

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kenyamanan Termal

Temperatur dalam ruangan yang sehat berdasarkan MENKES NO.261/MENKES/SK/II/1998 adalah temperatur ruangan yang berkisar antara 18°C-26°C. Kenyamanan termal berhubungan dengan iklim dan kalor. Serta beberapa aspek lain yang dapat mempengaruhi kenyamanan termal, Berdasarkan standar yang ditetapkan oleh SNI 03-6572- 2001, tingkatan temperatur yang nyaman untuk orang Indonesia atas tiga bagian yang dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1** Batas kenyamanan termal SNI 03-6572-2001

	Temperatur Efektif (TE)	Kelembaban/RH (%)
Sejuk Nyaman	20,5°C - 22,8°C	50%
Ambang Batas	24°C	80%
Nyaman Optimal	22,5°C - 25,8°C	70%
Ambang Batas	28°C	
Hangat Nyaman	25,8°C - 27,1°C	60%
Ambang Batas	31°C	

Sumber: SNI (2001)

#### 2.2 Faktor Yang Mempengaruhi Kenyamanan Termal

Kenyamanan termal merupakan hal yang perlu dipertimbangkan saat melakukan aktivitas dalam ruangan, ada 6 faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal:

##### 2.2.1 Temperatur Udara

Menurut Muhammad dan Prianto (2016), bahwa temperatur nyaman untuk pibumi Indonesia adalah sejuk nyaman termpertatur antara 20,5°C sampai dengan 22,8°C (TE), nyaman optimal termpertatur antara 22,8°C sampai dengan 25,8°C (TE) dan hangat nyaman termpertatur antara 25,8°C sampai dengan 27,1°C (TE).

### 2.2.2 Temperatur Radiasi

Temperatur radian adalah panas yang beradiasi dari objek yang mengeluarkan panas. Temperatur radiant lebih memberikan pengaruh yang lebih besar dibandingkan temperatur udara dalam bagaimana kita melepas atau menerima panas dari atau kelingkungan (Susanti & Aulia, 2013).

### 2.2.3 Kecepatan Angin

Kecepatan angin merupakan faktor yang penting dalam kenyamanan termal. Hal ini di karenakan udara yang tidak bergerak dalam ruangan tertutup akan menyebabkan pengguna ruangan merasa kaku ataupun berkeringat. Kecepatan angin untuk kenyamanan dalam ruangan terdapat pada batas-batas kecepatan antara 0,1 m/detik sampai dengan 0,5 m/detik., apabila melebihi batas tersebut maka sensasi dikatakan tidak nyaman (Prianto & Depecker, 2002).

### 2.2.4 Kelembaban Udara

Kelembaban udara yang nikmat untuk tubuh berkisar 40-70%. Padahal di tempat-tempat seperti di tepi pantai, berkisar 80%-98%. Untuk itu diperlukan pengembangan lain demi rasa kenyamanan tubuh. bra).

### 2.2.5 Insulasi Pakaian

Kenyamanan termal sangat dipengaruhi oleh efek insulasi pakaian yang kita kenakan. Pakaian mengurangi pelepasan panas tubuh. Karena itu, pakaian diklasifikasikan berdasarkan pada nilai insulasinya. Nila insulasi pakaian dapat di lihat pada Tabel 2.

**Tabel 1** Nilai Insulasi Pakaian

Pria	Clo	Wanita	Clo
Singlet tanpa lengan	0,06	Pakaian dan celana dalam	0,05
Kaos berkerah	0,09	Rok dalam – setengah	0,13
Celana dalam	0,05	Rok dalam – penuh	0,19
Kemeja, ringan lengan pendek.	0,14	Blus – ringan	0,20 (a)
Kemeja, ringan lengan panjang.	0,22	Blus – berat	0,29 (a)
Waistcoat-ringan	0,15	Pakaian – ringan	0,22 (a,b)
Waistcoat-berat	0,29	Pakaian – berat	0,70 (a,b)
Celana – ringan	0,26	Rok - ringan	0,10 (b)
Celana – berat	0,32	Rok – berat	0,22 (b)
Sweater – ringan	0,20 (a)	Celana panjang wanita - ringan	0,26
Sweater – Berat	0,37 (a)	Celana panjang wanita - berat	0,44
Jacket – ringan	0,22	Sweater - ringan	0,17 (a)
Jacket – berat	0,49	Sweater - berat	0,37 (a)
Kaos tumit	0,04	Jacket - ringan	0,17
Kaos dengkul	0,10	Jacket - berat	0,37
Sepatu	0,04	Kaos kaki panjang	0,01
Sepatu bot	0,08	Sandal	0,02
		Sepatu	0,04
		Sepatu bot	0,8

Sumber: SNI (2001)

Catatan:

(a).Dikurangi 10% jika tanpa lengan atau lengan pendek.

(b).Ditambah 5% jika panjangnya dibawah dengkul, dikurangi 5% jika diatas dengkul.

### 2.2.6 Tingkat Metabolisme

Tingkat metabolisme merupakan panas yang dihasilkan di dalam tubuh sepanjang beraktivitas. Semakin banyak melakukan aktivitas fisik, semakin banyak panas yang dibuat. Semakin banyak panas yang dihasilkan tubuh, semakin banyak panas yang perlu dihilangkan agar tubuh tidak mengalami overheat. Metabolisme diukur dalam MET (1 MET = 58 W/m<sup>2</sup> permukaan tubuh). Manusia dewasa normal memiliki permukaan kulit 1,7 m<sup>2</sup> dan orang dalam kenyamanan termal dengan tingkat aktivitas 1 MET akan memiliki heat loss kira-kira 100W, Nilai Met dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3** Nilai MET berbagai Aktifitas

Jenis Aktivitas	W/m <sup>2</sup>	met
Beristirahat		
Tidur	40	0,7
Berbaring	45	0,8
Duduk	60	1
Berdiri	70	1,2
Berjalan (di lantai)		
0,89 m / s	115	2
1,34 m / s	150	2,6
1,79 m / s	220	3,8
Kegiatan Kantor		
Membaca, Duduk	55	1
Menulis	60	1
Mengetik	65	1,1
Pengarsipan, Duduk	70	1,2
Pengarsipan, berdiri	80	1,4
Jalan-jalan	100	1,7
Mengangkat / mengepak	120	2,1

Sumber: Susanti & Aulia (2013)

### 2.3 Rekayasa Termal Bangunan

Kenyamanan termal dipengaruhi oleh faktor klimatis dan fisiologis penghuni ruang, selain itu kenyamanan termal dapat dipengaruhi oleh kondisi dalam ruang maupun luar ruang, ketika sensasi termal dalam ruang semakin meningkat menuju tidak nyaman, suasana kegiatan di dalam ruang menjadi tidak kondusif. Kondisi termal dalam ruang yang semakin memburuk dapat dikendalikan dengan pendekatan mekanis yaitu menggunakan AC (*Air Conditioning*), namun untuk menggunakannya diperlukan biaya operasional yang tidak sedikit. Pendekatan kedua adalah mengkondisikan lingkungan di luar dan ventilasi bangunan secara alami dengan pendekatan arsitektural.

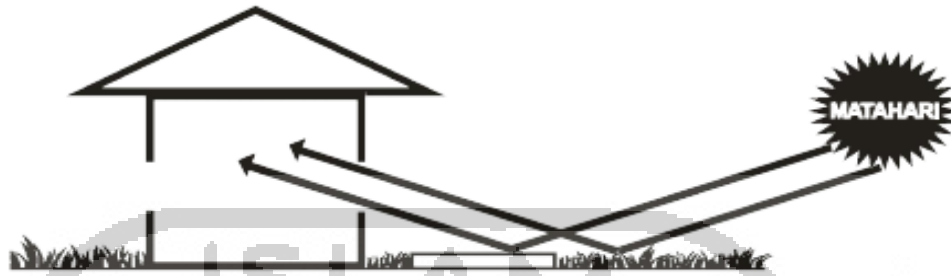
#### 1. Orientasi Bangunan

- Pelindung Radiasi Matahari

Apabila posisi bangunan pada arah Timur dan Barat tidak dapat dihindari, maka pandangan bebas melalui jendela pada sisi ini harus dihindari karena radiasi panas yang langsung masuk ke dalam bangunan (melalui bukaan/kaca) akan memanaskan ruang dan menaikkan temperatur udara dalam ruang. Di samping itu efek silau yang muncul pada saat sudut matahari rendah juga sangat mengganggu dan elemen arsitektur yang sering digunakan sebagai pelindung terhadap radiasi matahari.

- Penutup Tanah

Penutup tanah sangat penting dalam menentukan kualitas iklim site. Hal ini disebabkan penutup tanah akan mempengaruhi reflektivitas radiasi matahari yang jatuh ke site. Pada akhirnya reflektivitas radiasi matahari menyebabkan naik turunnya temperatur sekitar bangunan. Besaran reflektivitas penutup tanah mempengaruhi kondisi termal sekitar bangunan. Semakin besar reflektivitas penutup tanah semakin besar pula pengaruhnya terhadap kondisi termal. Reflektivitas kelembaban tanah dapat dilihat pada Tabel 4.



**Gambar 1** Permukaan Tanah Akan Menentukan Perolehan Panas Ruang Atau Bangunan.

Sumber: Sugini (2014)

**Tabel 4** Reflektivitas kelembaban

No	Material	Reflektivitas dalam %
1	Permukaan air laut	3-10
2	Daun Hijau	25-32
3	Lapangan Rumput	3-15
4	Rumput Kering	32
5	Tanah Berpasir	15-40
6	Kayu	5-20
7	Beton	30-50
8	Batu Bata	23-48
9	Batu	18
10	Salju Putih	75-95

Catatan: Reflektivitas tetap akan berbeda bila kelembaban dan sudut radiasi berbeda

Sumber: Evan (1980)

(Basaria, 2005) penelitian di Afrika selatan, pada ketinggian 1m di atas permukaan (beton) menunjukkan temperatur yang lebih tinggi sekitar 4°C dibandingkan temperatur pada ketinggian yang sama di atas permukaan rumput. Perbedaan ini menjadi sekitar 5°C apabila rumput tersebut terlindung dari radiasi matahari.

## 2. Ventilasi

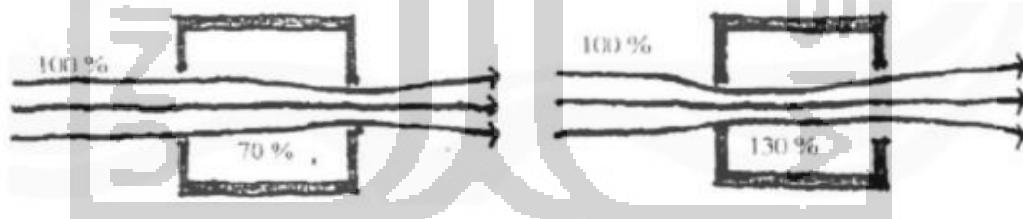
- Orientasi lubang ventilasi

Lubang ventilasi sebaiknya ditempatkan/diorientasikan untuk menghadap arah dimana arah angin utama menuju bangunan. Perletakan dan orientasi bukaan inlet terletak pada zona bertekanan positif dan bukaan outlet terletak pada zona bertekanan negatif dalam rangka untuk mengoptimalkan pergerakan udara

dalam sebuah bangunan. Perletakan dan orientasi bukaan Inlet tidak hanya mempengaruhi kecepatan udara, tetapi juga pola aliran udara dalam ruangan, sedangkan lokasi outlet hanya memiliki pengaruh kecil dalam kecepatan dan pola aliran udara.

- Posisi lubang ventilasi

Lubang ventilasi yang berfungsi untuk memasukkan udara (inlet) seharusnya ditempatkan dengan ketinggian manusia beraktifitas. Salah satu syarat untuk bukaan yang baik yaitu harus terjadi cross ventilation. Dengan memberikan bukaan pada kedua sisi ruangan maka akan memberi peluang supaya udara dapat mengalir masuk dan keluar. Sementara lubang ventilasi yang berfungsi mengeluarkan udara (outlet) sebaiknya diletakkan sedikit lebih tinggi (di atas ketinggian aktivitas manusia) agar udara panas dapat dikeluarkan dengan mudah tanpa tercampur lagi dengan udara segar yang masuk melalui inlet. Posisi lubang ventilasi semakin besar ukuran lubang ventilasi dan semakin banyak jumlahnya, maka semakin besar tingkat ventilasi yang terjadi dalam ruang atau bangunan tersebut. Rasio dimensi antara inlet dan outlet akan sangat berpengaruh dalam proses ventilasi



**Gambar 2** Perbedaan Dimensi Inlet dan Outlet Mempengaruhi Kecepatan Angin Pada Bangunan  
Sumber: Mediastika (2003)

Untuk menurunkan temperatur udara dalam ruangan diperlukan pergerakan angin yang masif, dengan adanya perbedaan bukaan antara inlet dan outlet, tekanan udaradiluar dan dalam ruangan berubah, sehingga udara dapat masuk ke dalam ruangan.

### 3. Elemen Arsitektur

- Pelindung matahari

Apabila posisi bangunan pada arah Timur dan Barat tidak dapat dihindari, maka pandangan bebas melalui jendela pada sisi ini harus dihindari karena radiasi panas yang langsung masuk ke dalam bangunan (melalui bukaan/kaca) akan memanaskan ruang dan menaikkan temperatur udara dalam ruang. Di samping itu efek silau yang muncul pada saat sudut matahari rendah juga sangat mengganggu. Gambar di bawah adalah elemen arsitektur yang sering digunakan sebagai pelindung terhadap radiasi matahari (solar shading devices)..



(1) Cantilever (Overhang)

(2) Louver Overhang (Horizontal)

Keterangan: (1) dan (2) Efektif digunakan pada bidang bangunan yang menghadap Utara-Selatan



(3) Panels (atau Awning)

(4) Horizontal Louver Screen

Keterangan: (3) dan (4) Efektif digunakan pada bidang bangunan yang menghadap Timur-Barat (juga mengurangi efek silau pada saat sudut matahari rendah)





(5) Egg Crate

(elemen horizontal dan vertikal)

(6) Vertical Louver

(bisa diputar arahnya)

Keterangan: (5) dan (6) Paling Efektif digunakan pada bidang bangunan yang menghadap Timur-Barat. Berfungsi juga sebagai 'Windbreak', penting untuk daerah yang mempunyai 'banyak' angin.

**Gambar 3** Elemen Arsitektur sebagai Pelindung Radiasi Matahari

Sumber: Egan (1975)

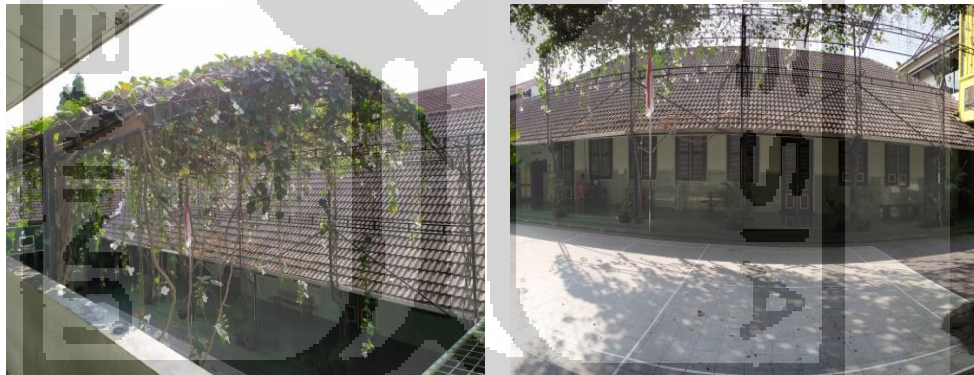
Efektifitas pelindung matahari dinilai dengan angka *shading coefficient* (S.C) yang menunjukkan besar energi matahari yang ditransmisikan ke dalam bangunan. Secara teori angka yang ditunjukkan berada pada angka 1,0 (seluruh energi matahari ditransmisikan, misalnya: penggunaan kaca jendela tanpa pelindung) sampai 0 (tidak ada energi matahari yang ditransmisikan). Di samping jenis pelindung yang digunakan (lihat Gambar 3 dan Tabel 5), material serta warna yang digunakan (Tabel 6), juga berperan dalam menentukan angka *shading coefficient* (S.C). Egan menunjukkan angka *shading coefficient* berdasarkan jenis pelindung pada Tabel 5.

**Tabel 5** Elemen Pelindung

No	Elemen Pelindung	Shading Coefficient
Elemen arsitektur (eksternal):		
1	Egg-Crate	0,10
2	Panel atau Awning (warna muda)	0,15
3	<i>Horizontal Louver Overhang</i>	0,20
4	<i>Horizontal Louver Screen</i>	0,60 – 0,10
5	<i>Cantilever</i>	0,25
6	<i>Vertical Louver</i> (permanen)	0,30
7	<i>Vertical Louver</i> (moevable)	0,15-0,10

Sumber: Egan (1975)

Angka-angka tersebut di atas menunjukkan Egg-Crate dan Vertical Louver (moevable) paling efektif digunakan sebagai pelindung matahari, hanya 10% energi matahari yang ditransmisikan ke dalam bangunan.



Pelindung radiasi matahari dirancang sebagai bagian/elemen arsitektur.

**Gambar 4** Contoh Pemanfaatan Pelindung Radiasi Matahari Pada Bangunan

Sumber: Foto Dokumentasi Hasil Penelitian Tugas Akhir (2019)

**Tabel 6** Hasil Pengurangan Panas dari Radiasi Matahari Masuk Melalui Jendela Kaca, Berkat Pembayang.

Jenis pembayangan: pembayang dicat pada sisi datangnya sinar	Berkurang bila dibandingkan dengan yang tidak dicat
1. Jalusi di luar 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. Markis dari kanvas, sisi samping terbuka, warna gelap sedang	25%
4. Jalusi model 'Venetian Blinds' di bagian dalam jendela. Kisi-kisi menghalangi penyinaran langsung. Bahan: aluminium yang memantulkan sinar secara difus.	45%
5. Penutup jendela, putih atau krem	55%
6. Penutup jendela rapat berwarna gelap	80%

Sumber: Mangunwijaya (1988)

#### 4. Elemen Lansekap

- Vegetasi

Di samping elemen arsitektur, elemen lansekap seperti pohon dan vegetasi juga dapat digunakan sebagai pelindung terhadap radiasi matahari. Keberadaan pohon secara langsung/tidak langsung akan menurunkan temperatur udara di sekitarnya, karena radiasi matahari akan diserap oleh daun untuk proses fotosintesa dan penguapan. Efek bayangan oleh vegetasi akan menghalangi pemanasan permukaan bangunan dan tanah di bawahnya.

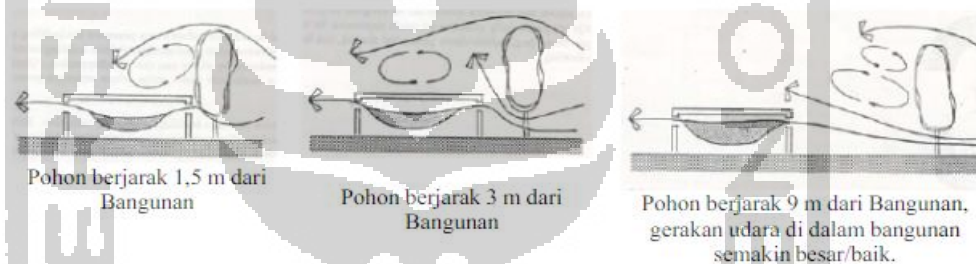
Lippsmeier memperlihatkan suatu hasil penelitian di Afrika selatan, pada ketinggian 1m di atas permukaan perkerasan (beton) menunjukkan temperatur yang lebih tinggi sekitar 4°C dibandingkan temperatur pada ketinggian yang sama di atas permukaan rumput. Perbedaan ini menjadi sekitar 5°C apabila rumput tersebut terlindung dari radiasi matahari. Efektifitas pemanfaatan pohon sebagai pelindung matahari juga dapat digambarkan dengan angka *shading coefficient* seperti Tabel 7.

**Tabel 7** *Shading Coefficient* untuk Elemen Lanskap

No	Elemen Pelindung	<i>Shading Coefficient</i>
	Elemen Lanskap	
1	Pohon Tua (dengan efek pembanyangan yang besar)	0,25-0,20
2	Pohon Muda (dengan sedikit efek pembanyangan)	0,60-0,50

Sumber: Egan (1975)

Pohon dan tanaman dapat dimanfaatkan untuk mengatur aliran udara ke dalam bangunan. Penempatan pohon dan tanaman yang kurang tepat dapat menghilangkan udara sejuk yang diinginkan terutama pada periode puncak panas. Menurut White R.F dalam *Concept in Thermal Comfort* (Egan, 1975) kedekatan pohon terhadap bangunan mempengaruhi ventilasi alami dalam bangunan.



Baik —————> Semakin Baik

**Gambar 5** Jarak Pohon

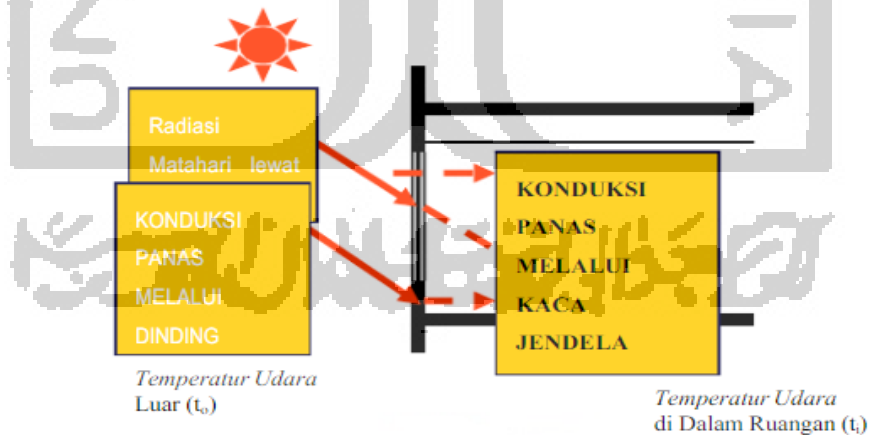
Sekumpulan pohon juga dapat dimanfaatkan sebagai 'windbreak' untuk daerah yang kecepatan anginnya cukup besar. Pohon sebagai 'windbreak' dapat mengurangi kecepatan angin lebih dari 35 % jika jaraknya dari bangunan sebesar 5 x tinggi pohon. Bangunan harus dirancang dimana kecepatan angin di daerah pedestrian dan bukaan kurang dari 10 mph (mil per jam). Untuk bangunan tinggi, pengujian dengan menggunakan model bangunan yang berskala untuk memprediksi kekuatan bangunan terhadap kecepatan angin seringkali harus dilakukan dengan menggunakan terowongan angin (wind tunnels). Di bawah ini menunjukkan bagaimana pengaruh kecepatan angin terhadap manusia pada Tabel 8.

**Tabel 8** Kecepatan Angin

Kecepatan angin (dalam mph)	Pengaruhnya terhadap manusia
0-2	Tidak ada angin
2-10	Angin terasa di wajah dan rambut
10-20	Debu naik, kertas terbang, rambut dan pakaian berantakan
20-25	Kekuatan angin terasa di tubuh
25-30	Payung susah digunakan
30-55	Susah berjalan, manusia terasa seperti didorong angin
55-100	Angin Topan/Badai, berbahaya bagi manusia dan struktur
>100	Kekuatan angin Tornado, sangat berbahaya bagi manusia dan struktur

5. Material/Bahan Bangunan

Panas masuk ke dalam bangunan melalui proses konduksi (lewat dinding, atap, jendela kaca) dan radiasi matahari yang ditransmisikan melalui jendela/kaca.

**Gambar 6** Proses konduksi

Radiasi matahari memancarkan sinar ultra violet (6%), cahaya tampak (48%) dan sinar infra merah yang memberikan efek panas sangat besar (46%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa radiasi matahari adalah penyumbang jumlah panas terbesar yang masuk ke dalam bangunan. Besar radiasi matahari yang ditransmisikan melalui selubung bangunan dipengaruhi oleh fasade bangunan yaitu perbandingan luas kaca dan luas dinding bangunan keseluruhan (wall to wall ratio), jenis dan tebal kaca yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9** Jenis Kaca

No	Jenis Kaca			<i>Shading Coefficient</i>
	Jenis Kaca	Warna	Tebal	
1	Kaca Bening	-	1/4 inci	0,95
	-	-	3/8 inci	0,90
2	Heat Absorbing glass	abu <sup>2</sup> , bronze, atau green tinted	1/16 inci	0,75
	-	-	1/2 inci	0,50
3	Revlective glass	dark gray metallized	-	0,35 s/d 0,20
	-	light gray metallized	-	0,60 s/d 0,35

Sumber: Egan (1975)

Radiasi matahari yang jatuh pada selubung bangunan dipantulkan kembali dan sebagian diserap. Panas yang terserap akan dikumpulkan dan diteruskan ke bagian sisi yang dingin (sisi dalam bangunan). Masing-masing bahan bangunan mempunyai angka koefisien serapan kalor (%) seperti terlihat pada Tabel 10. Semakin besar serapan kalor, semakin besar panas yang diteruskan ke ruangan. Warna juga berpengaruh terhadap angka serapan kalor. Warna-warna muda memiliki angka serapan kalor yang lebih sedikit dari pada warna tua. Warna putih memiliki angka serapan kalor paling sedikit (10%-15%), sebaliknya warna hitam dengan permukaan tekstur kasar dapat menyerap kalor sampai 95% seperti terlihat pada Tabel 11.

**Tabel 10** Radiasi Matahari dan Serapan Kalor

Permukaan Bahan	%
asbes semen baru	42-59
asbes semen sabgat (6 tahun terpakai)	83
Kulit bitumen/aspal	86
Kulit bitumen bila dicat alumunium	40
Genteng keramik merah	62-66
seng (baru)	64
seng (kotor sekali)	92
II. Solulose cat putih	18
Solulosa cat hijau	88
Solulosa cat merah	57
Solulosa cat hitam	94
Solulosa cat kelabu hitam	90

Sumber: Mangunwijaya (1988)

**Tabel 11** Koefisien serapan kalor berdasarkan warna

Permukaan	%
Dikapur putih (baru)	10-15
Dicat minyak (baru)	20-30
Marmer/Pualam putih	40-50
Kelabu madya	60-70
Batu bata, beton	70-75
Hitam mengkilat	80-85
Hitam kasar	90-95

Sumber: Mangunwijaya (1988)

Pengkondisian lingkungan di dalam bangunan secara arsitektural dapat dilakukan dengan mempertimbangkan perletakan bangunan (orientasi bangunan terhadap matahari dan angin), pemanfaatan elemen-elemen arsitektur dan lansekap serta pemakaian material/bahan bangunan yang sesuai dengan karakter iklim tropis panas lembab. temperatur di dalam ruangan dapat diturunkan beberapa derajat tanpa bantuan peralatan mekanis.

## 2.4 PMV & PPD

### 1. *Predicted Percentage of Dissatisfied (PMV)*

Nilai PMV menentukan jangkauan sensasi yang dirasakan orang terhadap lingkungan. Indeks PMV ini berkisar dari -3 (sangat dingin) sampai dengan +3 (sangat panas). Nilai nol adalah netralitas termal tapi bukan berarti kenyamanan termal. Persamaan PMV untuk kenyamanan termal merupakan steady-state model (ASHRAE, 1989)

### 2. *Predicted Mean Vote (PPD)*

PPD merupakan banyaknya orang (dalam presentase) yang tidak puas terhadap lingkungan. Semakin besar presentase PPD makin banyak yang tidak puas (ASHRAE, 1989)





## 2.5 Studi Terdahulu

Daftar penelitian-penelitian terdahulu yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 12.

**Tabel 12** Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Hasil
1	Hamzah, Mulyadi, dan Amin (2016)	Analisis Kenyamanan Termal Ruang Kelas Sekolah Dasar di Kota Makassar (Studi Kasus: SD Unggulan Toddopuli)	Menganalisis tingkat kenyamanan termal siswa di dalam ruang kelas sekolah dasar di Kota Makassar. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yang pengambilan datanya dilakukan melalui survei pada enam sekolah dasar terpilih.	hasil pengukuran dan analisis kenyamanan termal di SD Unggulan Toddopuli Kota Makassar dapat disimpulkan bahwa kondisi lingkungan termal berada di atas zona nyaman dengan rata-rata temperatur berkisar 30,30°C-33,5°C. Hal ini menjadi salah satu faktor penyebab banyaknya siswa yang merasa tidak nyaman, sehingga kebanyakan mereka menginginkan adanya penurunan temperatur yang bermuara pada sebagian besar tidak menerima kondisi termal ruang kelas. Selain hal tersebut mereka juga menginginkan adanya peningkatan kecepatan aliran udara di dalam ruang kelas. Guna mengurangi beban panas bagi siswa, disarankan untuk tidak menggunakan rompi selama berada di dalam ruang kelas.

Lanjutan Tabel 12

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Hasil
2	Basaria (2005)	Menciptakan Kenyamanan Termal Dalam Bangunan.	Membuat bangunan tersebut dirancang, memberikan rasa 'aman' (dari gangguan alam dan manusia/makhluk lain), serta memberikan 'kenyamanan'. Berada di dalam bangunan kita berharap tidak merasa kepanasan, tidak merasa kegelapan akibat kurangnya cahaya, dan tidak merasakan bising yang berlebihan. Setiap bangunan diharapkan dapat memberikan kenyamanan 'termal', 'visual' dan 'audio'.	Hasil penelitian menunjukkan kondisi ini kurang menguntungkan bagi manusia dalam melakukan aktifitasnya sebab produktifitas kerja manusia cenderung menurun atau rendah pada kondisi udara yang tidak nyaman seperti halnya terlalu dingin atau terlalu panas. Suhu nyaman thermal untuk orang Indonesia berada pada rentang suhu 22,8°C - 25,8°C dengan kelembaban 70%. Langkah yang paling mudah untuk mengakomodasi kenyamanan tersebut adalah dengan melakukan pengkondisian secara mekanis (penggunaan AC) di dalam bangunan yang berdampak pada bertambahnya penggunaan energi (listrik). Cara yang paling murah memperoleh kenyamanan thermal adalah secara alamiah melalui pendekatan arsitektur, yaitu merancang bangunan dengan mempertimbangkan orientasi terhadap matahari dan arah angin, pemanfaatan elemen arsitektur dan material bangunan, serta pemanfaatan elemen-elemen lansekap.

Lanjutan Tabel 12

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Hasil
3	Susanti & Aulia (2013)	Evaluasi Kenyamanan Termal Sekolah SMA di Negeri Kota Padang.	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi termal dan sensasi kenyamanan termal pada ruang kelas sekolah menengah di Padang.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum, kondisi termal di ruang kelas memiliki udara suhu dan suhu radiasi dari 27°C - 30°C, kelembaban udara dari 68% - 80%, dan kecepatan angin 0 m / s. PMV yang dihitung dari kondisi ini berkisar dari +1 sedikit hangat) hingga +2 (hangat) sementara PPD dihitung lebih besar dari 20%. Dibandingkan dengan yang dihitung Nilai PMV dan PPD, suara individu menunjukkan nilai dari +0,5 (netral) hingga +1 (sedikit hangat) sementara nilai-nilai PPD dari setiap suara lebih besar dari 20% kecuali untuk SMA 2 dan SMA 11 Padang. Disimpulkan bahwa perbaikan kondisi termal dalam ruangan harus dilakukan di dalam ruang kelas serta lansekap di luar untuk meningkatkan tingkat kenyamanan termal siswa selama belajar dan mengaja di kelas.

Lanjutan Tabel 12

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Hasil
4	Wong, Tan, Gabriela & Jusuf (2016)	Penilaian Kenyamanan Termal Dalam Ruang dari Bangunan Industri di Singapura.	Penelitian ini menyelidiki dan mengembangkan metode penilaian kenyamanan termal untuk bangunan industri berventilasi alami.	Penilaian kenyamanan termal bangunan industri harus didasarkan pada persamaan PMV seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 1. DBT adalah suhu udara dalam ruangan ( $^{\circ}$ C). Garis dasar DBT adalah $30^{\circ}$ C. ANGIN adalah kecepatan angin dalam ruangan (m / s). Nilai tersebut harus berasal dari hasil simulasi ventilasi dalam ruangan. Level PMV yang disarankan sebagai kriteria kelulusan minimum adalah PMV -1 hingga 1. PMV 0.8 diusulkan untuk kriteria kelulusan level yang lebih tinggi. Konsultan industri bangunan dapat mengusulkan metode inovatif untuk menurunkan DBT tanpa konsumsi energi tambahan.

Lanjutan **Tabel 12**

<b>No</b>	<b>Peneliti</b>	<b>Judul</b>	<b>Tujuan</b>	<b>Hasil</b>
5	Saleema, Rahmana, Alia & Ookawaraa (2013)	Studi Eksperimental tentang Kenyamanan Termal Kondisi di Sekolah Dasar Negeri yang Ada Bangunan di Mesir Hulu.	Penelitian ini membahas termal evaluasi kenyamanan untuk ruang kelas sekolah dasar negeri di Mesir. Diketahui bahwa sistem pendidikan sekolah dasar menangani siswa sedemikian sensitif namun menjanjikan usia saat mereka membentuk tonggak karakter mereka. Selain itu, anak-anak lebih banyak rentan daripada orang dewasa terhadap polutan lingkungan.	Sesuai dengan standar ASHRAE 55, kondisi kenyamanan berdasarkan operatif suhu dan kelembaban relatif diplot pada grafik psikometri untuk orang-orang mengenakan dua tingkat pakaian yang berbeda: 0,5 clo (khas untuk musim panas) dan 1,0 clo (khas untuk musim dingin).



*"Halaman ini sengaja dikosongkan"*