

BAB II KAJIAN TEORI

2.1 Tinjauan Pedoman Penelitian

2.1.1 Defenisi Lembab

Kelembaban merupakan suatu kondisi dimana terdapat banyak kondensasi air di atmosfer ataupun di udara yang biasanya dinyatakan dalam bentuk Persen. Kelembaban sendiri dapat dikatakan tinggi apabila terdapat banyak uap air di udara (Riyadi, 2018). Uap air sendiri dapat menyebabkan sejumlah besar air masuk ke udara yang dipengaruhi oleh suhu sekitar (Sari, 2020). Kelembaban juga merupakan komponen cuaca dan iklim yang paling penting yang mampu mempengaruhi kondisi thermal (Joko dan Winarno, 2019). Berdasarkan standard ASHRAE 55 (2010) sendiri menetapkan batas minimal dan maksimal kelembaban relatif yang mampu di terima oleh manusia yaitu, minimal 30% dan maksimal 60%. Dengan keterangan sebagai berikut:

Tabel 2.1 Rentang Kelembaban relatif berdasarkan standard ASHRAE 55

No	Rentang Kelembaban Relatif	Keterangan
1	Kurang dari 20%	Terlalu kering, tidak nyaman
2	20% - 30%	Kering, tidak optimal
3	30% - 60%	Rentang ideal untuk kenyamanan
4	60% - 80%	Lembab, tidak nyaman
5	Lebih dari 80%	Terlalu lembab, sangat tidak nyaman

Sumber: Penulis 2024

Kelembaban sendiri sangat berhubungan dengan suhu. Suatu kondisi dimana suhu udara sangat panas menjauhi tubuh akibat adanya sistem penguapan dalam skala besar. Dampak lainnya adalah detak jantung menjadi lebih cepat karena sirkulasi darah lebih aktif untuk memenuhi kebutuhan oksigen, dan tubuh selalu berusaha mencapai keseimbangan antara panas tubuh dan suhu lingkungan. pada bangunan tropis kelembaban merupakan kandungan air di udara yang mempengaruhi kenyamanan dan kesehatan penghuni serta kinerja bangunan. Kelembaban yang terlalu tinggi

dapat menimbulkan masalah seperti tumbuhnya jamur, korosi dan ketidaknyamanan bagi penghuni, sedangkan kelembaban yang terlalu rendah dapat menyebabkan kulit kering, iritasi mata, dan gangguan pernafasan. Dalam konteks lingkungan hidup tropis, pengendalian kelembaban yang baik sangat penting untuk menciptakan lingkungan yang sehat dan nyaman bagi penghuninya.

Dengan itu dapat di simpulkan bahwa kelembaban dapat dianggap sebagai parameter atmosfer yang mengindikasikan jumlah uap air yang terkandung di udara. Kondisi kelembaban ini sangat dipengaruhi oleh suhu lingkungan sekitar. Sebagai unsur vital dalam dinamika cuaca dan iklim, kelembaban memiliki peran yang signifikan dalam membentuk pola dan perubahan cuaca serta iklim di suatu wilayah ataupun suatu bangunan. Selain itu, kelembaban juga memiliki dampak yang tidak bisa diabaikan terhadap kesehatan dan kenyamanan manusia serta kinerja bangunan, terutama dalam lingkungan tropis. Tingkat kelembaban yang tidak seimbang dapat menyebabkan masalah seperti pertumbuhan jamur, korosi, ketidaknyamanan fisik, bahkan masalah kesehatan seperti iritasi kulit dan gangguan pernafasan. Oleh karena itu, pengelolaan dan pengendalian kelembaban menjadi sangat penting untuk menciptakan lingkungan yang sehat, nyaman, dan berkinerja baik bagi manusia dan bangunan dalam konteks lingkungan tropis.

2.1.2 Alat Ukur dan Prosedur Pengukuran Kelembaban Udara

Kelembaban sendiri dapat diukur dengan menggunakan Alat TM-188/TM-188D Heat Stress WBGT Meter alat ini adalah alat yang digunakan untuk mengukur berbagai parameter fisik yang terkait dengan kenyamanan termal, termasuk suhu bola bola basah (WBGT), suhu bola hitam (TG), kelembaban (% RH), suhu udara (TA), bola basah (BASAH), dan titik embun (DEW). Alat ini dilengkapi dengan sensor kapasitansi respons cepat yang memungkinkan pengukuran yang akurat dan juga cepat.

1. Fungsi Utama

Pengukuran WBGT: Alat ini dapat mengukur suhu bola bola basah (WBGT), yang menggambarkan efek kombinasi suhu, kelembaban, dan radiasi sinar matahari langsung atau terpancar pada kenyamanan termal.

- a) Pengukuran TG: Alat ini juga dapat mengukur suhu bola hitam (TG), yang menggambarkan suhu yang diukur oleh bola hitam dengan diameter 50mm.
- b) Pengukuran RH: Alat ini dapat mengukur kelembaban (% RH) yang berada di dalam ruangan.
- c) Pengukuran TA: Alat ini dapat mengukur suhu udara (TA) yang berada di dalam ruangan.
- d) Pengukuran BASAH: Alat ini dapat mengukur bola basah (BASAH) yang menggambarkan suhu bola yang terendam air.
- e) Pengukuran DEW: Alat ini dapat mengukur titik embun (DEW) yang menggambarkan suhu titik embun yang terjadi di dalam ruangan.



Gambar 2.1 Alat Ukur TM-188/TM-188D

Sumber : (Jual Tenmars TM-188 Heat Stress WBGT Meter Harga Murah Terbaru 2024, 2023)

2. Prosedur Pengukuran Kelembaban Udara

- a) Persiapan Alat: Pastikan alat TM-188/TM-188D dalam kondisi baik dan baterai yang cukup.
- b) Pengukuran: Tempatkan alat di lokasi yang akan diukur, dan pastikan bahwa alat berada di posisi yang stabil dan tidak terganggu.
- c) Pengaturan: Pilih unit suhu yang sesuai ($^{\circ}\text{C}$ atau $^{\circ}\text{F}$) dan atur alarm WBGT jika dibutuhkan.
- d) Pengukuran Data: Alat akan secara otomatis mengukur dan merekam data kelembaban udara, suhu udara, dan parameter lainnya.

- e) Penyimpanan Data: Data yang diukur dapat disimpan dan dilihat melalui layar LCD dengan lampu latar LED.
- f) Analisis Data: Data yang diukur dapat dianalisis untuk menentukan kenyamanan termal di dalam ruangan dan mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan.



Gambar 2.2 Prosedur Penggunaan Alat ukur WBGT
Sumber : (Teknik Industri UK. Petra, 2020)

2.1.3 Pengaruh Kelembaban terhadap Kenyamanan Termal

Kelembaban adalah Banyaknya uap air di udara yang dipengaruhi oleh suhu sekitar (Sari, 2020). Kelembaban merupakan salah satu para meter penting yang mempengaruhi kenyamanan thermal Meskipun jumlah uap air 2% dari massa bangunan (Joko dan Winarno, 2019). Kelembaban relatif yang tidak nyaman sendiri memiliki pengaruh yang signifikan terhadap lingkungan termal dan kenyamanan termal manusia. Antaralain yaitu:

a) Bagi Manusia:

1. Kelembaban relatif yang terlalu tinggi (di atas 70%) dapat menyebabkan rasa tidak nyaman, lengket, dan meningkatkan risiko pertumbuhan jamur dan bakteri (Szokolay, 2008).
2. Kelembaban relatif yang terlalu rendah (di bawah 30%) dapat menyebabkan masalah seperti kulit kering, iritasi mata, dan hidung tersumbat (Arundel et al., 1986).
3. Rentang kelembaban relatif yang nyaman untuk manusia secara umum adalah 30-60%, tergantung pada suhu udara dan aktivitas fisik (ASHRAE Standard 55-2013).

b) Bagi Bangunan

1. Kelembaban relatif yang tinggi dapat meningkatkan pertumbuhan jamur, bakteri, dan pelapukan pada bahan bangunan seperti kayu, dinding, dan permukaan lainnya (Viitanen & Ritschkoff, 1991).
2. Kelembaban relatif yang rendah dapat menyebabkan kerusakan pada material seperti kayu yang mengering dan retak, serta meningkatkan risiko muatan listrik statis (Akbari et al., 1993).

Berdasarkan penjelasan yang diberikan, dapat disimpulkan bahwa pengaruh kelembaban pada lingkungan termal adalah sebagai berikut: Kelembaban relatif yang terlalu tinggi (di atas 70%) dapat menyebabkan rasa tidak nyaman bagi manusia dan meningkatkan risiko pertumbuhan jamur dan bakteri pada bangunan. Di sisi lain, kelembaban relatif yang terlalu rendah (di bawah 30%) dapat menyebabkan masalah kesehatan seperti kulit kering, iritasi mata, dan hidung tersumbat, serta kerusakan pada material seperti kayu yang mengering dan retak. Rentang kelembaban relatif yang nyaman untuk manusia sendiri secara umum adalah 30-60%, tergantung pada suhu udara dan aktivitas fisik.

2.1.4 Indeks Kenyamanan Termal ASHRAE 55

Indeks Kenyamanan Termal (termal comfort index) adalah ukuran yang digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana suatu lingkungan termal memberikan kenyamanan bagi individu. Indeks Kenyamanan Termal ASHRAE, yang mengacu pada Standar ASHRAE 55, mempertimbangkan berbagai faktor seperti suhu udara, kelembaban relatif, kecepatan angin, Aktivitas fisik manusia untuk menentukan apakah kondisi dalam ruangan tersebut nyaman bagi penghuninya atau tidak. ASHRAE 55 menetapkan kriteria untuk menentukan rentang suhu dan kelembaban yang dianggap nyaman untuk berbagai jenis Aktivitas dan pakaian. Indeks Kenyamanan Termal ASHRAE 55 memainkan peran penting dalam

merancang sistem HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) untuk memastikan bahwa kondisi dalam ruangan sesuai dengan preferensi dan kenyamanan penghuninya. ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) adalah organisasi yang mengembangkan standar dan pedoman terkait dengan sistem penyediaan

kenyamanan termal dan kualitas udara dalam bangunan. Kenyamanan termal berdasarkan ASHRAE 55 diukur lewat nilai PMV (Predicted Mean Vote) dan PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) dalam lingkup ruang dalam.

Tabel 2.2 Standard Nilai Indeks ASHRAE 55 (PMV dan PPD)

NO	Kenyamanan Termal (Deskripsi)	PMV	PDD
1	Sangat Dingin	-3	100
2	Dingin	-2	90
3	Agak Dingin	-1	70
4	Netral	0	50
5	Agak Hangat	+1	30
6	Hangat	+2	10
7	Sangat Hangat	+3	5

SumSumbSumber : Standard 55 (ASHRAE, 2013)

Dengan catatan bahwa:

- Nilai PMV berkisar antara -3 hingga +3, dengan nilai negatif menunjukkan ketidaknyamanan dingin dan nilai positif menunjukkan ketidaknyamanan panas bagi manusia.
- PPD (%) adalah perkiraan persentase manusia yang mungkin merasa tidak nyaman dalam kondisi termal sesuai dengan nilai PMV yang terkait.

2.1.5 Keterkaitan Variabel Lembab Terhadap kenyamanan termal

Kelembaban udara merupakan salah satu parameter yang memiliki pengaruh yang signifikan, Terhadap perubahan kondisi kenyamanan termal manusia dikarenakan kelembaban yang terlalu tinggi maupun terlalu rendah mampu menimbulkan ketidaknyamanan termal yang signifikan Menurut Fanger (1970) pada kutipan jurnal (Tri & Karyono, 2010)

a) Suhu yang dirasakan

Kelembaban relatif memengaruhi cara kita memandang suhu. Kelembaban yang tinggi dapat membuat udara terasa lebih hangat

dari yang sebenarnya karena tubuh kita lebih sulit menguapkan keringat dalam kondisi lembap. Sebaliknya, kelembaban yang rendah dapat membuat udara menjadi lebih sejuk karena keringat lebih mudah menguap sehingga memudahkan proses pendinginan.

b) Rentang kenyamanan

kelembaban relatif memengaruhi suhu di mana orang merasa nyaman. Secara umum, orang merasa lebih nyaman dengan kelembaban relatif antara 30% dan 60%. Di luar kisaran tersebut, tingkat kenyamanan dapat menurun, dengan kelembaban yang tinggi menyebabkan ketidaknyamanan karena sesak dan kelembaban rendah menyebabkan ketidaknyamanan karena kekeringan.

c) Efek kesehatan

Tingkat kelembaban relatif yang ekstrem dapat menimbulkan dampak kesehatan yang memengaruhi kenyamanan termal. Kelembaban yang tinggi dapat memperburuk masalah pernafasan dan mendorong tumbuhnya jamur dan lumut, yang dapat menyebabkan ketidaknyamanan dan gangguan kesehatan. Kelembaban yang rendah dapat menyebabkan kulit kering, iritasi saluran pernapasan, dan meningkatkan kerentanan terhadap infeksi saluran pernapasan.

d) Perilaku Adaptif

Manusia menyesuaikan perilaku dan pilihan pakaiannya berdasarkan kelembaban relatif untuk menjaga kenyamanan termal. Misalnya, pada hari-hari yang lembab, orang mungkin memilih pakaian yang lebih ringan dan menyerap keringat serta mencari lingkungan yang tetap nyaman. Sebaliknya, pada hari-hari kering, orang mungkin mengenakan pakaian berlapis untuk menahan panas tubuh dan menggunakan pelembab udara untuk menambah kelembaban udara dalam ruangan.

e) Performa dan kinerja

kelembaban relatif juga dapat memengaruhi produktivitas dan kinerja. Tingkat kelembaban yang tinggi dapat menyebabkan

kelelahan dan mengganggu fungsi kognitif, sedangkan tingkat kelembaban yang rendah dapat menyebabkan ketidaknyamanan dan gangguan, yang keduanya dapat memengaruhi multitasking. Sehingga Secara umum, dapat disimpulkan bahwa kelembaban relatif juga sangat memberi dampak buruk terhadap kenyamanan termal suatu bangunan

2.1.6 Defenisi Kenyamanan Termal

Kenyamanan Thermal adalah suatu kondisi pikiran yang dapat dirasakan semua manusia, hasil pemikiran ini berkaitan erat dengan kepuasan manusia terhadap lingkungan sekitarnya (Nugroho, 2006). Sedangkan menurut (Profesor Fanger) mendefinisikan kenyamanan termal sebagai, keadaan di mana seseorang merasa nyaman dengan suhunya, sehingga tidak terlalu panas atau terlalu dingin. Begitu juga dengan (ASHARE) *The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineer* yang menyatakan bahwa, Kenyamanan termal adalah kondisi pikiran yang mengekspresikan kepuasan dengan lingkungan termalnya (ASHRAE 55, 2010).

Menetapkan rentang kondisi lingkungan dalam ruangan untuk mencapai kenyamanan termal yang dapat diterima oleh semua manusia. Dalam semua definisi tersebut, kenyamanan termal diartikan sebagai keadaan di mana seseorang merasa nyaman dengan kondisi termal di sekitarnya tanpa merasa terlalu panas, terlalu dingin, atau terlalu lembab. Definisi ini mencakup suhu, kelembaban, kecepatan pergerakan udara dan perlindungan dari sinar matahari berlebih dan dapat bervariasi sesuai dengan preferensi individu dan kondisi lingkungan. Berdasarkan standar ASHRAE 55, kondisi kenyamanan termal (thermal comfort) yang dapat diterima manusia diatur dalam rentang nilai tertentu. Antara lain yaitu:

Tabel 2.3 Parameter Dan Rentang Kenyaman Thermal Bagi Manusia

Para Meter	Rentang Kenyamanan
Temperatur Operatif (°C)	36 ° C – 38 ° C
Kelembaban Relatif (%)	30% - 60%
Kecepatan Udara (m/s)	0,2 m/s - 0,15
Intensitas Kegiatan (met)	1,0 - 1,3 met
Insulasi Pakaian (clo)	0,5 - 1,0 clo

Sumber : Standar ASHERAI 55, 2010

2.1.7 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Kenyaman Termal

Menurut Fanger (1982), kenyamanan termal mengacu pada tingkat metabolisme manusia yang dipengaruhi oleh faktor individu dan lingkungan. yang mempengaruhi produktivitas manusia di dalamnya. Kenyaman termal yang menjadi pertimbangan sekaligus tolak ukur pemilihan suatu bangunan yang terbentuk terhadap nilai-nilai berikut:

a) Faktor Iklim

1. Suhu Udara

Suhu udara adalah derajat panas dari Aktivitas molekul dalam atmosfer, atau udara yang timbul karena radiasi panas matahari. Yang mempengaruhi iklim setiap wilayah. Suhu udara merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi ketidaknyamanan, disaat suhu melewati ambang batas maksimum maka akan memberikan dampak ketidaknyamanan yang berlebihan. Indonesia dengan iklim tropis lembap sendiri memiliki batasan temperatur udara relatif panas yang mencapai nilai maksimum rata-rata 27°C-32°C, (Nasrullah et al 2015). dan menurut (ASHRAE) *The American Society of Heating, Refrigerating and Air- Conditioning Engineer* (ASERA I 55 2010) untuk kondisi suhu udara yang nyaman bagi manusia pada umumnya yaitu mencapai 36 – 38 ° C

2. Kelembaban

Kelembaban Merupakan jumlah uap air yang ada di udara.

Kelembaban ini memengaruhi pengendapan air dalam udara yang bisa berbentuk awan, kabut, embun, serta hujan. yang juga mampu membuat kondisi termal tidak nyaman standar idonesi juga memiliki nilai rata rata kelembaban yaitu 75%- 80%, dan berdasarkan para ahli kesehatan merekomendasikan tingkat kelembaban udara yang dapat diterima oleh manusia pada kisaran 45% - 65%, sebagai tingkat yang ideal. Bila kelembaban udara di dalam ruangan diatas 65% (RH), maka virus, jamur, tungau, lumut, dan bakteri yang menjadi pemicu alergi bagi penderita asma akan bertumbuh dengan pesat. Menurut menurut (ASHRAE) The American Society of Heating, Refrigerating and Air- Conditioning Engineer (ASERAI 55 2010) untuk kondisi kelembaban yang nyaman bagi manusia pada umumnya yaitu mencapai 30% - 60%

3. Kecepatan Angin

Menurut Suharyani (2018) angin adalah udara yang bergerak akibat dari rotasi bumi dan adanya perbedaan tekanan udara di sekitarnya. Kecepatan angin juga disebabkan oleh pergerakan angin dari tekanan tinggi ke tekanan rendah, biasanya karena perubahan suhu. Berdasarkan standart Standar SNI (1993) untuk kecepatan udara yang nyaman bagi manusia yaitu 0.25 - 0.5 V. Menurut menurut (ASHRAE) The American Society of Heating, Refrigerating and Air- Conditioning Engineer (ASERAI 55 2010) untuk kecepatan angin yang nyaman bagi manusia pada umumnya yaitu mencapai 0,2 m/s - 0,15 m/s.

4. Intensitas Cahaya

Atau pun Suhu radiasi adalah suhu dalam ruangan yang dipengaruhi oleh beberapa sumber panas disuatu lingkungan dan terjadi apabila terdapat sumber panas. Seperti Radiasi matahari yang cukup berpengaruh terhadap kenyamanan termal. Selain itu, dapat juga dipengaruhi oleh bahan bangunandan peralatan sekitar bangunan.

b.Faktor Individu

1. Aktivitas

Aktivitas yang dilakukan didalam ruang juga sangat mempengaruhi Menurut Fanger (1982), kenyamanan termal mengacu pada tingkat metabolisme kelembaban, kecepatan angin, dan intensitas cahaya. Sedangkan menurut menurut ASHARE (2013) menyatakan bahwa, kenyamanan termal adalah kondisi kepuasan dari pemikiran manusia sendiri terhadap lingkungan sekitarnya.

Tabel 2.4 Nilai metabolic Rate Aktivitas berdasarkan ASHARE 55

NO	Aktivitas	Met
1	Beristirahat	
	• Sedang Tidur	• 0.7
	• Berbaring	• 0.8
	• Duduk Tenang	• 1.0
	• Berdiri Santai	• 1.2
2	• 0,9 m/s, 3,2 km/jam,2,0 mph	• 2.0
	• 1,2 m/s, 4,3 km/jam,2,7 mph	• 2.6
	• 1,8 m/s, 6,8 km/jam,4,2 mph	• 3.8
3	Kegiatan kantor	• 1.0
	• Duduk membaca atau menulis	• 1.1
	• Mengetik	• 1.2
	• Pengarsipan, duduk	• 1.4
	• Pengarsipan, berdiri	• 1.7
	• Berjalan jalan	• 2.1

4	<p>Mengemudi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mobil • Pesawat terbang, tempur • Mengemudi kendaraan berat • Pekerjaan mesin ringan 	<ul style="list-style-type: none"> • 1.5 • 2.4 • 3.4 • 2.2
5	<p>Kegiatan Pekerjaan Lain</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memasak • Membersihkan rumah • Menggergaji • Membawa tas 	<ul style="list-style-type: none"> • 1,6 – 2.0 • 2.0 – 3,4 • 1,8 – 4.0 • 4.0
6	<p>Aneka kegiatan Rekreasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menari • Senam • Tenis • Bola basket • Gulat 	<ul style="list-style-type: none"> • 3,4 • 3,5 • 2,6 • 5,4 • 7.0

Sumber : Standard 55 (ASHRAE, 2013)

2. Insulasi Pakayan

oleh setiap orang umumnya sangat mempengaruhi kenyamanan termal seseorang saat berada di dalam suatu ruang, dikarenakan pakaian mempengaruhi tingkat pelepasan panas tubuh. seperti yang kita ketahui jika pakaian yang digunakan memiliki bahan yang tipis saat kita berada di kondisi ruang yang dingin, maka respon tubuh akan merasa lebih dingin dibandingkan dengan pakaian dengan bahan tebal begitu juga pada tingkat metabolisme manusia yang dipengaruhi oleh kegiatan, insulasi pakaian, temperatur udara, kelembaban, kecepatan angin, dan intensitas cahaya. dan menurut ASHARE (2013) yang menyatakan bahwa, kenyamanan termal adalah kondisi

kepuasan dari pemikiran manusia sendiri terhadap lingkungan sekitarnya. kenyamanan termal sendiri mampu mempengaruhi kenyamanan fisiologis seperti fisik, kesehatan pengguna yang dapat berbeda-beda pada setiap orang, pakaian dan Aktivitas yang dilakukan saat berada dalam ruang dalam ruang juga dapat menjadi pemicu ketidaknyamanan.

Tabel 2.5 standard nilai Clothing Insulation Value (clo) ASHARE 55

NO	Deskripsi	Clo
1	Celana pendek, kemeja lengan pendek	0.36
2	Pakaian musim panas	0.5
3	Rok selutut, bajulengan pendek, pakaian dalam	0.54
4	Celana panjang, kemeja lengan pendek, Kaus kaki, Sepatutan pakaian dalam	0.57
5	Celana panjang Baju lengan panjang	0.61
6	Rok selutut, baju lengan panjang, Full slip	0,67
7	Celana pendek, Kaus lengan panjang	0.74
9	Jaket ,Celana panjang,Kemeja lengan panjang	0,96
10	Pakaian musim dingin	1.0

Sumber : Standard 55 (ASHRAE, 2010)

2.1.7 Kenyaman Termal Dalam Arsitektur Tropis

Kenyaman Termal dalam arsitektur tropis merupakan aspek kunci dalam merancang bangunan yang sesuai dengan kondisi iklim. pentingnya kenyamanan termal dalam arsitektur tropis ditekankan sebagai salah satu aspek kunci yang harus dipertimbangkan dalam merancang bangunan di daerah tropis. Dikarenakan kondisi iklim tropis yang panas dan lembap dapat menyebabkan tantangan tersendiri dalam menciptakan lingkungan yang

nyaman bagi penghuninya. Indonesia merupakan bagian dari zona tropis yang menurut Karyono (2016) mempunyai iklim yang tinggi karena radiasi matahari yang jatuh ke permukaan hampir tegak lurus pada siang hari sepanjang tahun. Radiasi yang tinggi menyebabkan penguapan yang tinggi Indonesia. Beberapa strategi yang dapat digunakan untuk mencapai tingkat kenyamanan termal untuk bangunan tropis yaitu meliputi.

2.1.8 Strategi Desain untuk mencapai kenyamanan termal Arsitektur Tropis

Lembab

Berikut Merupakan beberapa strategi untuk mencapai kenyamanan thermal Arsitektur tropis lembaba.

a) Orientasi Bangunan

Orientasi bangunan berpengaruh signifikan terhadap kenyamanan termal bangunan yang beriklim tropis. Beberapa pengaruh orientasi sendi meliputi:

1. Pemanfaatan angin: Arah bangunan dapat dirancang sedemikian rupa sehingga menerima angin sejuk dari arah angin yang ada.
2. Pencegahan sinar matahari langsung: Arah bangunan juga sangat membantu menghindari sinar matahari langsung yang berlebihan, terutama pada siang hari. Hal yang dapat dicapai dengan penempatan jendela, Overhang atau tirai yang tepat.
3. Penyaringan cahaya matahari: Vegetasi, teralis atau elemen arsitektur lainnya dapat digunakan untuk menyaring sinar matahari untuk meminimalkan panas yang terserap ke dalam bangunan.
4. Material bangunan yang tepat: Faktor penting dalam menciptakan kenyamanan termal juga adalah pemilihan bahan bangunan dengan memiliki sifat termal yang baik, seperti batu bata, tanah liat atau bahan lain yang efektif menyerap dan melepaskan panas.
5. Tata letak bangunan: Selain orientasi, penempatan bangunan juga memegang peranan penting. Bangunan-bangunan dapat diatur sedemikian rupa untuk menciptakan sirkulasi udara

yang baik dan mengurangi efek panas dari permukaan tanah atau bangunan lain di sekitarnya.

6. Dengan memperhitungkan semua aspek ini dalam perencanaan dan desain, orientasi yang tepat dapat membantu menciptakan bangunan tropis yang nyaman, sehat, dan berkelanjutan bagi penghuninya.

b) Cross-Ventilation (ventilasi silang)

Ventilasi silang atau sirkulasi udara silang merupakan salah satu elemen kunci dalam menciptakan kenyamanan termal pada arsitektur tropis. Berdasarkan “Handbook of Tropical Living and Building”, berikut beberapa pengaruh ventilasi silang terhadap kenyamanan termal pada arsitektur tropis:

1. Pengaturan suhu: Berkat ventilasi silang, udara segar dapat masuk dan mengalir melalui bangunan sehingga membawa angin sejuk ke dalam ruangan. Hal ini membantu menurunkan suhu interior sehingga lebih nyaman bagi penumpang, terutama pada hari yang panas dan lembab.
2. Pengendalian kelembaban: Sirkulasi udara yang baik melalui ventilasi silang juga membantu mengatur kelembaban di dalam ruangan. Udara segar yang mengalir dapat memindahkan akumulasi kelembaban keluar dari gedung, mencegah kondensasi berlebihan dan pertumbuhan jamur.
3. Mengurangi kebutuhan akan pengkondisian udara buatan: Dengan menciptakan aliran udara alami melalui ventilasi silang, kebutuhan akan pengkondisian udara buatan dapat dikurangi atau bahkan dihilangkan. Hal ini mengurangi konsumsi energi dan biaya konstruksi
4. Penyaringan udara: Ventilasi silang juga dapat membantu menyaring kotoran di udara atau bahan kimia berbahaya, memungkinkan udara segar mengalir masuk dan udara tercemar keluar dari gedung.
5. Kenyamanan penghuni: Dengan meningkatkan sirkulasi udara

dan mengurangi kelembaban, ventilasi silang umumnya meningkatkan kenyamanan penghuni di bangunan tropis. Udara segar dan berkualitas tinggi membuat penghuninya merasa lebih segar dan produktif.

6. Dengan memperhatikan pentingnya cross-ventilation dalam perencanaan dan desain, arsitek dapat menciptakan bangunan tropis yang nyaman, sehat, dan berkelanjutan bagi penghuninya.

c) Penggunaan Material

Pemilihan material mempunyai pengaruh penting terhadap kenyamanan termal arsitektur tropis. Beberapa efek utama material terhadap kenyamanan termal dalam konteks ini adalah:

1. Sifat Termal: Material bangunan dapat memiliki konduktivitas termal yang berbeda, yang mempengaruhi seberapa cepat mereka menyerap atau melepaskan panas. Dalam iklim tropis, material dengan konduktivitas termal rendah, seperti batu bata, tanah liat, atau beton terisolasi, dapat membantu menjaga suhu dalam ruangan tetap stabil dan nyaman.
2. Penyerapan dan pelepasan panas: Beberapa bahan lebih baik dalam menyerap dan melepaskan panas secara bertahap. Misalnya, material dengan permukaan yang terang atau reflektif dapat mengurangi penyerapan panas dari sinar matahari, sedangkan material dengan massa termal yang tinggi, seperti batu atau tanah liat, dapat menahan panas di siang hari dan melepaskannya secara perlahan di malam hari, sehingga menjaga suhu tetap stabil di dalam ruangan.
3. Ventilasi: Bahan juga dapat mempengaruhi ventilasi alami di dalam gedung. Misalnya, bahan yang dapat menyerap keringat seperti bambu atau anyaman dapat digunakan untuk membuat dinding atau langit-langit yang memungkinkan udara segar lebih mudah masuk ke dalam ruangan.
4. Ketahanan lembab: Di lingkungan tropis lembab, penting untuk

memilih bahan yang tahan terhadap kelembaban dan tidak mudah busuk atau berjamur. Bahan seperti kayu keras, bambu yang dirawat dengan baik, atau bahan sintetis tahan air bisa menjadi pilihan yang baik.

5. Ketersediaan dan lokasi: Memilih material yang tersedia secara lokal juga dapat mengurangi biaya transportasi dan meningkatkan keberlanjutan proyek. Material lokal seringkali memiliki sifat yang cocok untuk iklim tropis dan dapat lebih mudah dimasukkan ke dalam desain arsitektur.

Dengan mempertimbangkan semua faktor ini dalam pemilihan material, arsitek dapat menciptakan bangunan tropis yang nyaman, efisien energi, dan berkelanjutan bagi penghuninya.

d) Atap Bertingkat

1. Pengaturan Sinar Matahari: Atap bertingkat dapat digunakan untuk mengontrol jumlah sinar matahari yang masuk ke dalam bangunan.
2. Ventilasi alami: atap bertingkat dapat meningkatkan ventilasi alami bangunan. Karena langit-langit bertingkat dirancang untuk memungkinkan udara hangat naik dan keluar melalui tingkat atas atap, sementara udara segar masuk melalui ventilasi di tingkat bawah, langit-langit bertingkat dapat menciptakan aliran silang yang membantu menjaga suhu interior nyaman.
3. Penyaringan panas: atap bertingkat dapat digunakan untuk menangkap panas yang dihasilkan oleh sinar matahari. Dengan memilih bahan atap dengan sifat isolasi termal yang baik untuk lapisan atas, atap bertingkat dapat membantu mengurangi perpindahan panas dari luar ke dalam dan menjaga suhu internal tetap konstan. dari.
4. Pemanenan air hujan: Atap bertingkat dapat digunakan untuk menampung air hujan, yang kemudian dapat digunakan untuk hal-hal seperti menyiram tanaman atau sistem air bersih.
5. Pemanfaatan Ruang: Atap bertingkat dapat memberikan

tambahan ruang yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, seperti taman atap, teras, atau ruang terbuka lainnya. Dengan menciptakan ruang tambahan di atap, atap bertingkat dapat membantu mengurangi beban panas di lantai bawah dengan memberikan area terbuka untuk sirkulasi udara dan pendinginan alami.

Dengan memperhitungkan semua aspek ini dalam perencanaan dan desain, atap bertingkat dapat menjadi elemen yang berkontribusi pada kenyamanan termal dan keberlanjutan bangunan tropis.

e) Penyaringan Cahaya Matahari

Penyaringan cahaya matahari memainkan peran penting dalam menciptakan kenyamanan termal dalam arsitektur tropis, beberapa pengaruhnya antara lain

1. Pengendalain suhu: Penyaringan sinar matahari membantu mengatur suhu dalam ruangan dengan mengurangi jumlah sinar matahari langsung yang masuk ke dalam ruangan. Hal ini mencegah kenaikan suhu berlebihan di dalam ruangan, terutama pada hari-hari panas, sehingga menciptakan lingkungan yang lebih nyaman bagi penghuninya.
2. Kurangi pemanasan: sinar matahari langsung yang masuk ke dalam ruangan dapat menyebabkan peningkatan suhu yang signifikan. Dengan menggunakan elemen filter seperti tirai, kerai atau kisi-kisi, pengguna dapat mengurangi jumlah sinar matahari yang masuk, sehingga mengurangi pemanasan akibat radiasi matahari.
3. Pengurangan silau: Terlalu banyak sinar matahari yang masuk ke dalam ruangan juga dapat menyebabkan silau yang mengganggu, terutama saat matahari terbit atau terbenam. Penyaringan sinar matahari membantu mengurangi intensitas cahaya yang masuk ke dalam ruangan dan menciptakan lingkungan yang lebih nyaman bagi penghuninya.
4. Pelestarian warna: Penyaringan sinar matahari juga membantu

melindungi furnitur, peralatan, dan bahan interior lainnya dari penuaan yang disebabkan oleh radiasi UV. Hal ini memungkinkan estetika ruangan dan material interior tetap terjaga dalam waktu yang lama.

5. Kualitas udara yang lebih baik: Filtrasi siang hari juga dapat meningkatkan kualitas udara dalam ruangan dengan mengurangi panas yang diserap oleh permukaan bangunan dan mengurangi kebutuhan akan AC buatan. Hal ini dapat menciptakan lingkungan yang lebih sejuk dan segar bagi penghuninya.

Dengan memperhitungkan pengaruh-pengaruh ini, arsitek dan perancang interior dapat merancang solusi penyaringan cahaya matahari yang sesuai dengan kebutuhan dan preferensi penghuni, menciptakan lingkungan yang nyaman, efisien energi, dan berkelanjutan dalam arsitektur tropis

f) Pemanfaatan Tanaman

Pemanfaatan tanaman merupakan salah satu hal yang penting dalam menciptakan kenyamanan termal dalam arsitektur tropis, beberapa pengaruh nya antara lain

1. Penggunaan Vegetasi untuk Penyaringan Cahaya Matahari: Tanaman yang dipilih dengan bijak dapat digunakan untuk menyaring sinar matahari yang masuk ke dalam bangunan.
2. Penggunaan Tanaman Peneduh: Tanaman yang ditempatkan di sekitar bangunan dapat memberikan perlindungan dari panas matahari langsung. Pohon yang besar dan rimbun dapat memberikan naungan yang efektif untuk bangunan.
3. Penggunaan Tanaman sebagai Penyaring Udara: Tanaman juga dapat berfungsi sebagai penyaring alami udara. Tanaman-tanaman tertentu memiliki kemampuan untuk menyerap polusi udara dan menjaga kualitas udara di dalam dan di sekitar bangunan
4. Penanaman Vegetasi untuk Peningkatan Ventilasi: Tanaman

yang ditempatkan strategis di sekitar bangunan dapat membantu meningkatkan aliran udara alami. Tanaman yang diletakkan di dekat jendela atau ventilasi dapat membantu mengarahkan angin masuk ke dalam bangunan.

5. Penggunaan Tanaman sebagai Penghalang Suara: Tanaman yang tumbuh subur dapat membantu mengurangi tingkat kebisingan dari luar bangunan. Mereka dapat bertindak sebagai penghalang alami untuk suara-suara yang tidak diinginkan.
6. Penggunaan Tanaman sebagai Penyerap Panas: Beberapa jenis tanaman memiliki kemampuan untuk menyerap panas dari lingkungan sekitarnya. Tanaman ini dapat ditempatkan di sekitar bangunan untuk membantu mengurangi suhu udara di sekitarnya.

Dengan memanfaatkan tanaman secara cerdas dalam desain bangunan tropis, bukan hanya menciptakan lingkungan yang lebih nyaman secara termal, tetapi juga mempromosikan keberlanjutan lingkungan dengan mengurangi kebutuhan akan pendinginan buatan dan memperbaiki kualitas udara.

g) Atap Berlapis

pemanfaatan atap berlapis untuk menciptakan kenyamanan termal di lingkungan tropis biasanya merujuk pada penggunaan atap ganda atau atap berstruktur ganda.

1. Atap ganda untuk isolasi termal: Konsep atap ganda melibatkan penggunaan dua lapisan atap dengan ruang udara di antara keduanya. Ruang udara ini berfungsi sebagai isolator termal, mengurangi perpindahan panas dari atap luar ke ruang di bawahnya. Hal ini membantu menjaga suhu di dalam gedung lebih stabil dan nyaman.
2. Langit-langit berlapis untuk ventilasi alami: Langit-langit berlapis juga dapat dirancang untuk memfasilitasi ventilasi alami. Misalnya, atap yang memiliki celah atau celah antar lapisan dapat memungkinkan udara melewati ruang tersebut. Hal ini

membantu mengurangi panas yang terperangkap di bawah atap dan meningkatkan sirkulasi udara di dalam gedung.

3. Penggunaan bahan atap reflektif: Salah satu lapisan atap dapat dibuat dari bahan yang memiliki kemampuan memantulkan sinar matahari yang tinggi. Hal ini membantu mengurangi penyerapan panas dari langit-langit dan mengurangi perpindahan panas ke ruang di bawahnya.
4. Atap berlapis melindungi dari kondisi cuaca ekstrem: Di daerah tropis, sering kali bangunan perlu dilindungi dari hujan lebat dan angin topan. Menggunakan atap multi-lapis, terutama jika salah satu lapisannya sangat kedap air, dapat meningkatkan perlindungan terhadap kondisi cuaca ekstrem tersebut.

Dengan menggunakan atap berlapis yang dirancang dengan baik, tidak hanya menciptakan kenyamanan termal di lingkungan tropis, namun juga meningkatkan efisiensi energi dan menjaga kelestarian lingkungan.

h) Penggunaan Air

Pemanfaatan air untuk menciptakan kenyamanan termal di lingkungan tropis biasanya dikaitkan dengan konsep pendinginan evaporatif. Seperti

1. Membuat kolam atau Air mancur, hal ini dapat mengambail suhu udara panas yang berada disekitarnya sehinga dapat mewujudkan kenyamanan termal suhu yang lebih baik
2. Sistem Pendinginan Evaporatif, yaiitu pemakaian beberapa alat elektonik ataupun yang sudah bersifat canggih seperti seperti air conditioning evaporatif atau cool towers. Hal ini dapat menurunkan suhu udara dalam bangunan yang lebih efisien daipada pendingin udara konvensional
3. Sistem Penyiraman Tanaman: Menyiram tanaman di sekitar bangunan juga dapat membantu menurunkan suhu udara melalui pendinginan evaporatif. Air yang disemprotkan ke tanaman menguap dan menyerap panas dari udara sekitar,

sehingga menciptakan lingkungan yang lebih sejuk

4. Penggunaan air hujan: Mengumpulkan dan menggunakan air hujan untuk pendinginan evaporatif atau menyiram tanaman juga merupakan cara berkelanjutan untuk menciptakan kenyamanan termal. Hal ini membantu mengurangi ketergantungan pada sumber air yang langka dan mengurangi jejak karbon.
5. Merancang kolam dan air terjun: Lansekap di sekitar bangunan dengan kolam besar atau air terjun juga dapat membantu mengurangi suhu udara dan menciptakan lingkungan yang lebih ramah terhadap panas

Penggunaan air dalam desain bangunan di kawasan tropis tidak hanya menciptakan lingkungan yang lebih sejuk dan nyaman bagi penghuninya, namun juga berkontribusi dalam penghematan energi dan perlindungan lingkungan.

i) Pengaturan Ruang Dalam Bangunan

Kenyamanan termal ruang interior di kawasan tropis seringkali dicapai melalui penggunaan strategi desain yang mempertimbangkan arah angin, sinar matahari, vegetasi, dan bahan bangunan.

1. Orientasi Bangunan

Sehingga dapat mengoptimalkan beberapa energi yang akan masuk kedalam bangunan yang cukup secara termal nya.

2. Ventilasi Silang

Dalam desain tata ruang dalam membuat strategi penerapan ventilasi silang sebagai kunci memaksimalkan energi udara dan pencahayaan masuk kedalam bangunan.

3. Penggunaan Ruang Terbuka

Dalam penerapan ruang terbuka pada desain, dapat meningkatkan sirkulasi udara alami dan memberikan ruang luar yang nyaman untuk berAktivitas

4. Pemilihan Material Bangunan

pemilihan material bangunan yang tepat untuk iklim tropis,

termasuk material yang memiliki kemampuan isolasi termal yang baik untuk menjaga suhu di dalam bangunan tetap stabil.

5. Penggunaan Elemen Penyekat

Interior yang mempertimbangkan penggunaan elemen penyekat, seperti tirai atau partisi yang dapat dibuka dan ditutup, dapat membantu mengatur aliran udara dan sinar matahari sesuai kebutuhan penumpang.

6. Pertimbangkan Keberadaan Vegetasi

Menambahkan vegetasi pada penataan dalam ruangan juga dapat membantu menciptakan kenyamanan termal. Misalnya, menempatkan tanaman dalam ruangan di sekitar ruang keluarga dapat mendinginkan udara dan meningkatkan kualitas udara. Menambahkan vegetasi pada penataan dalam ruangan juga dapat membantu menciptakan kenyamanan termal. Misalnya, menempatkan tanaman dalam ruangan di sekitar ruang keluarga dapat mendinginkan udara dan meningkatkan kualitas udara.

Berdasarkan berbagai strategi yang ada, beberapa strategi yang paling dominan dalam mewujudkan kenyamanan termal secara alami yang cukup maksimal terkait permasalahan kelembaban adalah:

a) Ventilasi

ventilasi alami yang baik (efektif) dapat mengurangi kelembaban dalam ruang, diman udara segar luar banguan dapat menggantikan udara lembab dalam bangunan. dikarenakan umumnya udara segar memiliki tingkat kelembaban yang rendah menurut Laitupa & Amin, 2016 ("Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi Dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung," n.d.)

b) Material

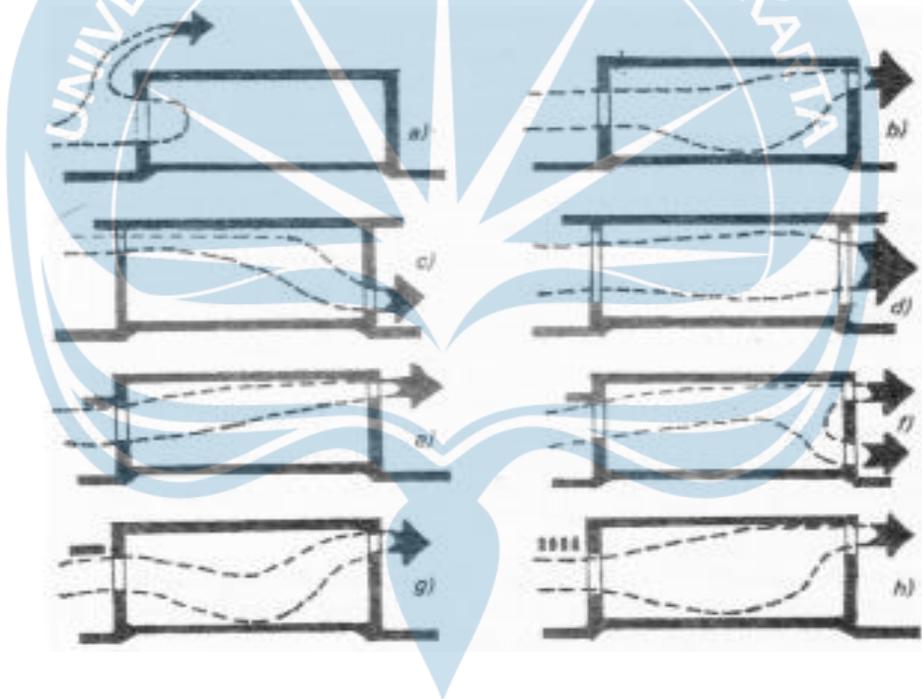
Pemilihan material bangunan yang baik, memiki kelebihan yang mampu menghambat aliran udara sehingga dapat mengurangi tingkat kelembaban maupun kondisi termal ruang yang kurang baik. Material higrotermal merupan salah satu jenis materil yang

mampu mewujudkan kenyamanan termal bangunan lebih baik dari sebelumnya menurut Jiba, 2011 (Performa Termal bangunan Tradisional sohuraja).

2.1.9 Pemilihan strategi ventilasi untuk mewujudkan kondisi termal yang lebih baik

Ventilasi dalam kenyamanan termal bangunan adalah proses pengaturan udara segar yang digunakan untuk mengatur suhu dan kelembaban dalam ruangan, Ventilasi juga merupakan salah satu elemen penting dalam desain bangunan yang menjamin aliran udara yang efektif dan seimbang, sehingga memaksimalkan tingkat kenyamanan termal dan kualitas lingkungan di dalam ruan bangunan. Ventilasi merupakan salah satu strategi alamai dalama mencapai kenyamanan termal bangunan berdasarkan Bangunan arsitektur tropis lembab. Berikut adalah beberapa strategi ventilasi yang dapat membantu mengurangi tingkat kelembaban secara Alami :

a) Sistem ventilasi silang



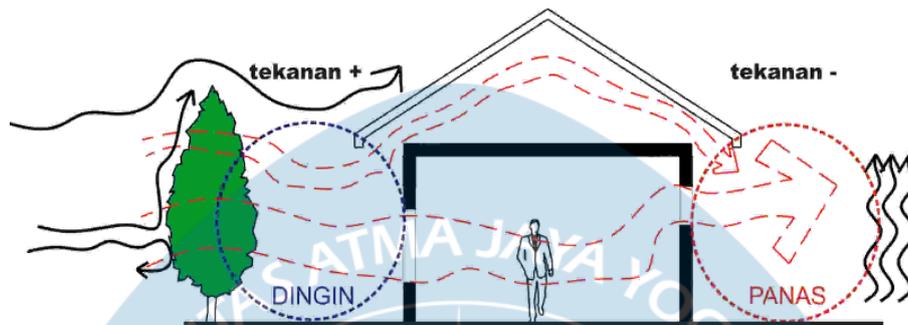
Gambar 2.4 Pengaplikasian Ventilasia silang pada bangunan

Sumber : Gambar-Rumah- ida

Ventilasi silang adalah metode ventilasi dimana jendela dibuka atau diberi ventilasi pada dua sisi bangunan yang berlawanan. Dengan cara ini, udara luar dapat masuk dari satu sisi bangunan dan keluar dari sisi lainnya sehingga menciptakan aliran udara alami di dalam. Aliran udara ini membawa udara segar ke dalam ruangan sekaligus menghilangkan kelembapan. Proses ini membantu menjaga kualitas udara dalam ruangan dengan mengurangi kelembapan

berlebih yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan dan kerusakan bangunan. Dengan menjaga ventilasi silang yang efektif, sehingga penghuni bangunan dapat menikmati lingkungan yang lebih sehat dan nyaman.

B) Sistem ventilasi bolak balik



Gambar 2.6 Sistem ventilasi bolak balik

Sumber : Rumahbersihdansehat.blogspot.com

Sedangkan Sistem ventilasi bolak balik merupakan sebuah metode ventilasi yang terjadi pada suatu ruangan yang hanya memiliki satu sisi bukaan saja. Dalam sistem ini, udara masuk melalui satu sisi dan kemudian keluar melalui sisi yang sama, Sistem ini dapat berfungsi dengan baik pada ruangan yang memiliki satu sisi bukaan, seperti ruangan dengan satu jendela atau satu pintu. Sistem ini juga dapat membantu dalam mengurangi kelembaban dan meningkatkan kualitas udara di dalam ruangan.

2.1.10 Pemilihan Material untuk mewujudkan termal ruang yang lebih baik

Berikut adalah strategi pemilihan materiil bangunan yang bersifat higrotermal (hygrothermal properties) antara lain yaitu:

a) Termal konduktivitas ($W/m.k$)

Material dengan termal konduktivitas yang rendah memiliki sifat (isolator) dapat membantu mengurangi aliran panas sehingga meningkatkan kenyamanan termal. Sedangkan Material dengan terlam konduktivitas tinggi dominan bersifat (Konduktor). Dengan pretasi nilai Rendah yaitu ($<0,1w/(m.k)$) dan Tinggi ($>1w/(m.k)$) adapun beberapa material dengan nilai konduktivitas rendah yaitu seperti kayu atau bambu.

b) Densitas (Kg/m^3)

Material dengan densitas yang lebih rendah dapat membantu mengurangi berat dan meningkatkan kenyamanan termal. Interpretasi nilai densitas material dalam konteks kenyamanan termal yaitu Densitas Rendah ($< 300 \text{ kg/m}^3$), Densitas Sedang ($300 - 1000 \text{ kg/m}^3$), Densitas Sangat Tinggi ($> 2000 \text{ kg/m}^3$), Densitas Sangat Tinggi ($> 2000 \text{ kg/m}^3$). Adapun beberapa material dengan densitas rendah yaitu, seperti kayu atau bambu memiliki densitas yang lebih rendah daripada material seperti beton atau batu.

c) Kapasitas Panas Spesifik ($\text{J/kg}\cdot\text{K}$)

Material dengan Kapasitas panas spesifik yang lebih tinggi dapat membantu mengurangi perubahan suhu dan meningkatkan kenyamanan termal. Contohnya, material seperti kayu atau bambu memiliki kapasitas panas spesifik lebih tinggi daripada material beton atau batu. Adapun interpretasi kapasitas panas spesifik yaitu Rendah $< 1000 \text{ kg/m}^3$, Sedang: $1000 - 2000 \text{ kg/m}^3$, Tinggi: $> 2000 \text{ kg/m}^3$.

d) Faktor solar (Kg/m^3)

Material dengan solar factor yang lebih rendah dapat membantu mengurangi panas masuk ke dalam ruang dan meningkatkan kenyamanan termal. Contohnya, material seperti kaca bening memiliki solar factor yang lebih rendah daripada material seperti kaca. Adapun interpretasi kapasitas faktor solar yaitu: Rendah: $< 1000 \text{ Kg/m}^3$, Sedang: $1000 - 2000 \text{ Kg/m}^3$, Tinggi: $> 2000 \text{ Kg/m}^3$.

e) Transmittansi ($\text{W/m}^2\cdot\text{K}$)

Material dengan transmittansi yang lebih tinggi dapat membantu meningkatkan perolehan cahaya alami dan meningkatkan kenyamanan termal. Contohnya, material seperti kaca bening memiliki nilai transmittansi yang lebih tinggi daripada material seperti kaca. Adapun interpretasi nilai Transmittansi untuk mewujudkan termal yang lebih baik yaitu, Rendahnya nilai U ($0,2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$) dan tertinggi dengan nilai U (misalnya $2,0 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$).

f) Penyerapan ($\text{J/g}\cdot\text{K}$)

Material dengan daya serap yang lebih rendah dapat membantu mengurangi panas masuk ke dalam ruang dan meningkatkan kenyamanan termal. Contohnya, material seperti kaca bening memiliki

penyerapan yang lebih rendah daripada material seperti kaca Panasap adapu interpretasi nilai penyerapan yang baik untuk mewujudkan kenyamanan termal yaitu dengan Kapasitas penyerapan Panas Spesifik ($\geq 2 \text{ J/g}\cdot\text{K}$).

g) transmitansi UV

Material dengan transmitansi UV yang lebih tinggi dapat membantu meningkatkan perolehan cahaya alami dan meningkatkan kenyamanan termal. Contohnya, material seperti kaca bening memiliki transmitansi UV yang lebih tinggi daripada material seperti kaca Panasap. adapu interpretasi nilai transmitansi UV yang baik untuk mewujudkan termal yang lebih baik yaitu dengan standar Nilai Transmitansi UV Rendah ($<10\%$), Nilai Transmitansi UV Sedang ($10\text{-}40\%$), Nilai Transmitansi UV Tinggi ($>40\%$).

h) U Value

Material dengan U value yang lebih rendah dapat membantu mengurangi aliran panas dan meningkatkan kenyamanan termal. Contohnya, material seperti kaca bening memiliki U value yang lebih rendah daripada material seperti kaca Panasap adapu interpretasi nilai u value material untuk mewujudkan kenyamanan termal yang lebih baik dari sebelumnya yaitu dengan Nilai U-value Terendah ($0,2 - 0,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$), Nilai U-value Sedang ($0,5 - 1,0 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$), Nilai U-value Tinggi ($>1,0 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)

Berikut ini adalah tabel beberapa material yang memiliki sifat higrotermal (hygrothermal properties), yang berarti memiliki kemampuan untuk menyerap, menyimpan, dan melepaskan kelembaban dari udara sekitarnya

Tabel 2.6 Material Higrotermal

Material	Konduktivitas Termal ($\text{W/m}\cdot\text{K}$)	Densitas (kg/m^3)	Kapasitas Panas Spesifik ($\text{J/kg}\cdot\text{K}$)	Faktor Solar	Transmitansi ($\text{W/m}^2\cdot\text{K}$)	Penyerapan ($\text{J/g}\cdot\text{K}$)	transmitansi UV	U Value
Kayu	0.12 - 0.40	400 - 800	1600 - 2400	0.3 - 0.5	0,1- 0,2	1,5 -2,0	-	0,10 -0,15
Batu Bata	0.60 - 1.00	1600 - 2000	800 - 1000	0.6 - 0.8	0,6 -1,0	0,84	-	0,60 - 1,00

Gypsum	0.16 - 0.48	600 - 1200	1000 - 1500	0.5 - 0.7	0,16 - 0,25	0,84	-	0,16 - 0,30
Marmer	2.0 - 3.5	2700	880	0.8	2,5 -5,0	0,84	-	2,00 - 5,00
Fiberglass	0.04	12 - 96	840	0.1	0,025 - 0,04	0,84	-	0,03 - 0,05
Beton	1.7 - 2.3	2300 - 2500	840	840	1,0 -2,0	0,84	-	1,00 - 2,00
Genteng Keramik	0.7 - 1.0	1800 - 2000	840	0.7	0,5 -1,0	0,84	-	0,70 - 1,00

Sumber : Penulis 2024

2.2 Standard perancangan Gedung Pastoran

Hasil sintesis dari berbagai aspek yang biasanya dipertimbangkan dalam perancangan gedung pastoran menurut para ahli dan komunitas Katolik meliputi:

- a) **Fungsionalitas Spiritual:** Perancangan gedung pastoran harus memperhitungkan fungsi spiritualnya sebagai tempat tinggal bagi pendeta, tempat pelayanan rohani, dan titik pusat kegiatan gereja. Ruang-ruang seperti kapel atau ruang doa pribadi dapat dimasukkan untuk mendukung kebutuhan rohani pendeta dan jemaat.
- b) **Integrasi dengan Liturgi:** Desain gedung pastoran sebaiknya mencerminkan elemen liturgis Katolik yang khas. Misalnya, penempatan salib atau gambar-gambar suci, ruang untuk menyimpan benda-benda liturgis, dan ruang untuk merayakan sakramen-sakramen tertentu seperti pengakuan dosa.
- c) **Pertautan dengan Tradisi:** Perancangan gedung pastoran bisa memperhitungkan elemen-elemen arsitektur dan desain yang khas dari tradisi Katolik, baik dari segi struktur bangunan, ornamen, maupun simbol-simbol yang menggambarkan iman Katolik.
- d) **Keseimbangan antara Fungsionalitas dan Estetika:** Bangunan pastoran haruslah memiliki keseimbangan yang baik antara fungsionalitas untuk kebutuhan praktis sehari-hari pendeta dan estetika yang mencerminkan keindahan dan kekudusan iman Katolik.
- e) **Komunitas dan Pelayanan:** Gedung pastoran harus dirancang untuk mendukung pembentukan komunitas dan pelayanan gereja. Ini dapat

mencakup ruang pertemuan untuk kegiatan sosial dan keagamaan, serta fasilitas yang mendukung pelayanan pastoral seperti ruang konseling.

- f) Keharmonisan dengan Lingkungan Alami: Desain gedung pastoran harus memperhitungkan hubungannya dengan lingkungan alam, baik dalam hal estetika maupun keberlanjutan. Penggunaan material yang ramah lingkungan dan pencahayaan alami dapat menjadi pertimbangan penting.
- g) Keamanan dan Kesejahteraan: Aspek-aspek keamanan dan kesejahteraan penghuni gedung pastoran, termasuk pendeta dan keluarganya, harus diprioritaskan dalam perancangan, termasuk aksesibilitas bagi penyandang disabilitas dan sistem keamanan yang memadai.
- h) Hubungan dengan Gereja Paroki: Gedung pastoran harus ditempatkan dengan memperhatikan hubungannya dengan gereja paroki dan komunitasnya, memungkinkan pendeta untuk dengan mudah terlibat dalam kehidupan gerejawi dan melayani jemaatnya dengan efektif.
- i) Dalam sintesis ini, berbagai aspek tersebut mencerminkan pemahaman komprehensif tentang bagaimana perancangan gedung pastoran dapat memenuhi kebutuhan praktis, spiritual, dan komunitas dari perspektif Katolik