

## **BAB III**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORETIKAL**

#### **3.1. Tinjauan Arsitektur Bioklimatik**

Arsitektur Bioklimatik adalah suatu pendekatan desain yang mengarahkan arsitek untuk melakukan penyelesaian desain dengan mempertimbangkan hubungan antara bentuk arsitektur dengan lingkungan iklim suatu daerah. Pendekatan ini bertujuan untuk menyediakan kenyamanan baik secara termal maupun visual dengan menggunakan energi dari panas matahari dan energi alami lainnya, sehingga mengurangi dan menghemat konsumsi energi bangunan.

##### **3.1.1. Konsep Desain**

- **Kenyamanan Pengguna**

Salah satu elemen kunci dari desain bioklimatik yang tepat adalah penggunaan pencahayaan alami pada siang hari secara maksimal untuk memastikan pencahayaan ruang dalam yang memadai. Pengurangan atau bahkan penghapusan konsumsi listrik untuk pencahayaan buatan, untuk menghemat energi dan baik bagi konsumen maupun lingkungan. Pencahayaan alami harus dikontrol dengan hati-hati untuk menghindari efek silau dan panas berlebih.

Kandungan oksigen yang benar merupakan faktor penting lain dari iklim mikro dalam ruangan yang nyaman. Oleh karena itu, jumlah oksigen di lingkungan kawasan harus dikontrol dengan cermat. Namun, tingkat oksigen di ruang dalam gedung dapat ditingkatkan dengan mudah dengan merancang ventilasi dengan baik serta meletakkan banyak tanaman hijau ke dalam bangunan.

- **Integrasi Infrastruktur**

Menurut Ken Yeang, seluruh binaan lingkungan harus didasarkan pada integrasi dari apa yang disebut infrastruktur ramah lingkungan, yang menghormati ekologi pada semua tingkat yang memungkinkan dan oleh karena itu menjangkau lebih dari sekedar sederhana infrastruktur teknologi. Dalam lingkungan ada infrastruktur yang ramah lingkungan, yang dibagi menjadi empat kelompok, yaitu :

## 5. Hijau

Terkait dengan kompleksitas ekosistem, habitat alami, keanekaragaman hayati lingkungan, satwa liar, migrasi hewan dan tumbuhan, dan lain – lain.

## 6. Abu – Abu

Sistem teknik yang berorientasi pada energi berkelanjutan dan teknologi yang berdampak rendah terhadap lingkungan serta nol emisi CO<sub>2</sub>.

## 7. Biru

Masalah menyelamatkan sumber air murni di bumi ini adalah yang paling penting dan akibatnya penampungan air hujan serta daur ulang *grey water* dapat digunakan sebagai solusi.

## 8. Merah

Menyangkut semua pengaruh budaya manusia yang melibatkan budaya dan sosial norma dan peraturan hukum, tetapi juga harapan pengguna kontemporer tentang iklim mikro dalam ruangan, kenyamanan akustik dan visual, dan lain – lain.

### 3.1.2. Prinsip Desain

Prinsip desain bioklimatik menurut Yeang (1990) harus memperhatikan :

- **Penentuan Orientasi**

Orientasi bangunan sangat penting untuk menciptakan konservasi energi. Secara umum, susunan bangunan dengan bukaan menghadap utara dan selatan memberikan keuntungan dalam mengurangi insulasi panas.

Orientasi bangunan yang terbaik adalah meletakkan luas permukaan bangunan terkecil menghadap timur – barat memberikan dinding eksternal pada luar ruangan atau pada emperan terbuka.

- **Membuat Ruang Transisional**

Ruang transisional dapat diletakkan di tengah dan sekeliling sisi bangunan sebagai ruang udara. Ruang ini dapat menjadi ruang perantara

antara ruang dalam dan ruang luar bangunan. Ruang ini bisa menjadi koridor luar yang mampu menghambat transfer panas.

- **Desain Pada Dinding**

Desain pada dinding bisa berarti sebagai suatu lapisan yang berfungsi sebagai kulit pelindung bangunan. Material bangunan merupakan salah satu aspek dalam insulator panas. Penggunaan material yang tepat akan mengurangi panas yang masuk ke dalam bangunan.

- **Hubungan Terhadap *Landscape***

Lantai dasar bangunan tropis seharusnya lebih terbuka keluar dan menggunakan ventilasi yang alami karena hubungan lantai dasar dengan jalan juga penting.

Tumbuhan dan lanskap juga dapat digunakan tidak hanya untuk kepentingan ekologis dan estetik semata, tetapi juga membuat bangunan menjadi lebih sejuk. Mengintegrasikan antara elemen biotik tanaman dengan bangunan, dapat memberikan efek dingin pada bangunan dan membantu proses penyerapan O<sub>2</sub> dan pelepasan CO<sub>2</sub>.

- **Penggunaan Alat Pembayang Pasif**

Pembayang sinar matahari adalah pembiasan sinar matahari pada dinding yang menghadap matahari secara langsung (pada daerah tropis berada di sisi timur dan barat).

- **Bukaan Jendela**

Bukaan jendela sebaiknya menghadap ke arah utara atau selatan. Elemen *curtain wall* dapat dimanfaatkan pada fasad bangunan yang tidak mengarah langsung ke matahari. Sedangkan *shading* digunakan untuk menghindari radiasi matahari. Pemanfaatan ventilasi silang juga penting untuk mengalirkan udara segar pada daerah tropis.

- ***Open Plan***

Denah bangunan sebaiknya ditentukan juga dengan fungsi bangunan yang akan ditampung. Akan lebih baik terdapat ventilasi atau bukaan alami sebagai koneksi dari pintu masuk ke luar bangunan. Selain itu dapat sebagai pergerakan udara dan cahaya yang melewati bangunan.

## 3.2. Tinjauan Tata Ruang

### 1. Cahaya

Dengan menerobos ruang melalui jendela di dinding, atau melalui *skylight* di bidang atap, energi matahari yang bercahaya jatuh ke permukaan – permukaan di dalam ruangan, menghidupkan warna – warnanya, dan menampakkan teksturnya. Dengan pola cahaya dan bayangan yang tercipta inilah matahari menggerakkan ruang serta mengartikulasikan bentuk – bentuk di dalamnya. Melalui intensitas di dalam ruangan, energi dari matahari dapat memperjelas maupun mendistorsikannya. Warna dan kecerahaan cahaya matahari dapat menciptakan sebuah atmosfer yang ceria di dalam ruangan atau cahaya alami yang lebih redup perlahan membentuk suasana yang syahdu pada ruangan.

Karena intensitas cahaya yang dipancarkan matahari cukup dapat diprediksi, maka dampak visualnya terhadap permukaan, bentuk, serta ruang dapat dijadikan dasar dalam menentukan ukuran, lokasi, maupun orientasi *skylight* di dalam ruangan.

Ukuran jendela atau *skylight* mengendalikan banyaknya cahaya yang dapat diterima sebuah ruangan. Namun ukuran bukaan di dinding atau atap juga diatur oleh faktor – faktor selain cahaya, seperti material dan konstruksi dinding atau bidang atapnya, kebutuhan akan pemandangan, privasi visual, dan ventilasi, tingkat penutupan ruang yang dikehendaki dan dampak bukaan pada eksterior bangunan. Oleh karena itu, lokasi dan orientasi jendela atau *skylight* bisa jadi lebih penting dibandingkan ukurannya dalam menentukan kualitas cahaya alami.

Bukaan dapat diorientasikan untuk menerima cahaya matahari secara langsung dalam jangka waktu tertentu dalam satu hari. Cahaya matahari langsung memberikan tingkat penerangan yang tinggi, khususnya saat pada siang hari akan menciptakan pola terang dan gelap yang tajam pada ruangan dan secara tegas mengartikulasi bentuk ruangan tersebut. Dampak dari cahaya matahari langsung seperti silau dan panas yang berlebihan dapat dikendalikan oleh perangkat sirip matahari yang dibangun ke dalam bentuk bukaan atau

dimungkinkan melalui rerimbunan dari pohon ataupun struktur – struktur yang berdekatan.

Sebuah bukaan juga dapat diorientasikan menjauhi cahaya matahari langsung. Sebagai gantinya cahaya matahari dipantulkan dari jendela loteng yang merupakan sumber cahaya alami yang menguntungkan karena cukup konstan, bahkan waktu mendung dapat membantumelembutkan cahaya matahari langsung dan menyeimbangkan tingkat penerangan di dalam ruang.

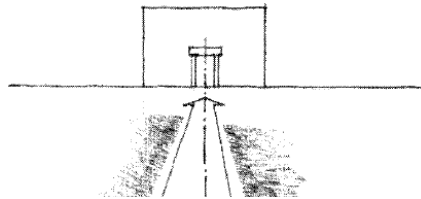
Lokasi bukaan mempengaruhi cara cahaya alami memasuki sebuah ruangan dan menerangi bentuk serta permukaannya. Jika diletakkan seluruhnya pada dinding, bukaan dapat terlihat seperti sebuah titik cahaya yang terang di atas permukaan yang lebih gelap. Kondisi ini dapat menimbulkan efek silau atau *glare*. Hal ini dapat diatasi dengan cara memasukkan cahaya ke dalam bangunan melalui dua arah.

Jika bukaan diletakkan di sepanjang tepi sebuah dinding atau pada sudut sebuah ruangan, cahaya alami yang masuk akan menerpa permukaan dinding yang bedekatan dan tegak lurus terhadap bidang bukaannya. Permukaan yang terpapar cahaya alami akan meningkatkan kualitas penerangan pada ruangan tersebut.

## 2. Pencapaian

- **Frontal**

Pencapaian frontal secara langsung mengarah ke pintu masuk sebuah bangunan melalui sebuah jalur garis lurus dan aksial. Ujung akhir visual yang menghilangkan pencapaian ini bisa berupa fasad depan bangunan atau pintu masuk yang mendetail di dalam bidang.

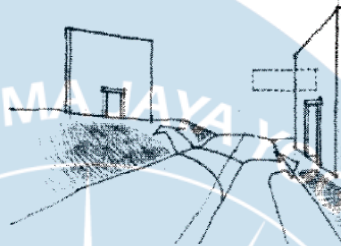


Gambar 3.1 Pencapaian Frontal

Sumber : Arsitektur Bentuk, Ruang, dan Tatanan

- **Tidak Langsung**

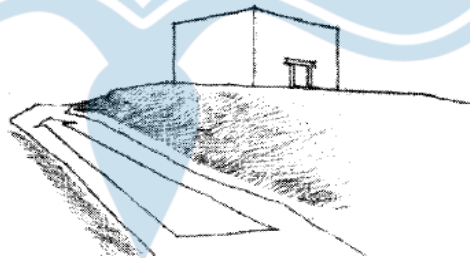
Menekankan efek perspektif pada fasad depan dan bentuk sebuah bangunan. Jalurnya dapat diarahkan kembali sekali atau beberapa kali untuk menunda dan melambatkan sekuen pencapaiannya. Jika sebuah bangunan dicapai dari sebuah sudut yang ekstrim, pintu masuknya dapat dibuat menjorok dari fasadnya agar lebih terlihat.



*Gambar 3.2 Pencapaian Tidak Langsung  
Sumber : Arsitektur Bentuk, Ruang, dan Tatahan*

- **Spiral**

Sebuah jalur spiral melambatkan sekuen pencapaian dan menekankan bentuk tiga dimensional sebuah bangunan sementara kita bergerak disepanjang kelilingnya. Pintu masuk bangunan ini bisa terlihat berulang kali pada waktu pencapaiannya untuk memperjelas posisinya, atau bisa disembunyikan hingga tiba di titik kedatangan.

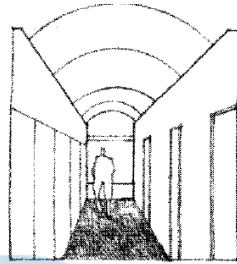


*Gambar 3.3 Pencapaian Spiral  
Sumber : Arsitektur Bentuk, Ruang, dan Tatahan*

### **3. Bentuk Ruang Sirkulasi**

- **Tertutup**

Membentuk suatu galeri publik atau koridor privat yang berhubungan dengan ruang – ruang yang dihubungkan melalui akses – akses masuk di dalam sebuah bidang dinding.

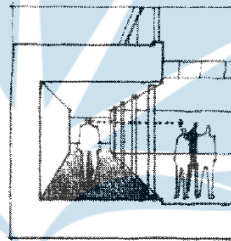


Gambar 3.4 Sirkulasi Tertutup

Sumber : *Arsitektur Bentuk, Ruang, dan Tatanan*

- **Terbuka pada Satu Sisi**

Membentuk sebuah balkon atau galeri yang menyajikan kemenerusan spasial dan visual dengan ruang – ruang yang dibungkusnya.

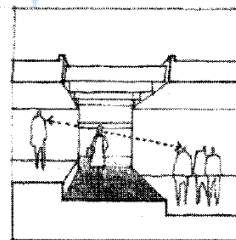


Gambar 3.5 Sirkulasi Terbuka pada Satu Sisi

Sumber : *Arsitektur Bentuk, Ruang, dan Tatanan*

- **Terbuka pada Kedua Sisi**

Membentuk jalur sesite berkolom yang menjadi penambahan fisik ruang yang dilaluinya.



Gambar 3.6 Sirkulasi Terbuka pada Kedua Sisi

Sumber : *Arsitektur Bentuk, Ruang, dan Tatanan*

### 3.3 . Kenyamanan Termal

#### 3.3.1. Kenyamanan Termal Dalam Ruang

Kenyamanan termal adalah kondisi dimana adanya kepuasan akan suhu suatu lingkungan. Ukuran kenyamanan yang dibutuhkan setiap orang berbeda – beda. Namun ada standar yang digunakan untuk menentukan kondisi kenyamanan termal dalam sebuah ruangan<sup>2</sup>.

Ada 6 faktor utama yang mempengaruhi kenyamanan termal, yaitu :

##### a. Tingkat Metabolisme

Proses metabolisme dalam tubuh manusia terjadi akibat aktivitas yang dilakukan. Semakin banyak aktivitas yang dilakukan semakin tinggi peningkatan metabolisme tubuh manusia karena semakin besar energi panas yang dihasilkan.

*Tabel 3.1 Penilaian Beban Kerja*  
*Sumber : Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*

<b>Beban Kerja</b>	<b>Suhu (°C)</b>
Ringan	37,5
Sedang	37,5 – 38
Berat	38 – 38,5
Sangat Berat	38,5 – 39
Sangat Berat Sekali	> 39

##### b. Pakaian

Manusia beradaptasi dengan lingkungannya melalui pakaian yang digunakan, menggunakan pakaian yang tipis saat musim panas dan menggunakan pakaian yang tebal pada saat musim dingin. Tetapi pakaian dapat menghambat pelepasan kalor pada tubuh manusia.

<sup>2</sup> ANSI / ASHRAE Standard 55 – 2004



Tabel 3.2 Nilai Insulasi Pakaian  
Sumber : ASHRAE

Garment Description	clo	Garment Description	clo
<i>Underwear</i>		<i>Trousers and Coveralls</i>	
Men's briefs	0.04	Short shorts	0.06
Panties	0.03	Walking shorts	0.08
Bra	0.01	Straight trousers (thin)	0.15
T-shirt	0.08	Straight trousers (thick)	0.24
Full slip	0.16	Sweat Pants	0.28
Half slip	0.14	Overalls	0.3
Long underwear top	0.2	Coveralls	0.49
Long underwear bottom	0.15	<i>Dresses and skirts</i>	
<i>Footwear</i>		Skirt (thin)	0.14
Ankle-Length athletic socks	0.02	Skirt (thick)	0.23
Calf-Length socks	0.03	Long-sleeve shirt dress (thin)	0.33
Knee socks (thick)	0.06	Long-sleeve shirt dress (thick)	0.47
Panty hose stockings	0.02	Short-sleeve shirt dress (thin)	0.29
Sandals	0.02	Sleeveless, scoop neck (thin)	0.23
Slippers	0.03	Sleeveless, scoop neck (thick)	0.27
Boot	0.1	<i>Sweaters</i>	
<i>Shirt and Blouses</i>		Sleeveless vest (thin)	0.13
Sleeveless	0.12	Sleeveless vest (thick)	0.22
Short sleeve, dresses	0.19	Long-sleeve (thin)	0.25
Long sleeve, dresses	0.25	Long-sleeve (thick)	0.36
Long sleeve, flannel shirt	0.34	<i>Sleepwear and Robes</i>	
Short sleeve, knit sport shirt	0.17	Sleeveless, short gown (thin)	0.18
Long sleeve, sweat shirt	0.34	Sleeveless, long gown (thin)	0.2
		Long-sleeve pajamas	0.57
		Short-sleeve pajamas	0.42

### c. Suhu Udara

Suhu udara di setiap daerah berbeda – beda. Penyebabnya antara lain : sinar matahari, ketinggian suatu tempat, arah angin, dan arus laut. Suhu udara sangat memengaruhi produktivitas manusia dalam melakukan kegiatan sehari – hari.

Batas – batas kenyamanan suhu udara untuk daerah khatulistiwa adalah 19°C TE (batas bawah) hingga 26°C TE (batas atas). Pada suhu batas atas hingga 30°C TE terjadi penurunan kinerja tubuh manusia. Saat suhu sudah mencapai 33,5°C TE, suhu mulai sulit diterima oleh tubuh manusia dan saat suhu mencapai 35°C TE sudah tidak bisa diterima oleh tubuh manusia.

Terdapat beberapa kondisi suhu kenyamanan termal pada bangunan bagi orang Indonesia (SNI 1993), antara lain :

1. Sejuk nyaman : 20.8°C – 22.8°C
2. Nyaman optimal : 22.8°C – 25.8°C
3. Hangat nyaman : 25.8°C – 27.1°C

#### d. Suhu Radiasi

Suhu radiasi adalah pemancaran gelombang elektromagnetik dari atom – atom pada objek yang ditarik oleh panas atau gelombang elektromagnetiknya. Semakin tinggi suhu semakin tinggi pula pancaran radiasi yang dihasilkannya. Contohnya cahaya inframerah yang ditimbulkan oleh sinar matahari yang kemudian diserap oleh bumi yang juga memancarkan radiasi yang dimilikinya.

#### e. Kecepatan Udara

Kecepatan udara pada iklim tropis cenderung rendah. Pergerakan udara biasanya terjadi pada siang hari. Pergerakan udara sangat membantu manusia dalam melepaskan kalor pada tubuhnya dengan cara mengangkat uap – uap air pada permukaan kulit yang menghambat pelepasan kalor dalam tubuh. Jika kecepatan udara terlalu tinggi maka kalor yang dilepaskan tubuh manusia terlalu banyak yang menyebabkan tubuh manusia kedinginan dan merasakan ketidaknyamanan termal.

Tabel 3.3 Klasifikasi Kecepatan Udara  
Sumber : [www.windows.ucar.edu](http://www.windows.ucar.edu)

No.	Kecepatan angin		Macam angin	Indikator di daratan
	(m/s)	(km/jam)		
1.	0,0 – 0,5	0 – 1	Reda	Tiap asap tegak
2.	0,6 – 1,7	2 – 6	Sepoi-sepoi	Tiang asap miring
3.	1,8 – 3,3	7 – 12	Lemah	Daun bergerak
4.	3,4 – 5,2	13 – 18	Sedang	Ranting bergerak
5.	5,3 – 7,4	19 – 26	Agak keras	Dahan bergerak
6.	7,5 – 9,8	27 – 35	Keras	Batang pohon bergerak
7.	9,9 – 12,4	36 – 44	Sangat keras	Batang pohon besar bergerak
8.	12,5 – 15,2	45 – 54	Ribut	Dahan patah
8.	15,3 – 18,2	55 – 65	Ribut hebat	Pohon kecil patah
9.	18,3 – 21,5	66 – 77	Badai	Pohon besar tumbang
10.	21,6 – 25,1	78 – 90	Badai hebat	Rumah roboh
11.	25,2 – 29,0	91 – 104	Taifun	Benda berat berterbangan
12.	> 29,0	> 105	Taifun hebat	Benda berterbangan sejauh beberapa kilometer

Tabel 3.4 Efek Kecepatan Udara

Deskripsi	m/s	km/h
Diam	0,0	0,0
Tidak terasa	0,1	0,4
Sedikit terasa	0,3	1
Sepoi – sepoi tenang	0,5	1,8
Sepoi – sepoi ringan	0,7	2,5
Rambut dan kertas bergerak	1	4
Angin berhembus agak kencang	1,4	5
Berhembus tidak nyaman	1,7	6
Berhembus mengganggu	> 2	> 6,5

#### f. Kelembaban

Kelembaban udara saling berbanding terbalik dengan suhu udara. Jika suhu udara tinggi maka kelembaban udara rendah. Begitu juga sebaliknya, jika suhu udara rendah maka kelembaban udara tinggi. Tetapi pada saat kelembaban udara tinggi, manusia sulit melepaskan kalor dari tubuhnya yang menyebabkan ketidaknyamanan termal dalam tubuh manusia. Terdapat 3 standar kenyamanan termal untuk kelembaban udara, yaitu :

1. Standar kelembaban udara relatif : 20% - 50% (Lippsmeier 1997)
2. Kelembaban udara sehat : 40% - 60% (MENKES 1998)
3. Kelembaban udara untuk orang Indonesia pada bangunan yang dikondisikan : 40% - 70% (SNI 1993)

#### 3.3.2. Air Change Rate (ACH)

Menurut Satwiko (2009) ACH adalah jumlah pergantian seluruh udara per jam dengan udara segar dari luar pada sebuah ruangan. ACH dipengaruhi oleh penempatan dan ukuran jendela juga ventilasi pada bangunan, arah, kecepatan, suhu, dan kelembaban dari udara pada luar bangunan. Standar kebutuhan ACH (EnREI, 1991) untuk memenuhi kebutuhan kenyamanan penghuni adalah sebesar 1 – 5 ACH.

### 3.3.3. Perpindahan Panas

Kalor berpindah dari suhu yang tinggi ke suhu yang rendah. Sama seperti penerapan pada bangunan, udara panas dari luar bangunan akan masuk ke dalam bangunan yang udaranya lebih sejuk. Macam – macam tipe perpindahan panas :

#### a. Konduktif

Perpindahan kalor yang terjadi akibat kontak langsung atau sentuhan antar permukaan benda. Contoh : pelepasan kalor pada tubuh melalui kulit yang berkeringat.

#### b. Konvektif

Perpindahan kalor yang terjadi melalui aliran angin atau air yang mengalir. Contoh : saat tubuh merasakan panas, maka tubuh akan berkeringat dan kemudian kita akan merasa sejuk saat ada aliran angin.

#### c. Radiatif

Perpindahan kalor yang terjadi akibat pancaran gelombang elektromagnetik tanpa melalui medium. Contoh : sinar radiasi matahari yang masuk ke dalam bangunan.

#### d. Evaporatif

Perpindahan kalor yang terjadi akibat adanya proses penguapan air pada tubuh manusia yang disebabkan oleh faktor kelembaban pada permukaan kulit. Jika kelembaban tinggi maka laju evaporasi akan melambat.