknya berorientasi Utara / Selatan
- Tebal tembok dan daya serap panas sebaiknya disesuaikan terhadap kebutuhan iklim ruangan didalamnya sehingga dapat melindungi panas. Dan sebaiknya dapat menerapkan penghematan energi jika memperhatikan pembaruan udara secara alami.
- Bangunan hendaknya dirancang sebaik mungkin yang mana bisa memakai pembaruan udara secara alami beserta pemanfaatannya agar menjadikan ruang terasa sejuk
- Seluruh bangunan diharuskan dapat menerapkan pembaharuan dari seluruh material, limbah, serta gampang untuk dirawat. Oleh karena itu maka seluruh limbah dan sampah dapat diperbaharui dalam suatu kelompok gedung, misalnya bahan bangunan mesti dapat diperbaharui dan pondasi serta kerangka gedung seharusnya dapat dipergunakan ratusan tahun dengan penggunaan yang berbeda-beda menurut kebutuhan.
- Seluruh persyaratan tersebut seharusnya dimanfaatkan sebaik mungkin oleh karena itu perencanaan dan pembangunan gedung tetangga tidak mengalami hambatan apapun jika tetangga hendak membangun dengan persyaratan serupa.

Maka perencanaan ekologis dapat digambarkan sebagai berikut:

Bagian yang terletak disebuah kiri dari sumbu vertikal, titik beratnya terletak pada manusia dan yang terletak di sebuah kanan dari sumbu tersebut, titik beratnya terletak pada lingkungan alam. Pada sumbu horizontal di sebelah atas terdapat faktor – faktor yang menguntungkan manusia dan

lingkungan alam dan di sebelah bawah terletak faktor – faktor yang merugikan manusia dan lingkungannya.



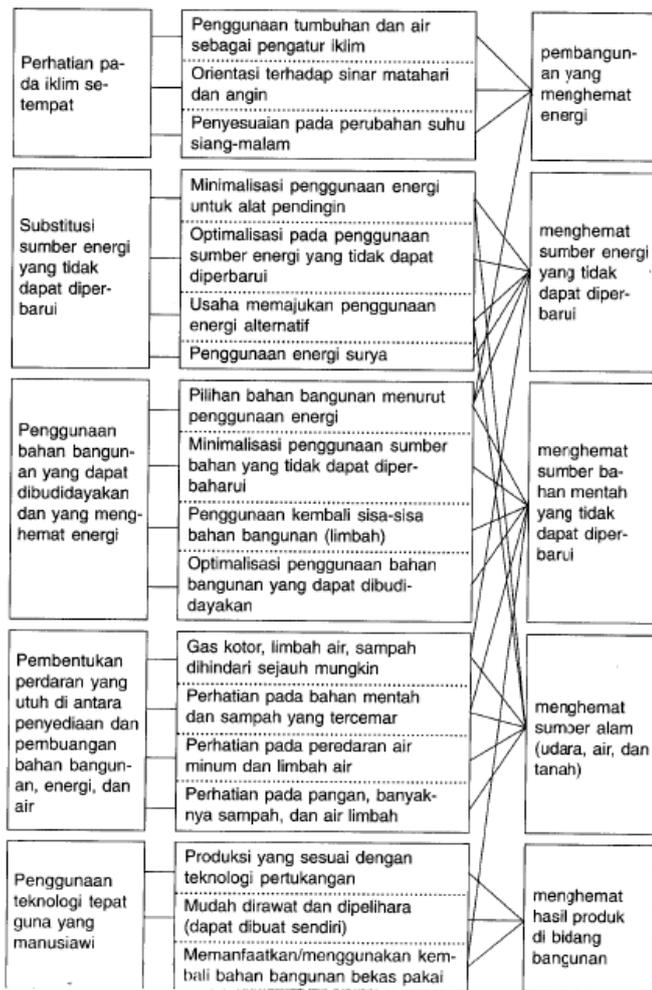
Gambar tentang faktor-faktor yang menguntungkan atau merugikan manusia dan lingkungannya

Gambar 3. 8 Faktor – faktor yang menguntungkan atau merugikan manusia dan lingkungannya

Sumber: Frick, Heinz, dan FX. Bambang Suskiyatno. 1997. "Dasar-dasar ekarsitektur." Dalam Seri Eko-Arsitektur 1, Semarang: Kanisius, hal. 73

Dasar - dasar perencanaan ekologis seharusnya memperhatikan kondisi dan meninjau batasan – batasan yang terdapat bidang masyarakat, ekonomi, politik, dan pemanfaatan ruang sebagai berikut:

- Sedapat mungkin diupayakan agar diadakan struktur masyarakat dan penggunaan ruang tidak mengalami perubahan
- Persyaratan mutlak kegiatan ekonomi, terutama pembagian kerja dan pertukaran kerja, tidak akan terganggu
- Penggunaan ruang / lahan sebagai tempat pertanian, pedesaan, dan perkotaan yang memiliki hubungan timbal balik akan dipertahankan
- Adat – istiadat, tingkah laku, dan gaya hidup masyarakat tidak akan diubah.



Gambar 3. 9 Cara membangun yang menghemat energi dan bahan baku
 Sumber: Frick, Heinz, dan FX. Bambang Suskiyatno. 1997. "Dasar-dasar eko-arsitektur." Dalam *Seri Eko-Arsitektur 1*, Semarang: Kanisius, hal. 75

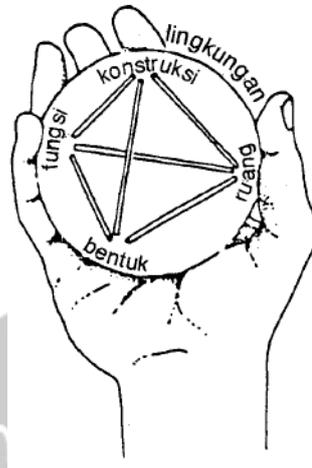
3.4 Struktur dan Konstruksi Bangunan

3.4.1 Kualitas Struktur

Kualitas struktur sulit didefinisikan seperti halnya kualitas eko-arsitektur, karena kualitas tidak dapat diukur atau dikuantifikasi dan karena baik struktur maupun eko-arsitektur bersifat holistik⁷⁹. Dalam hal ini kualitas struktur dapat didefinisikan sebagai keseluruhan struktur fungsional, struktur lingkungan (ekologi, tempat dan waktu), struktur

⁷⁹ Holistik (atau integral) berarti ciri pandangan yang menyatakan, bahwa keseluruhan sebagai suatu kesatuan adalah lebih penting dari pada satu-satu bagian dari suatu organisme, karena disamping bagian-bagian, mengandung juga hubungan antara bagian masing-masing.

bangunan (sistem, teknik dan konstruksi), dan struktur bentuk (ruang dan estetika) secara integral.



Gambar 3. 10 Pedoman Kualitas Struktur

Sumber: Frick, Heinz, dan FX. Bambang Suskiyatno. 1997. "Dasar-dasar eko-arsitektur." Dalam *Seri Eko-Arsitektur I*, Semarang: Kanisius, hal. 92

A. Struktur Fungsional

Menentukan dimensi geometris yang berhubungan dengan penggunaan atau fungsi (kebutuhan ruang, ruang gerak, ruang sirkulasi, dan sebagainya), dimensi pengaturan ruang. Dimensi fisiologis tentang kenyamanan, penyinaran, dan penyegaran udara. Dimensi teknis dengan beban lantai, instalasi teknik, dan sebagainya.

B. Struktur Lingkungan

Meliputi lingkungan alam (iklim, topografi, geologi, hidrologi, flora, fauna, pemandangan, serta radiasi teristis dan kosmis) serta lingkungan buatan (bangunan, sirkulasi, prasarana teknis, dan radiasi buatan). Konteks sosial dan psikologis, sejarah dan *genius loci*, kesediaan bahan baku, ekonomi dan waktu yang tersedia.

C. Struktur Bangunan

Adalah rangkaian aktivitas yang diperlukan untuk membongkar, membangun, dan memelihara suatu gedung. Berarti material, sistem penggunaannya (produksi dan pemasangan), dan

teknik serta konstruksi bangunan harus memenuhi tuntutan ekologis.

D. Struktur Bentuk

Mengandung massa dan isi, ruang antara dan segala kegiatan mengatur ruang. Bentuk ruang tersebut dapat didefinisi oleh dinding pembatas, tiang, lantai, dan sebagainya serta lubang pembukaan. Pencahayaan dan warna ikut mempengaruhi keindahan.

Nilai ketiga kualitas struktur adalah kesinambungan (sustainability) pada struktur, berarti hubungan antara masa pakai bahan bangunan.

Sebagai kesimpulan dapat digolongkan kualitas struktur atas:

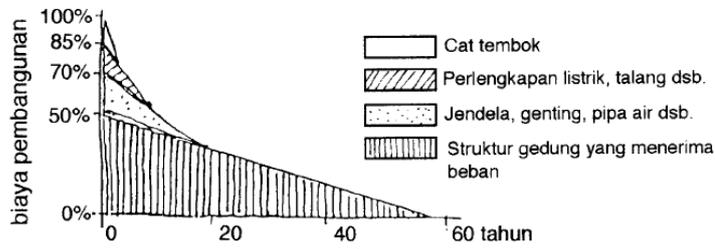
- Keseluruhan struktur fungsional, lingkungan, bangunan, dan bentuk
- Integralistiknya dengan alam dan
- Kesinambungan (sustainability) pada struktur.

3.4.2 Kesinambungan pada Struktur

Hubungan antara masa pakai bahan bangunan dan struktur bangunan mempengaruhi baik pilihan struktur maupun penggunaan bahan bangunan menurut prinsip – prinsip kualitas struktur yang dipilih. Pada dasarnya dikenal tiga prinsip.

- Prinsip pembuangan
- Dimana semua unsur dari sebagian bangunan menyesuaikan diri dalam daya tahannya atas unsur-unsur yang paling lemah / paling cepat rusak.
- Prinsip ‘Rolls Royce’
- Dimana unsur – unsur yang paling kuat menentukan daya tahan bagian bangunan masing – masing.
- Prinsip Struktural
- Dimana setiap unsur bangunan yang daya tahannya berbeda dengan bagian bangunan yang lain dapat diganti tanpa merusak bangunan

yang lebih kuat. Makin banyak bagian bangunan yang tahan lama, makin kecil biaya pemeliharannya.



Gambar 3. 11 Daya tahan bagian bangunan masing-masing

Sumber: Frick, Heinz, dan FX. Bambang Suskiyatno. 1997. "Dasar-dasar eko-arsitektur." Dalam Seri Eko-Arsitektur 1, Semarang: Kanisius, hal. 75

Tabel 3. 7 Masa pakai bagian - bagian bangunan

Bagian bangunan	Masa pakai (tahun)			Bagian bangunan	Masa pakai (tahun)		
	30	60	90		30	60	90
Bagian struktur				Lantai tegel keramik			
Dinding batu alam	█	█	█	Lantai papan kayu	█	█	█
Dinding batu bata	█	█	█	Lantai parket kayu	█	█	█
Dinding beton	█	█	█	Lantai linolium	█	█	█
Dinding konstruksi kayu	█	█	█	Lantai permadani	█	█	█
Lantai beton bertulang	█	█	█	Kosen kayu jati	█	█	█
Lantai konstruksi kayu	█	█	█	Kosen kayu Kalimantan	█	█	█
Tangga beton bertulang	█	█	█	Krepyak kayu	█	█	█
Kolom beton bertulang	█	█	█	Jendela bingkai kayu	█	█	█
Kuda-kuda atap kayu	█	█	█	Jendela Naco	█	█	█
Kuda-kuda atap baja	█	█	█	Pintu dalam daun triplex	█	█	█
Atap pelat beton	█	█	█	Pintu rumah kayu masif	█	█	█
Bagian sekunder				Pintu lipat baja	█	█	█
Dinding pemisah dari batu-bata	█	█	█	Pintu kerai aluminium	█	█	█
Dinding papan di luar	█	█	█	Peran, kasau, reng	█	█	█
Dinding papan di dalam	█	█	█	Atap rumbia, ijuk, dll.	█	█	█
Dinding eltenit board	█	█	█	Atap sirap kayu	█	█	█
Dinding gipskarton	█	█	█	Genting flam tanah liat	█	█	█
Plesteran dinding luar	█	█	█	Genting pres tanah liat	█	█	█
Plesteran dinding dalam	█	█	█	Genting beton	█	█	█
Lantai ubin semen	█	█	█	Pelat semen berserat	█	█	█
Lantai ubin teraso	█	█	█	Talang seng	█	█	█
				Tangga konstr. kayu	█	█	█
				Tangga berlapis tegel	█	█	█

Sumber: Frick, Heinz, dan FX. Bambang Suskiyatno. 1997. "Dasar-dasar eko-arsitektur." Dalam Seri Eko-Arsitektur 1, Semarang: Kanisius, hal. 96

Tabel 3. 8 Masa pakai bagian - bagian bangunan

Bagian bangunan	Masa pakai (tahun)			Bagian bangunan	Masa pakai (tahun)		
	30	60	90		30	60	90
Bagian finishing				Saluran air kotor tembikar			
Langit semen berserat	■			Kakus monoblok	■		
Langit tripleks	■			Kakus jongkok	■		
Langit gipskarton	■			Wastafel	■		
Cat kayu bagian luar	■			Keran dll.	■		
Cat kayu bagian dalam	■			Cuci piring teraso	■		
Cat besi	■			Cuci piring nonkarat	■		
Cat tembok di luar	■			Instalasi saluran listrik	■		
Cat tembok di dalam	■			Stopkontak, sakelar dll.	■		
Dinding tegel di luar	■			Perlengkapan dan perabot			
Dinding tegel di dalam	■			Lemari es	■		
Wall paper	■			Mesin cuci	■		
Kawat nyamuk	■			Peralatan AC	■		
Bagian teknik				Mebel-mebel	■		
Pipa air minum PVC	■			Kasur	■		
Pipa air minum baja	■						
Saluran air kotor PVC	■						

Sumber: Frick, Heinz, dan FX. Bambang Suskiyatno. 1997. "Dasar-dasar eko-arsitektur." Dalam Seri Eko-Arsitektur 1, Semarang: Kanisius, hal. 97

Tabel 3. 9 Perbandingan Teknologi Keras dengan Teknologi Lunak

Teknologi keras (<i>hard technology</i>)	Teknologi lunak (<i>soft technology</i>)
berbahaya terhadap keseimbangan ekologi	seimbang dengan lingkungan sekitar
mengeksploitasi alam	memelihara peredaran alam
penggunaan energi tinggi	penggunaan energi rendah
polusi lingkungan tinggi	polusi lingkungan rendah
sesudah digunakan akan dibuang	sesudah digunakan didaur ulang
jangka waktu dan masa pakai pendek	jangka waktu dan masa pakai panjang
produksi massal dan berpusat	produksi integral dan desentral
spesialisasi tinggi	keahlian dalam ketrampilan
makin besar makin produktif	makin terbatas makin kuat
bersifat perkotaan (urban)	bersifat pedesaan (rural)
proses produksi rumit	proses produksi sederhana
desintegrasi lingkungan alam	berintegrasi dengan lingkungan alam
ekonomi memberi batas teknik	alam dan ekologi memberi batas teknik
membutuhkan modal yang tinggi	membutuhkan banyak tenaga
perdagangan dunia (APEC, WTO)	dagang tukar-menukar (barter) loka
inovasi berdasar keuntungan dan perang	inovasi berdasar kebutuhan
merusak kebudayaan setempat	memelihara kebudayaan setempat
ekonomi bersifat tumbuh	ekonomi bersifat stabil
menilai kuantitas tinggi	menilai kualitas tinggi
destruktif bagi makhluk yang lain	tergantung pada kemakmuran makhluk
monokultur di bidang pertanian	keanekaragaman tanaman terjamin
upah sebagai motivasi kerja	kesenangan sebagai motivasi kerja
pemisahan antara waktu kerja dan libur	waktu kerja dan libur jarang dibedakan
pengangguran tinggi	pengangguran rendah

Sumber: Frick, Heinz, dan FX. Bambang Suskiyatno. 1997. "Dasar-dasar eko-arsitektur." Dalam Seri Eko-Arsitektur 1, Semarang: Kanisius, hal. 99

Teknologi yang ekologis selalu mengutamakan keseimbangan antara teknologi dan lingkungan, sebagai berikut.

<p>Seimbangan dengan alam</p> <ul style="list-style-type: none"> - perhatian kepada alam dan sumbernya
<p>Seimbangan dengan manusia</p> <ul style="list-style-type: none"> - perhatian kepada keamanan, kehidupan (air, jalan nalkah penghidupan, uang sewa/beli), kebudayaan (tanah air, agama, keluarga), sumber alam, pencemaran udara, kesehatan, pendidikan, dan sebagainya.
<p>Seimbang dengan lingkungan</p> <ul style="list-style-type: none"> - perhatian terhadap iklim, tanah (gempa bumi, banjir, rob), pengaruh lainnya (tahan rayap, bahaya malaria), dan sebagainya.

Tabel 3. 10 Konstruksi bangunan yang holistik.

Konstruksi bangunan yang holistik terdiri dari:	
Pilihan dan penggunaan ...	Bahan bangunan Bahan baku, unsur-unsur, komponen, dsb
	Metode Eksplorasi, cara pembuatan, transport, cara pemasangan dan konstruksi, pemeliharaan, kemungkinan mendaur ulang, dsb
... dengan menguasai	Persyaratan ilmu alam (eksakta) Fisika, kimia, biologi, dsb
	Persyaratan ilmu hukum Persyaratan bangunan, hubungan kerja antara ahli dan pemberi tugas, UU perburuhan, dsb
	Persyaratan operasional Manajemen bangunan, manajemen keuangan, dsb
... dan mengatasi	Tujuan keindahan Sejarah arsitektur, fungsi gedung, dan kegunaannya
	Tujuan keamanan Pilihan tempat, stabilitas gedung, masa pakai, dsb
	Tujuan kesehatan dan lingkungan Tuntutan ekologis, pelestarian lingkungan alam, dsb

Sumber: Frick, Heinz, dan FX. Bambang Suskiyatno. 1997. "Dasar-dasar eko-arsitektur." Dalam Seri Eko-Arsitektur 1, Semarang: Kanisius, hal. 99

3.4.3 Bahan Bangunan

Klasifikasi Bahan Bangunan yang Ekologis⁸⁰

Klasifikasi umum tentang bahan bangunan disusun menurut tabel berikut.

Tabel 3. 11 Klasifikasi Bahan Bangunan Ekologis

Golongan	Bahan Bangunan	Contoh Bahan
Bahan bangunan alam	Anorganik: - batu alam - tanah liat - tras	- batu kali, kerikil, pasir - batu merah - batako (tras, kapur, dan pasir)
	Organik: - kayu - bambu - daun-daun dsb	- jati, meranti, kamper dll - petung, ori, gading, dll - rumbia, ijuk, alang-alang, dll
Bahan bangunan buatan	Yang dibakar	- batu merah, genting, pipa tanah liat, dll
	Yang dilebur	- kaca
	Yang tidak dibakar	- pipa dan genting beton, batako dan konblok
	Teknik kimia	- plastik, bitumen, kertas, kayu lapis, cat, dll
Bahan bangunan logam	Logam mulia	- emas, perak, dsb
	Logam setengah mulia	- air raksa, nikel, kobalt, dll
	Logam biasa dengan berat > 3.0 kg/dm ³	- besi, plumbum, dll
	Logam mulia biasa dengan berat < 3.0 kg/dm ³	- aluminium, dsb
	Logam campuran	- baja, kuningan, perunggu, dll

Sumber: Frick, Heinz, dan FX. Bambang Suskiyatno. 1997. "Dasar-dasar eko-arsitektur." Dalam Seri Eko-Arsitektur 1, Semarang: Kanisius, hal. 109

Klasifikasi umum tentang bahan bangunan digolongkan atas bahan bangunan alam, bahan bangunan buatan, dan logam menurut tabel diatas. Bahan bangunan alam seperti batu alam, tanah liat, kayu, bambu, dan sebagainya pada umumnya manusia masih tahu cara penyediaannya, sedangkan pada bahan bangunan yang modern seperti

⁸⁰ Sumber: Frick, Heinz, dan FX. Bambang Suskiyatno. 1997. "Dasar-dasar eko-arsitektur." Dalam Seri Eko-Arsitektur 1, Semarang: Kanisius, hal. 109 - 112

tegel, keramik, pipa plastik, cat, perekat, dan sebagainya tidak ada yang mengetahui proses pembuatan campuran bahan mentahnya.

Karena penggolongan bahan bangunan ini juga kurang memperhatikan tingkat teknologi dan keadaan entropinya, serta pengaruhnya atas ekologi dan kesehatan manusia, maka lebih baik bahan bangunan digolongkan menurut penggunaan bahan mentah dan tingkat transformasinya sebagai berikut.

- Bahan bangunan alam yang dapat digunakan kembali ialah bahan bangunan yang tidak dapat dihasilkan lagi, tetapi dengan memperhitungkan kebutuhan, bahan tersebut dengan persiapan khusus dapat digunakan lagi, seperti misalnya:

Tanah, tanah liat, lempung, tras, kapus, batu kali, batu alam, dsb.

- Bahan bangunan buatan yang dapat didaur ulang (*recycling*) ialah bahan bangunan yang didapat sebagai:

Sampah, limbah, ampas, potongan, dan lainnya yang berasal dari perindustrian, misalnya:

Pembungkus / kemasan, kendaraan usang, roda kendaraan, serutan kayu, sisa material sintetis, kaca, seng (misalnya dari tempat bangunan yang lain) atau bermacam-macam kain.

Oleh karena itu tujuan pembangunan ekologis akhirnya berarti bahwa potongan, sampah, ampas, dan sebagainya di atas tidak akan terdapat lagi di dalam masyarakat yang hidup seimbang dengan lingkungan alamnya, maka golongan bahan bangunan ini akan hilang.

- Bahan bangunan alam yang mengalami perubahan transformasi sederhana ialah bahan bangunan yang disediakan secara industrial, seperti misalnya:

Batu buatan (batu merah) dan genting (genting flam dan genting pres) yang dibakar.

- Bahan bangunan yang mengalami beberapa tingkat perubahan transformasi. Ialah bahan bangunan seperti:

- Plastik dan bahan sintetis yang lain dan tentunya tidak dapat dinamakan 'ekologis'. Dengan keadaan iklim dan teknologi bangunan di Indonesia, misalnya, baik bahan plastik maupun bahan sintetis sebagai bahan bangunan sekitar 90% dapat diabaikan.
- Bahan bangunan komposit merupakan bahan bangunan yang tercampur menjadi satu kesatuan yang tidak dapat dibagi-bagikan lagi sebagai bagian bangunan seperti:
Beton, pelat serat semen, pelat serutan/tatal kayu semen, cat kimia, dan perekat.

Bahan bangunan yang ekologis memenuhi syarat – syarat berikut.

- | |
|---|
| - Eksploitasi dan pembuatan (produksi) bahan bangunan menggunakan energi sesedikit mungkin. |
| - Tidak mengalami perubahan bahan (transformasi) yang tidak dapat dikembalikan kepada alam. |
| - Eksploitasi, pembuatan (produksi), penggunaan, dan pemeliharaan bahan bangunan mencemari lingkungan sesedikit mungkin (keadaan entropinya serendah mungkin) |
| - Bahan bangunan berasal dari sumber alam lokal (ditempat dekat) |

Bahan bangunan yang ekologis selalu berkaitan dengan sumber alamnya sebagai berikut.

Eksplorasi	Kesinambungan
menghancurkan	Menjamin keseimbangan
Menghabiskan	Dicadangkan untuk masa depan
Tiada sisa	Hampir tiada kehabisan
Sumber terbatas	Sumber tidak terhingga
Dengan biaya besar	Selalu tumbuh lagi secara alami
Dapat dikembalikan atau	Dapat dibudidayakan dengan
Dapat dipugar	mudah
Baru sesudah waktu lama	Secara langsung atau tidak
Dapat dimanfaatkan lagi	langsung
Mengadakan regenerasi	Dapat digunakan lagi, resikling
Merusak kelestarian	Kultivasi mendukung alam
Dihisap sampai habis	Kerjasama dengan alam

Prinsip konstruksi dan bahan bangunan.

Kayu:⁸¹ kayu mempunyai kekuatan tarik dan tekan, dan secara struktural cocok untuk berperan sebagai elemen yang memikul beban jenis tekan aksial, tarik aksial, dan beban lentur. Penggunaannya secara meluas dalam arsitektur adalah pada bangunan berskala domestik dimana kayu digunakan untuk membuat rangka kerja struktur yang lengkap, serta untuk lantai dan atap pada struktur pasangan bata pemikul beban. Kaso, balok lantai, rangka, balok menerus, balok dengan berbagai jenis, lengkungan, *shell*, dan bentuk-bentuk lipatan semuanya talah dibuat dengan menggunakan kayu.

Kayu⁸² merupakan bahan bangunan untuk kusen, bingkai jendela, maupun bingkai sayap jendela. Hendaknya digunakan kayu yang kering, lurus, mudah dilem, dan mudah divernis atau dicat. Kayu yang dipilih harus padat dan keras (mutu kelas I), tahan rayap, sulit dinyalakan, dan aman jika terjadi kebakaran. Kayu merupakan bahan bangunan ekologis karena dapat dibudidayakan. Kayu yang digunakan terutama untuk sayap jendela harus kering.

Beton⁸³ dapat digunakan sebagai bahan konstruksi kusen prailang untuk jendela maupun pintu. Kusen beton prakilang menguntungkan terutama pada gedung umum karena kuat dan tahan terhadap rayap maupun kebakaran.

Logam: Baja⁸⁴ berbentuk lipatan pelat baja merupakan bahan bangunan yang dapat digunakan untuk kusen maupun sayap jendela terutama pada gedung umum karena kuat dan tahan terhadap rayap maupun kebakaran.

⁸¹ Macdonald, Angus J. 2002. Struktur dan Arsitektur edisi kedua. Jakarta: Erlangga. Hal. 23 - 24

⁸² Frick, Heinz, dan Koemartadi. 1999. Ilmu Bahan Bangunan. Yogyakarta: Kanisius. Hal. 17 - 34

⁸³ Ibid. Hal. 100-107, 147

⁸⁴ Ibid. Hal. 114 - 119

Alumunium⁸⁵, terutama sebagai alumunium campur magnesium dan silium (antrikodal) merupakan bahan bangunan logam untuk profil kusen maupun sayap jendela yang lebih mewah dari baja dan tahan karat.

Pasangan bata:⁸⁶ Volume bahan dalam struktur pasangan bata biasanya besar dan menghasilkan dinding dan kubah yang berperilaku sebagai penahan suhu, penyerap bunyi, dan pelindung cuaca yang efektif.

Satu-satunya kekurangan utama konstruksi pasangan bata adalah bahwa pembuatan struktur bentang horisontal seperti lengkungan dan kubah ini memerlukan tumpuan sementara sampai pembuatannya selesai.

Sifat-sifat lain dari bahan jenis pasangan bata adalah bahwa pasangan bata tahan lama dan dapat digunakan pada bagian dalam dan luar bangunan.

Dari prinsip konstruksi dan bahan bangunan diatas dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan kayu untuk konstruksi memang lebih tepat untuk konsep yang ekologis namun dengan perhatian dan pengolahan yang tepat sehingga dapat menghasilkan jenis kayu yang awet dan tahan lama.

3.5 Tata Ruang

Ruang memiliki panjang, lebar, dan tinggi; bentuk; permukaan; orientasi; dan posisi.⁸⁷ Ruang adalah wadah yang tidak nyata yang dapat dirasakan manusia, merupakan pandangan dari masing-masing individu melalui indera pengelihatan, penciuman, pendengaran dan penafsirannya.⁸⁸ Terdapat dua jenis ruang yaitu, ruang dalam dan ruang luar. Adanya ruang luar tercipta

⁸⁵ Ibid. Hal. 120 - 122

⁸⁶ Macdonald, Angus J. 2002. Struktur dan Arsitektur edisi kedua. Jakarta: Erlangga. Hal. 22 - 23

⁸⁷ Ching, F. D. 2000. Arsitektur Bentuk, Ruang dan Tatanan. Jakarta: Erlangga. Hlm. 3

⁸⁸ Prabawasari, Veronika Widi, dan Agus Suparman. 1999. Tata Ruang Luar 01. Diktat, Jakarta: Gunadarma. Hlm. 4

karena adanya beberapa faktor antara lain, adanya dinding, massa bangunan, atau tumbuhan.

3.5.1 Tata Ruang Dalam

Pada perencanaan tata ruang dalam yang dapat mempengaruhi perasaan terhadap pengguna dengan ketentuan; memperhatikan ukuran-ukuran pengguna atau manusia, indera penciuman, maupun indera perasa. Dan yang lebih penting adanya:

- pengaruh suhu
- gerak udara
- kebisingan
- penyilauan
- suhu cahaya
- keadaan permukaan
- bentuk ruang
- akustik/gaung
- ukuran ruang
- pencahayaan
- bau
- warna
- ruang tertutup/terbuka
- medan listrik/medan magnet

Ruang harus ditata sesuai dengan fungsinya, denah ruang dengan kemungkinan penataan yang baik dapat dilihat dari penempatan jendela dan pintu yang tepat, dengan kelebaran yang sesuai serta dengan kedalaman ruang yang memadai. Selain itu, penataan benda-benda perabot juga memiliki peran yang cukup penting dalam proses penataan ruang yang optimal. Benda-benda dalam ruangan haruslah memiliki tujuan, kegunaan atau fungsi yang jelas.⁸⁹

⁸⁹ Wilkening, F. 1987. Tata Ruang. Yogyakarta: Kanisius. Hlm. 23

3.5.1.1 Elemen Dasar Ruang Dalam

Desain ruang dalam yang dapat dikatakan koheren, fungsional, dan estetis membutuhkan penyelesaian problematika ruang yang logis dan kreatif. Unsur desain pada massa bangunan dengan konfigurasi yang benar yang memiliki elemen keseimbangan; garis, bentuk, bidang, ruang, cahaya, warna, pola, dan tekstur.⁹⁰

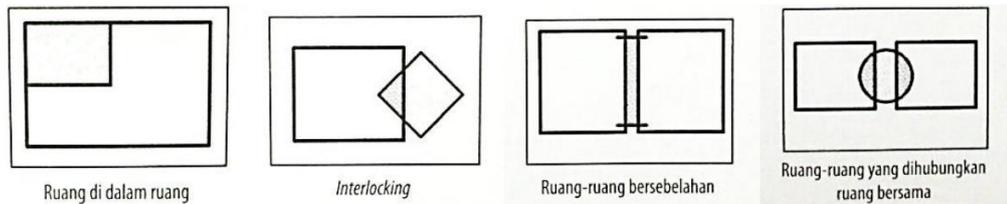
Garis, bentuk, dan bidang menjadi alat yang dapat membawa pergerakan mata sebagai alat optik ke dalam sebuah ruangan, yang kemudian diikuti oleh persepsi psikologis, tak hanya itu ruang dan cahaya adalah dua elemen yang penting. Secara visual, sebuah ruangan akan terlihat lebih luas ketika dilengkapi dengan pencahayaan yang baik. Kesan “ringan” juga dapat dibuat pada ruangan yang gelap dengan pilihan warna yang kreatif. Warna terang secara visual akan memperluas kesan ruang, sedangkan pilihan cat gelap akan menyerap cahaya dan memberikan suasana lebih nyaman untuk ruangan yang lebih baik. Harmonisasi dan keseimbangan dapat dicapai dengan menerapkan gabungan beberapa elemen dasar perancangan interior, yaitu garis, bentuk, bidang, ruang, cahaya, warna, pola, dan tekstur.⁹¹

3.5.1.2 Hubungan Ruang

Sebuah ruangan dalam gedung memiliki hubungan dengan beberapa ruang-ruang lainnya. Hubungan tersebut diatur dengan konsep hubungan ruang yang digunakan pada saat menentukan zonasi tata letak (*layout*) perancangan interior.

⁹⁰ Wicaksono, Andie A., dan Endah Tisnawati. 2014. Teori Interior. Jakarta Timur: Griya Kreasi. Hlm. 8

⁹¹ Ibid. Hlm. 8 - 9



Gambar 3. 12 Hubungan Antar Ruang

Sumber: Wicaksono, Andie A., dan Endah Tisnawati. 2014. *Teori Interior. Jakarta Timur: Griya Kreasi. Hlm.55*

Model hubungan antar ruang:

1. Ruang di dalam ruang
2. Sebuah ruang yang lebih kecil ukurannya dapat dimasukkan ke dalam sebuah ruangan yang lain, dengan syarat ruangan yang lebih besar ukuran luasnya harus lebih besar dua kali lipat dibandingkan ruangan yang lebih kecil
3. Ruang-ruang yang saling berkaitan (*interlocking*)
4. Dua buah ruangan dapat saling dihubungkan dengan keterkaitan dengan menggabungkan satu atau dua sisi kedua ruangan tersebut.
5. Ruang-ruang yang bersebelahan
6. Apabila luas kedua ruangan tersebut berukuran hampir sama besar, kedua ruangan ini dapat dihubungkan dalam bentuk ruang-ruang yang bersebelahan.
7. Ruang-ruang yang dihubungkan oleh sebuah ruang bersama
8. Dengan menghubungkan kedua ruangan dengan membuat sebuah ruangan lainnya yang berfungsi sebagai ruang bersama.

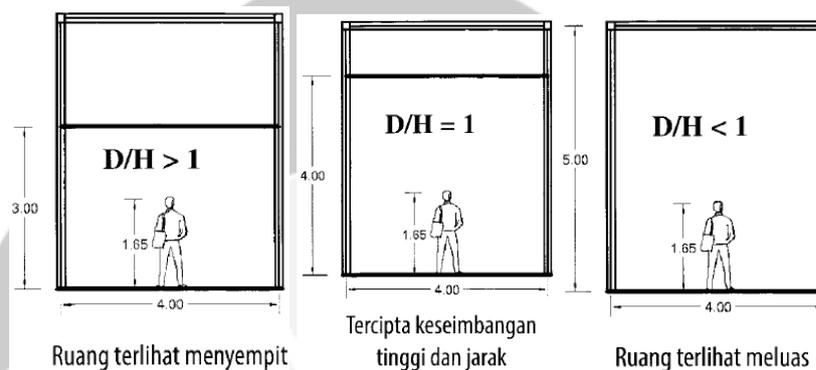
3.5.1.3 Konsep Visual Interior

Konsep visual untuk interior lebih menekankan pada indera pengelihatannya. Beberapa konsep visual interior, yaitu konsep D/H, konsep di dalam dan di luar, serta konsep melihat dari dalam dan dari luar.

Yoshinobu Ashihara menjelaskan bahwa komposisi D/H bergantung pada rasio perbandingan antara bidang atas dan tinggi

bidang di depannya. Proporsi tersebut menggunakan D untuk tinggi bidang depan dan H sebagai bidang alas, dengan perbandingan sebagai berikut.

- $D/H > 1$, ruangan akan terlihat sempit dan penuh sesak
- $D/H = 1$, sebuah keseimbangan tercipta antara tinggi dan jarak
- $D/H < 1$, ruangan terlihat menjadi lebih luas



Gambar 3. 13 Perbandingan Komposisi D/H

3.5.1.4 Konsep Skala

Pada saat mengukur besarnya suatu unsur secara visual, seseorang cenderung menggunakan unsur-unsur lain yang telah dikenal ukurannya dalam kaitannya sebagai alat pengukur. Hal tersebut dikenal sebagai unsur-unsur pemberi skala, yang dibedakan menjadi dua kategori.

- Skala umum, ukuran relatif sebuah unsur bangunan terhadap bentuk-bentuk lain di dalam lingkungannya
 - Skala manusia, ukuran relatif sebuah unsur bangunan atau ruang secara terhadap dimensi dan proporsi tubuh manusia.
- Sebuah konsesus bersama yang dapat dijadikan acuan adalah bahwa ukuran/skala untuk orang Asia didapatkan dengan mengurangi 10% dari ukuran standar International.

Standar Ergonomis Asia
= Standar Internasional - (10% x Standar Internasional)

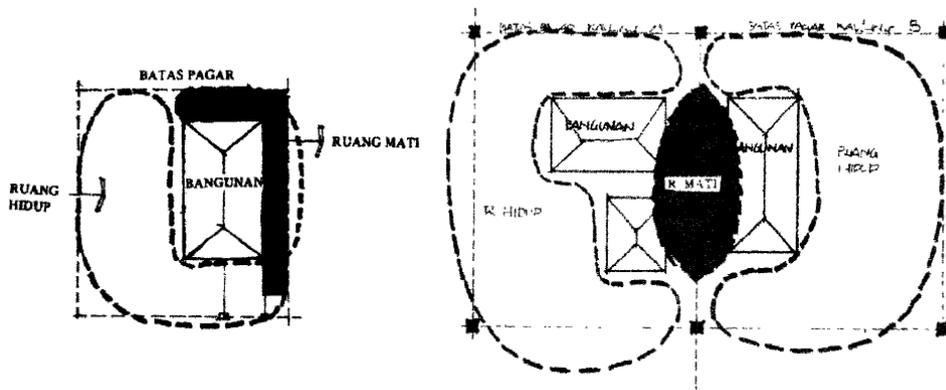
3.5.2 Tata Ruang Luar

Ruang yang terjadi dengan membatasi alam hanya pada bidang alas dan dindingnya, sedangkan atapnya dapat dikatakan tidak terbatas. Sebagai lingkungan luar buatan manusia, yang mempunyai arti dan maksud tertentu dan sebagian dari alam. Arsitektur tanpa atap, tetapi dibatasi oleh dua bidang: lantai dan dinding atau ruang yang terjadi dengan menggunakan dua elemen pembatas. Hal ini menyebabkan bahwa lantai dan dinding menjadi elemen penting di dalam merencanakan ruang luar.⁹²

Terjadinya Ruang Luar

A. Ruang Mati⁹³

Ruang yang terbentuk dengan tidak direncanakan, tidak terlengkap dan tidak dapat digunakan dengan baik (ruang yang terbentuk tidak dengan disengaja atau ruang yang tersisa). Ruang mati merupakan ruang yang terbuang percuma. Ruang tersebut tanggung bila digunakan untuk suatu kegiatan. Sebab terjadinya tidak direncanakan.



Gambar 3. 14 Ruang Hidup dan Ruang Mati

Sumber: Prabawasari, Veronika Widi, dan Agus Suparman. 1999. *Tata Ruang Luar 01*. Diktat, Jakarta: Gunadarma. Hlm. 6

Ruang mati yang terbentuk karena bangunan diletakkan tidak ditengah dan tidak juga ditepi, sehingga ruang yang tersisa hanya

⁹² Prabawasari, Veronika Widi, dan Agus Suparman. 1999. *Tata Ruang Luar 01*. Diktat, Jakarta: Gunadarma. Hlm. 5

⁹³ Ibid. 5 - 6

sedikit. Ruang mati terjadi pula karena adanya ruang yang terbentuk antara 1 atau lebih bangunan, yang tidak direncanakan khusus sebagai ruang terbuka

B. Ruang Terbuka⁹⁴

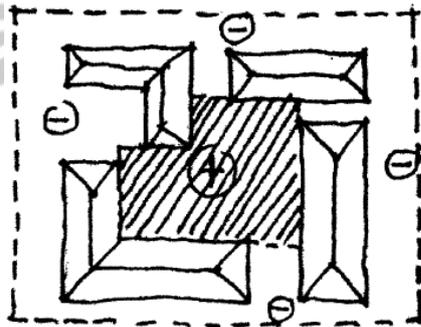
Merupakan salah satu wadah yang dapat menampung kegiatan aktivitas tertentu dari masyarakat baik secara individu atau secara berkelompok. Bentuk dari ruang terbuka sangat tergantung pada pola dan susunan massa bangunan. Batasan Pola Ruang Umum terbuka adalah:

- Bentuk dasar daripada ruang terbuka di luar bangunan
- Dapat digunakan oleh publik (setiap orang)
- Memberi kesempatan untuk macam-macam kegiatan

C. Ruang Positif⁹⁵

a) Ruang Positif

Merupakan suatu ruang terbuka yang diolah dengan perletakan massa bangunan atau obyek tertentu melingkupinya akan bersifat positif. Biasanya terkandung kepentingan dan kehendak manusia



Gambar 3. 15. Ruang Positif dan Ruang Negatif

Sumber: Prabawasari, Veronika Widi, dan Agus Suparman. 1999. *Tata Ruang Luar 01*. Diklat, Jakarta: Gunadarma. Hlm. 11

⁹⁴ Prabawasari, Veronika Widi, dan Agus Suparman. 1999. *Tata Ruang Luar 01*. Diklat, Jakarta: Gunadarma. Hlm. 7 - 10

⁹⁵ Ibid. Hlm. 10 - 11

b) Ruang Negatif

Merupakan ruang terbuka yang menyebar dan tidak berfungsi dengan jelas dan bersifat negatif. Biasanya terjadi secara spontan tanpa kegiatan tertentu. Setiap ruang yang tidak direncanakan, tidak dilingkupi atau tidak dimaksudkan untuk kegiatan manusia merupakan Ruang Negatif.

Dari teori diatas, dapat diketahui bahwa Ruang Luar dapat terjadi karena adanya ruang diantara susunan atau pola bangunan. Terdapat juga Ruang yang positif atau negatif hal tersebut dapat juga dimanfaatkan berdasarkan kebutuhan untuk menggunakannya.

Dari segi pendekatan arsitektur ekologi akan lebih maksimal dan lebih bermanfaat dapat dengan cara pengolahan yang tentunya dikaitkan dengan teori-teori sebelumnya, contohnya melakukan penanaman pohon sebagai pelindung atau pemecah angin yang menuju ke massa bangunan, atau juga sebagai peneduh atau penyaring panas yang menuju ke massa bangunan. Hal lain dapat difungsikan sebagai saluran air hujan untuk resapan, terkait sirkulasi udara maupun penghawaan, dan sebagainya. Dan tentunya harus 30% dari lahan bangunan untuk area terbuka hijau.

3.5.2.1 Fungsi Ruang Terbuka yang Ekologi

Menurut Ian C. Laurit, ruang-ruang terbuka dalam lingkungan hidup yaitu, Lingkungan alam dan manusia yang dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Ruang Terbuka sebagai sumber produksi, antara lain berupa hutan, perkebunan, pertanian, produksi mineral, peternakan, perairan (reservoir, energi), perikanan dan sebagainya.
2. Ruang Terbuka sebagai perlindungan terhadap Kekayaan Alam dan Manusia. Misalnya cagar alam berupa hutan, kehidupan laut/air, daerah budaya dan bersejarah.

3. Ruang Terbuka untuk Kesehatan, Kesejahteraan dan Kenyamanan, yaitu:

- a) Untuk melindungi kualitas tanah
- b) Pengaturan, pembuangan air, sampah dan lain-lain
- c) Memperbaiki dan mempertahankan kualitas udara
- d) Rekreasi, taman lingkungan, taman kota dan seterusnya

Fungsi Ruang Terbuka secara Ekologis, sebagai:

1. Penyegaran udara
2. Menyerap air hujan dan pengendalian banjir
3. Memelihara Ekosistem tertentu
4. Pelembut arsitektur bangunan

3.6 Green Building Council Indonesia

3.6.1 Tepat Guna Lahan

A. Area Dasar Hijau

Tujuan:

Memelihara atau memperluas kehijauan kota untuk meningkatkan kualitas iklim mikro, mengurangi CO₂ dan zat polutan, mencegah erosi tanah, mengurangi beban sistem drainase, menjaga keseimbangan neraca air bersih dan sistem air tanah.

Tolak Ukur:

Adanya area lansekap berupa vegetasi (softscape) yang bebas dari struktur bangunan dan struktur sederhana bangunan taman (hardscape) di atas permukaan tanah atau di bawah tanah.

- a. Untuk konstruksi baru, luas areanya adalah minimal 10% dari luas total lahan.
- b. Untuk renovasi utama (major renovation), luas areanya adalah minimal 50% dari ruang terbuka yang bebas basement dalam tapak.

Area ini memiliki vegetasi mengikuti Permendagri No 1 tahun 2007 Pasal 13 (2a) dengan komposisi 50% lahan tertutupi luasan

pohon ukuran kecil, ukuran sedang, ukuran besar, perdu setengah pohon, perdu, semak dalam ukuran dewasa, dengan jenis tanaman mempertimbangkan Peraturan Menteri PU No. 5/PRT/M/2008 mengenai Ruang Terbuka Hijau (RTH) Pasal 2.3.1 tentang Kriteria Vegetasi untuk Pekarangan.

Kriteria pemilihan vegetasi untuk RTH adalah sebagai berikut:

- a) Memiliki nilai estetika yang menonjol
- b) Sistem perakaran masuk ke dalam tanah, tidak merusak konstruksi dan bangunan
- c) Tidak beracun, tidak berduri, dahan tidak mudah patah, perakaran tidak mengganggu pondasi
- d) Ketinggian tanaman bervariasi, warna hijau dengan variasi warna lain seimbang
- e) Jenis tanaman tahunan atau musiman
- f) Tahan terhadap hama penyakit tanaman
- g) Mampu menyerap dan menyerap cemaran udara
- h) Sedapat mungkin merupakan tanaman yang mengandung kehadiran burung

JENIS TANAMAN:

RTH Jalur Hijau Jalan

Untuk jalur hijau jalan, RTH dapat disediakan dengan penempatan tanaman antara 20–30% dari ruang milik jalan (rumija) sesuai dengan kelas jalan. Untuk menentukan pemilihan jenis tanaman, perlu memperhatikan 2 (dua) hal, yaitu fungsi tanaman dan persyaratan penempatannya. Disarankan agar dipilih jenis tanaman khas daerah setempat, yang disukai oleh burung-burung, serta tingkat evapotranspirasi rendah.

Kriteria Vegetasi untuk Sabuk Hijau

Kriteria pemilihan vegetasi untuk RTH ini adalah sebagai berikut:

- Peredam kebisingan; untuk fungsi ini dipilih penanaman dengan vegetasi berdaun rapat. Pemilihan vegetasi berdaun rapat

berukuran relatif besar dan tebal dapat meredam kebisingan lebih baik.

- Ameliorasi iklim mikro; tumbuhan berukuran tinggi dengan luasan area yang cukup dapat mengurangi efek pemanasan yang diakibatkan oleh radiasi energi matahari.
- Penapis cahaya silau; peletakan tanaman yang diatur sedemikian rupa sehingga dapat mengurangi dan menyerap cahaya.
- Mengatasi penggenangan.

Tabel 3. 12 Contoh Tanaman untuk Sabuk Hijau yang Tahan Terhadap Penggenangan Air

Lama genangan (hari)	Jenis tanaman	
	Nama Lokal	Nama Latin
0 – 10	Sungkai, Jati Seberang	<i>Peronema canescens</i>
	Jati	<i>Tectona grandis</i>
	Dahat	<i>Tectona hamiltoniana</i>
10 – 20	Salam	<i>Eugeniua polyantha</i>
	Lantana Merah, Tembelekan	<i>Lantana camara</i>
	Balsa	<i>Orchoma lagopus</i>
	Cendana India	<i>Santaum album</i>
	Suren	<i>Toona sureni</i>
20 – 30	Gopasa	<i>Vitex gopassus</i>
	Kesumba Keling, Pacar Keling	<i>Bixa orellana</i>
	Kemlandingan	<i>Leucaena glauca</i>
30 – 40	Kayu Palele	<i>Castanopsis javanica</i>
	Trengguli, Golden Shower	<i>Cassia fistula</i>
	Dalingsem, Kayu Batu, Kayu Kerbau, Gia	<i>Homalium tomentosum</i>
40 – 50	Kedondong Bulan	<i>Canarium littoralle</i>
	Johar	<i>Cassia siamea</i>
	Keladan	<i>Dipterocarpus gracillis</i>
	Ampupu	<i>Eucalyptus alba</i>

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 05/PRT/M/2008 Tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan

Lama genangan (hari)	Jenis tanaman	
	Nama Lokal	Nama Latin
	Pinus Benquet	<i>Pinus insularis</i>
	Tusam	<i>Pinus merkusii</i>
	Wedang	<i>Pterocarpus javanicus</i>
	Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>
	Laban	<i>Vitex pubescens</i>
50 – 60	Weru, Kihiyang	<i>Albizia procera</i>
	Sonoleking	<i>Dalbergia sisso</i>
	Senon, Sengon Laut, Jeungjing	<i>Paraserianthes falcataria</i>
	Kosambi	<i>Schleichera oleosa</i>
60 – 70	Tekik	<i>Albizia lebbek</i>
	Kopi	<i>Coffea spp</i>
	Meranti tembaga	<i>Shorea leprosula</i>
70 – 80	Sonokeling	<i>Dalbergia latifolia</i>
	Meranti merah	<i>Shorea ovalis</i>
	Keluarga Mahoni	<i>Swietenia spp.</i>
90 – 100	Cemara laut	<i>Casuarina equisetifolia</i>
100 – 200	<i>Semar, Pendusta utan</i>	<i>Intsia bijuga</i>
	Kihujan	<i>Samanea saman</i>
300	Rengas	<i>Gluta renghas</i>

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 05/PRT/M/2008 Tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan

- Penahan angin; untuk membangun sabuk hijau yang berfungsi sebagai penahan angin perlu diperhitungkan beberapa faktor yang meliputi panjang jalur, lebar jalur.
- Mengatasi intrusi air laut; tanaman yang dipilih adalah yang daya evapotranspirasinya rendah. Pada daerah payau dapat dipilih pohon Mahoni (*Swietenia mahagoni*) dan Asam Landi (*Pithecolobium dulce*).
- Penyerap dan penepis bau; jalur pepohonan yang rapat dan tinggi dapat melokalisir bau dan menyerap bau. Beberapa spesies tanaman seperti Cempaka (*Michelia champaca*), Kenanga (*Cananga odorata*), dan Tanjung (*Mimosops elengi*) adalah tanaman yang dapat mengeluarkan bau harum.
- Mengamankan pantai dan membentuk daratan; sabuk hijau ini dapat berupa formasi hutan mangrove, yang telah terbukti dapat meredam ombak dan membantu proses pengendapan lumpur di pantai.

- Mengatasi penggurunan; sabuk hijau berupa jalur pepohonan yang tinggi lebar dan panjang, yang terletak di bagian yang mengarah ke hembusan angin, dapat melindungi daerah dari hembusan angin yang membawa serta pasir.

B. Pemilihan Tapak

Tujuan:

Menghindari pembangunan di area greenfields dan menghindari pembukaan lahan baru.

Tolak Ukur:

1A. Memilih daerah pembangunan yang dilengkapi minimal delapan dari 12 prasarana sarana kota.

1. Jaringan Jalan	7. Jaringan Fiber Optik
2. Jaringan Penerangan dan Listrik	8. Danau Buatan (minimal 1% luas area)
3. Jaringan Drainase	9. Jalur Pejalan Kaki Kawasan
4. STP Kawasan	10. Jalur Pemipaan Gas
5. Sistem Pembuangan Sampah	11. Jaringan Telepon
6. Sistem Pemadam Kebakaran	12. Jaringan Air Bersih

Atau

1B. Memilih daerah pembangunan dengan ketentuan KLB>3

2. Melakukan revitalisasi dan pembangunan di atas lahan yang bernilai negatif dan tak terpakai karena bekas pembangunan atau dampak negatif pembangunan.

C. Aksesibilitas Komunitas

Tujuan:

Mendorong pembangunan di tempat yang telah memiliki jaringan konektivitas dan meningkatkan pencapaian penggunaan gedung sehingga mempermudah masyarakat dalam menjalankan kegiatan sehari-hari dan menghindari penggunaan kendaraan bermotor.

Tolak Ukur:

1. Terdapat minimal tujuh jenis fasilitas umum dalam jarak pencapaian jalan utama sejauh 1500 m dari tapak.

1. Bank	11. Rumah Makan / Kantin
2. Taman Umum	12. Foto Kopi Umum
3. Parkir Umum (di luar lahan)	13. Fasilitas Kesehatan
4. Warung / Toko Kelontong	14. Kantor Pos
5. Gedung Serba Guna	15. Kantor Pemadam Kebakaran
6. Pos Keamanan / Polisi	16. Terminal / Stasiun Transportasi Umum
7. Tempat Ibadah	17. Perpustakaan
8. Lapangan Olah Raga	18. Kantor Pemerintah
9. Tempat Penitipan Anak	19. Pasar
10. Apotek	

2. Membuka akses pejalan kaki selain ke jalan utama di luar tapak yang menghubungkannya dengan jalan sekunder dan /atau lahan milik orang lain sehingga tersedia akses ke minimal tiga fasilitas umum sejauh 300 m jarak pencapaian pejalan kaki.
3. Menyediakan fasilitas/akses yang aman, nyaman, dan bebas dari perpotongan dengan akses kendaraan bermotor untuk menghubungkan secara langsung bangunan dengan bangunan lain, di mana terdapat minimal tiga fasilitas umum dan/atau dengan stasiun transportasi masal.
4. Membuka lantai dasar gedung sehingga dapat menjadi akses pejalan kaki yang aman dan nyaman selama minimum 10 jam sehari.

D. Lansekap pada Lahan

Tujuan:

Memelihara atau memperluas kehijauan kota untuk meningkatkan kualitas iklim mikro, mengurangi CO₂ dan zat polutan, mencegah

erosi tanah, mengurangi beban sistem drainase, menjaga keseimbangan neraca air bersih dan sistem air tanah.

Tolak Ukur:

1A. Adanya area lansekap berupa vegetasi (softscape) yang bebas dari bangunan taman (hardscape) yang terletak di atas permukaan tanah seluas minimal 40% luas total lahan. Luas area yang diperhitungkan adalah termasuk yang tersebut di Prasyarat 1, taman di atas basement, roof garden, terrace garden, dan wall garden, dengan mempertimbangkan Peraturan Menteri PU No. 5/PRT/M/2008 mengenai Ruang Terbuka Hijau (RTH) Pasal 2.3.1 tentang Kriteria Vegetasi untuk Pekarangan

Atau

1B. Bila tolok ukur 1 dipenuhi, setiap penambahan 5% area lansekap dari luas total lahan mendapat 1 nilai.

2. Penggunaan tanaman yang telah dibudidayakan secara lokal dalam skala provinsi, sebesar 60% luas tajuk dewasa terhadap luas area lansekap pada ASD 5 tolok ukur.

RTH Halaman Perkantoran, Pertokoan, dan Tempat Usaha

RTH halaman perkantoran, pertokoan, dan tempat usaha umumnya berupa jalur trotoar dan area parkir terbuka. Penyediaan RTH pada kawasan ini adalah sebagai berikut:

- 1) Untuk dengan tingkat KDB 70%-90% perlu menambahkan tanaman dalam pot
- 2) Perkantoran, pertokoan dan tempat usaha dengan KDB diatas 70%, memiliki minimal 2 (dua) pohon kecil atau sedang yang ditanam pada lahan atau pada pot berdiameter diatas 60 cm
- 3) Persyaratan penanaman pohon pada perkantoran, pertokoan dan tempat usaha dengan KDB dibawah 70%, berlaku seperti persyaratan pada RTH pekarangan rumah, dan ditanam pada area diluar KDB yang telah ditentukan.

E. Iklim Mikro

Tujuan:

Meningkatkan kualitas iklim mikro di sekitar gedung yang mencakup kenyamanan manusia dan habitat sekitar gedung.

Tolak Ukur:

1A. Menggunakan berbagai material untuk menghindari efek heat island pada area atap gedung sehingga nilai albedo (daya refleksi panas matahari) minimum 0,3 sesuai dengan perhitungan.

Atau

1B. Menggunakan green roof sebesar 50% dari luas atap yang tidak digunakan untuk mechanical electrical (ME), dihitung dari luas tajuk.

2. Menggunakan berbagai material untuk menghindari efek heat island pada area perkerasan non-atap sehingga nilai albedo (daya refleksi panas matahari) minimum 0,3 sesuai dengan perhitungan

3A. Desain lansekap berupa vegetasi (softscape) pada sirkulasi utama pejalan kaki menunjukkan adanya pelindung dari panas akibat radiasi matahari.

Atau

3B. Desain lansekap berupa vegetasi (softscape) pada sirkulasi utama pejalan kaki menunjukkan adanya pelindung dari terpaan angin kencang.

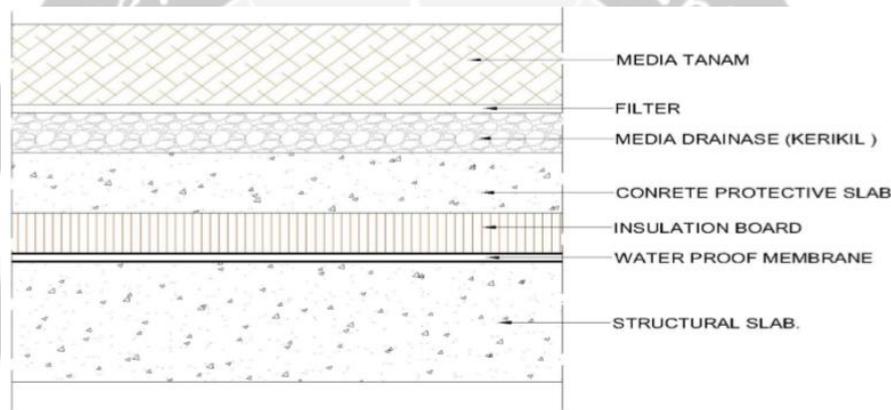
RTH dalam bentuk Taman Atap Bangunan (*Roof Garden*)

Pada kondisi luas lahan terbuka terbatas, maka untuk RTH dapat memanfaatkan ruang terbuka non hijau, seperti atap gedung, teras rumah, teras-teras bangunan bertingkat dan disamping bangunan, dan lain-lain dengan memakai media tambahan, seperti pot dengan berbagai ukuran sesuai lahan yang tersedia.

Lahan dengan KDB diatas 90% seperti pada kawasan pertokoan di pusat kota, atau pada kawasan-kawasan dengan kepadatan tinggi dengan lahan yang sangat terbatas, RTH dapat disediakan pada atap

bangunan. Untuk itu bangunan harus memiliki struktur atap yang secara teknis memungkinkan. Aspek yang harus diperhatikan dalam pembuatan taman atap bangunan adalah:

- 1) Struktur Bangunan
- 2) Lapisan Kedap Air (*waterproofing*)
- 3) Sistem Utilitas Bangunan
- 4) Media Tanam
- 5) Pemilihan Material
- 6) Aspek Keselamatan dan Keamanan
- 7) Aspek Pemeliharaan
 - Peralatan
 - Tanaman



Gambar 3. 16 Contoh Struktur Lapisan pada Roof Garden

Tanaman untuk RTH dalam bentuk taman atap bangunan adalah tanaman yang tidak terlalu besar, dengan perakaran yang mampu tumbuh dengan baik pada media tanam yang terbatas, tahan terhadap hembusan angin serta relatif tidak memerlukan banyak air.

Tabel 3. 13 Contoh Tanaman untuk Roof Garden

No.	Jenis dan Nama Tanaman	Nama Latin	Keterangan
I	Perdu/semak		
1	Akalipa merah	<i>Acalypha wilkesiana</i>	Daun berwarna
2	Nusa Indah merah	<i>Musaenda erytthrophylla</i>	Berbunga
3	Daun Mangkokan	<i>Notophanax scutelarium</i>	Berdaun unik
4	Bogenvil merah	<i>Bougenvillea glabra</i>	Berbunga
5	Azalea	<i>Rhododendron indicum</i>	Berbunga
6	Soka daun besar	<i>Ixora javonica</i>	Berbunga
7	Bakung	<i>Crinum asiaticum</i>	Berbunga
8	Oleander	<i>Nerium oleander</i>	Berbunga
9	Palem Kuning	<i>Chrysalidocaus lutescens</i>	Daun berwarna
10	Sikas	<i>Cycas revolata</i>	Bentuk unik
11	Alamanda	<i>Aalamanda cartatica</i>	Merambat berbunga
12	Puring	<i>Codiaeum varigatum</i>	Daun berwarna
13	Kembang Merak	<i>Caesalpinia pulcherima</i>	Berbunga
II	<i>Ground Cover</i>		
1	Rumput Gajah	<i>Axonophus compressus</i>	Tekstur kasar
2	Lantana ungu	<i>Lantana camara</i>	Berbunga
3	Rumput kawat	<i>Cynodon dactylon</i>	Tekstur sedang

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 05/PRT/M/2008 Tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan

3.6.2 Efisiensi dan Konservasi Energi

A. Pencahayaan Alami

Tujuan:

Mendorong penggunaan pencahayaan alami yang optimal untuk mengurangi konsumsi energi dan mendukung desain bangunan yang memungkinkan pencahayaan alami semaksimal mungkin.

Tolak Ukur:

Penggunaan cahaya alami secara optimal sehingga minimal 30% luas lantai yang digunakan untuk bekerja mendapatkan intensitas cahaya alami minimal sebesar 300 lux. Perhitungan dapat dilakukan dengan cara manual atau dengan software.

B. Ventilasi

Tujuan:

Mendorong penggunaan ventilasi yang efisien di area publik (non nett lettable area) untuk mengurangi konsumsi energi.

Tolak Ukur:

Tidak mengkondisikan (tidak memberi AC) ruang WC, tangga, koridor, dan lobi lift, serta melengkapi ruangan tersebut dengan ventilasi alami ataupun mekanik.

3.6.3 Konservasi Air

A. Daur Ulang Air

Tujuan:

Menyediakan air dari sumber daur ulang yang bersumber dari air limbah gedung untuk mengurangi kebutuhan air dari sumber utama.

Tolak Ukur:

Penggunaan seluruh air bekas pakai (*grey water*) yang telah di daur ulang untuk kebutuhan sistem *flushing* atau *cooling tower*.

B. Sumber Air Alternatif

Tujuan:

Menggunakan sumber air alternatif yang diproses sehingga menghasilkan air bersih untuk mengurangi kebutuhan air dari sumber utama.

Tolak Ukur:

1A. Menggunakan salah satu dari tiga alternatif sebagai berikut: air kondensasi AC, air bekas wudhu, atau air hujan.

atau

1B. Menggunakan lebih dari satu sumber air dari ketiga alternatif diatas

atau

- 1C. Menggunakan teknologi yang memanfaatkan air laut atau air danau atau air sungai untuk keperluan air bersih sebagai sanitasi, irigasi, dan kebutuhan lainnya.

C. Efisiensi Penggunaan Air Lansekap

Tujuan:

Meminimalisasi penggunaan sumber air bersih dari air tanah dan PDAM untuk kebutuhan irigasi lansekap dan menggantinya dengan sumber lainnya.

Tolak Ukur:

1. Seluruh air yang digunakan untuk irigasi gedung tidak berasal dari sumber air tanah dan /atau PDAM.
2. Menerapkan teknologi yang inovatif untuk irigasi yang dapat mengontrol kebutuhan air untuk lansekap yang tepat, sesuai dengan kebutuhan tanaman.

3.6.4 Kesehatan dan Kenyamanan dalam Ruang

A. Kendali Asap Rokok di Lingkungan

Tujuan:

Mengurangi tereksposnya para pengguna gedung dan permukaan material interior dari lingkungan yang tercemar asap rokok sehingga kesehatan pengguna gedung dapat terpelihara.

Tolak Ukur:

Memasang tanda “Dilarang Merokok di Seluruh Area Gedung” dan tidak menyediakan bangunan /area khusus untuk merokok di dalam gedung. Apabila tersedia, bangunan /area merokok di luar gedung, minimal berada pada jarak 5 m dari pintu masuk, *outdoor air intake*, dan bukaan jendela.

B. Pemandangan Keluar Gedung

Tujuan:

Mengurangi kelelahan mata dengan memberikan pemandangan jarak jauh dan menyediakan koneksi visual ke luar gedung.

Tolak Ukur:

Apabila dari *net lettable area* (NLA) menghadap langsung ke pemandangan luar yang dibatasi bukaan transparan bila ditarik suatu garis lurus.

C. Kenyamanan Visual

Tujuan:

Mencegah terjadinya gangguan visual akibat tingkat pencahayaan yang tidak sesuai dengan daya akomodasi mata.

Tolak Ukur:

Menggunakan lampu dengan iluminasi (tingkat pencahayaan) ruangan sesuai dengan SNI 03-6197-2011 tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan.

Tabel 3. 14 Tingkat Pencahayaan Rata – rata, Renderansi, dan Temperatur Warna yang Direkomendasikan

Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahayaan (Lux)	Kelompok Renderansi Warna	Temperature Warna		
			<i>Warm</i> <3300 Kelvin	<i>Warm White</i> 3300 Kelvin ~ 5300 Kelvin	<i>Cool Daylight</i> > 5300 Kelvin
Ruang Kelas	350	1 atau 2		*	*
Perpustakaan	300	1 atau 2		*	*
Laboratorium	500	1		*	*
Ruang Praktek Komputer	500	1 atau 2		*	*
Ruang Laboratorium Bahasa	300	1 atau 2		*	*
Ruang Guru	300	1 atau 2		*	*
Ruang Olah Raga	300	2 atau 3		*	*
Ruang Gambar	750	1		*	*
Kantin	200	1	*	*	
Resepsionis	300	1 atau 2	*	*	
Lobi	350	1	*	*	
Ruang Rapat	300	1	*	*	
Ruang Kantor Staff	350	1 atau 2		*	*
Kafetaria	200	1	*	*	
Dapur	300	1	*	*	
Ruang Rawat	250	1 atau 2		*	*
Ruang Operasi	300	1		*	*
Kamar Mandi & Toilet Pasien	200	2			*
Area Penjualan Kecil	300	1 atau 2		*	*
Area Penjualan Besar	500	1 atau 2		*	*
Area Kasir	500	1 atau 2		*	*
Gudang	100	3		*	*
Masjid	200	1 atau 2		*	
Koridor	100	1	*	*	
Pekerjaan Kasar	200	2 atau 3		*	*
Pekerjaan Menengah	500	1 atau 2		*	*
Pekerjaan Halus	1000	1		*	*
Pekerjaan Amat Halus	2000	1		*	*

Sumber: SNI 6197:2011 Konservasi energi pada sistem pencahayaan

CATATAN: 1. Tanda * dapat digunakan

2. Kelompok renderansi warna (1,2,3, dan 4)

Renderasi Warna:

Pengaruh suatu lampu kepada warna obyek akan berbeda-beda. Lampu diklasifikasikan dalam kelompok renderasi warna yang dinyatakan dengan Ra indeks sebagai berikut :

- (1) Pengaruh Warna, kelompok 1 : Ra indeks 81% ~ 100%
- (2) Pengaruh Warna, kelompok 2 : Ra indeks 61% ~ 80%
- (3) Pengaruh Warna, kelompok 3 : Ra indeks 40% ~ 60%
- (4) Pengaruh Warna, kelompok 4 : Ra indeks < 40%

D. Kenyamanan Termal

Tujuan:

Menjaga kenyamanan suhu dan kelembapan udara ruangan yang dikondisikan stabil untuk meningkatkan produktivitas pengguna gedung.

Tolak Ukur:

Menetapkan perencanaan kondisi termal ruangan secara umum pada suhu 25° C dan kelembapan relatif 60%

E. Tingkat Kebisingan

Tujuan:

Menjaga tingkat kebisingan di dalam ruangan pada tingkat yang optimal.

Tolak Ukur:

Tingkat kebisingan pada 90% dari *net lettable area* (NLA) tidak lebih dari atau sesuai dengan SNI 03-6386-2000 tentang Spesifikasi Tingkat Bunyi dan Waktu Dengung dalam Bangunan Gedung dan Perumahan (kriteria desain yang direkomendasikan).

Dalam hal ini sesuai dengan SNI 03-6386-2000 tentang Spesifikasi Tingkat Bunyi dan Waktu Dengung dalam Bangunan Gedung dan Perumahan oleh karena itu standar tingkat bunyi dan waktu dengung yakni sebagai berikut:

Tabel 3. 15 Standar Tingkat Kebisingan dan Waktu Dengung

Jenis Hunian	Tingkat Bunyi yang Dianjurkan		Waktu Dengung (T) yang Dianjurkan
	Baik (dBA)	Maksimum (dBA)	/detik
1	2	3	4
1. Bangunan Pendidikan			
Ruang Audio Visual	40	45	-
Kantin dan Pertokoan	40	50	Kurva 1
Ruang Kelas			
- Kelas Tersendiri	35	40	0,6 - 0,7
- Kelas Terbuka	40	4	0,5 - 0,6
Ruang Komputer			
- Kelas	40	50	0,4 - 0,6
- Praktek	45	55	0,4 - 0,6
Ruang Sidang	30	35	0,6 - 0,7
Koridor dan Lobi	45	50	-
Ruang Foto Kopi / Gudang	45	50	-
Bengkel Mesin	45	55	-
Ruang Konsultasi / Wawancara	40	45	-
Labroratorium			0,5 - 0,7
- Kelas	35	40	0,6 - 0,8
- Kerja	40	50	Kurva 1
Ruang Kelas s/d 50 kursi	30	35	Kurva 1
Ruang Kelas Besar			
- s/d 250 kursi	30	35	Kurva 1
- lebih dari 250 kursi	25	30	Kurva 1
Perpustakaan			
- Ruang Baca	40	45	-
- Ruang Buku	45	50	-
Ruang Kesehatan (P3K)	40	45	0,6 - 0,8
Ruang Kantor	40	45	0,4
Ruang Administrasi	35	40	0,6 - 0,8
Ruang Seminar	30	35	0,6 - 0,7
Ruang Kantor Umum	40	45	0,4
Toilet / Ruang Ganti / Kamar Mandi	45	55	
Ruang Pelajaran Tambahan / Tutor	30	35	0,6 - 0,7
Ruang Tunggu	45	60	-

(Sumber: SNI 03-6386-2000 tentang Spesifikasi Tingkat Bunyi dan Waktu Dengung dalam Bangunan Gedung dan Perumahan)