

STRATEGI OPTIMALISASI KENYAMANAN TERMAL BANGUNAN PADA RESORT DI TELAGA MENJER KABUPATEN WONOSOBO

Gunawan Wisnu Hartadi, Fauzan Ali Ikhsan

Prodi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta
gunawan_wisnu07@student.uns.ac.id

Abstrak

Di Indonesia, industri pariwisata menjadi salah satu sektor yang menghasilkan pendapatan paling besar dalam mendukung perekonomian. Salah satu daerah di Indonesia yang memiliki sektor pariwisata alam yang cukup terkenal adalah Kabupaten Wonosobo dengan bentang alam dataran tinggi yang sering juga disebut sebagai Kota di Atas Awan. Dari data BPS Kabupaten Wonosobo tahun 2022, kunjungan wisata di Kabupaten Wonosobo mengalami kenaikan sebesar 13,8% dari tahun sebelumnya. Resort sebagai salah satu sarana akomodasi merupakan salah satu konsep 5A pariwisata yang dibutuhkan sebagai penunjang sekaligus daya tarik wisata. Wonosobo merupakan daerah dataran tinggi yang didominasi dengan suhu rendah. Dalam rangka berinteraksi dengan lingkungan fisik disekitarnya, diperlukan adanya penyesuaian termal pada bangunan guna meningkatkan kenyamanan termal.

Oleh karena itu, dibutuhkan strategi penyesuaian kondisi termal eksisting dengan bangunan agar menghasilkan desain resort yang memiliki kenyamanan termal optimal. Metode deskriptif kualitatif dipilih sebagai metode yang digunakan dalam penelitian ini, serta melakukan kajian dari sumber pustaka. Hasil berupa strategi optimalisasi kenyamanan termal bangunan ruang pada Resort di Telaga Menjer Kabupaten Wonosobo

Kata kunci: Resort, Kenyamanan Termal, Wonosobo.

1. PENDAHULUAN

Potensi Pariwisata di Kabupaten Wonosobo

Berdasarkan data BPS, diketahui bahwa terjadi fenomena peningkatan jumlah kunjungan wisatawan di Kabupaten Wonosobo. Fenomena tersebut menjadi indikator meningkatnya aktivitas pariwisata di Kabupaten Wonosobo. Pada tahun 2021 Jumlah total kunjungan wisatawan dalam negeri dan luar negeri di Kabupaten Wonosobo sejumlah 1.001.800 kunjungan (BPSWonosobo, 2021)(Badan Pusat Statistik Kabupaten Wonosobo, 2021), sementara pada tahun 2022 Jumlah total kunjungan di Kabupaten Wonosobo naik menjadi 1.389.766 kunjungan (BPSWonosobo, 2022). Dari tahun 2021 ke tahun 2022 kunjungan wisata dalam dan luar negeri di Kabupaten Wonosobo mengalami kenaikan sebesar 13,8%

Resort Pegunungan

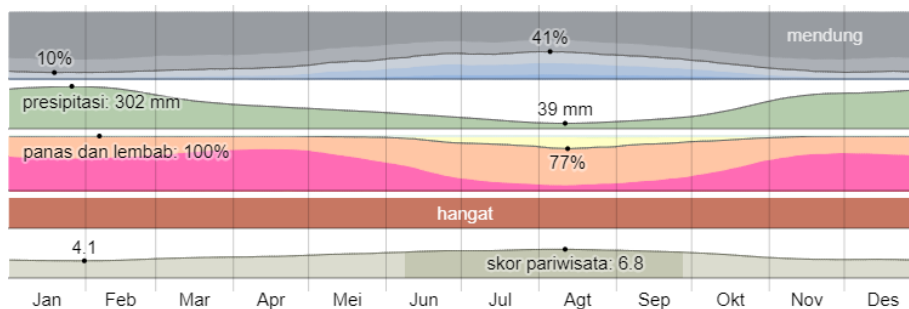
Resort merupakan tempat untuk menginap yang bersifat sementara untuk seseorang yang sedang berada di luar tempat tinggalnya, dengan tujuan untuk meraih kesegaran baik secara spiritual maupun fisik, serta memenuhi keinginan untuk mengeksplorasi dan mengetahui hal-hal baru (Dirjen Pariwisata, 1998).

Menurut KBBI, Resort Hotel ialah suatu gedung yang terdiri dari kamar yang berjumlah banyak yang dapat disewa untuk menginap dan tempat makan oleh seseorang yang berada dalam perjalanan. Resort Hotel dikelola secara komersial dan tersedia untuk memberikan pelayanan penginapan, serta makan dan minum, di suatu daerah kecil. Sementara itu, menurut KBBI, gunung diartikan sebagai

sebuah bukit yang sangat besar dan tinggi. Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa resort pegunungan yaitu tempat tinggal sementara di daerah pegunungan yang disewakan secara komersil sebagai bentuk akomodasi yang memberikan pemandangan alami.

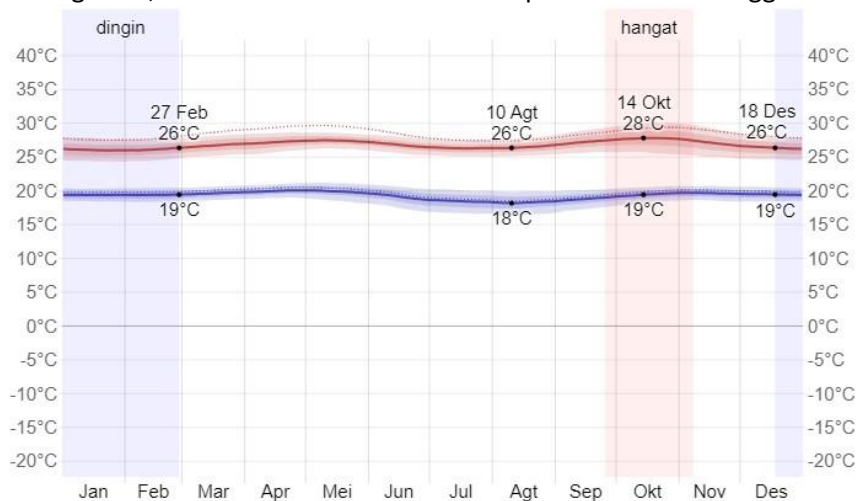
Karakteristik Iklim di Kabupaten Wonosobo

Kabupaten Wonosobo merupakan daerah dataran tinggi yang dikelilingi pegunungan termasuk pegunungan Dieng. Oleh karena itu, suhu udara di daerah tersebut relatif lebih rendah daripada daerah lain dengan dataran yang lebih rendah. Musim dengan suhu tinggi di Wonosobo biasanya pendek dan relatif hangat, sementara musim dengan suhu rendah cenderung lebih singkat dan sering kali menyengat dengan suhu dibawah standar kenyamanan. Suhu udara selama setahun umumnya bervariasi, berkisar antara 18°C hingga 28°C, jarang sekali turun di bawah 16°C atau naik di atas 30°C. Kemudian untuk hujan dan mendung dapat terjadi sepanjang tahun (WeatherSpark, 2023).



Gambar 1
Grafik Iklim di Kabupaten Wonosobo
Sumber : *Weatherspark.com*, 2023

Musim dengan suhu tinggi di Kabupaten Wonosobo berlangsung selama 1,4 bulan dengan suhu harian rata-rata di atas 27°C. Musim terpanas terjadi di bulan Mei, dengan rata-rata suhu terendah 20°C dan tertinggi 27°C. Musim dengan suhu rendah di Kabupaten Wonosobo berlangsung selama 2,3 bulan dengan suhu harian rata-rata kurang dari 26°C. Puncak musim dengan suhu rendah terjadi pada bulan Agustus, di mana suhu terendah mencapai 18°C dan tertinggi mencapai 26°C.



Gambar 2
Grafik Rata-Rata Suhu di Wonosobo
Sumber : *Weatherspark.com*, 2023

Berdasarkan data diatas, Kabupaten Wonosobo memiliki karakteristik iklim didominasi musim dengan udara dingin. Penyesuaian termal berupa penghangat diperlukan sebagai usaha optimalisasi kenyamanan termal.

Standar Kenyamanan Termal Ruang

Kenyamanan adalah elemen yang termasuk dalam tujuan karya arsitektur, yang melibatkan tanggapan manusia serta interaksinya mengenai lingkungannya yang tidak mendapatkan pengaruh negatif serta bersifat pribadi (Risnandar, 2019). Kenyamanan juga dapat diartikan sebagai keadaan yang memberi pengalaman menyenangkan atau tidak merepotkan kepada penghuni gedung (Karyono, 2015).

Kenyamanan termal merujuk pada suatu keadaan pikiran yang mencerminkan kepuasan terhadap lingkungan suhu, sehingga disimpulkan bahwa lingkungan tersebut dianggap nyaman jika setidaknya 90% responden menyatakan kondisi termal termasuk kategori nyaman (ASHRAE, 2004). Berikut beberapa faktor yang dapat berpengaruh pada tingkat kenyamanan sebuah ruangan (Lippsmeier, 1980) :

1. Temperatur udara
2. Kelembaban udara
3. Temperatur radiasi rata-rata dari atap dan dinding
4. Kecepatan gerak udara
5. Tingkat pencahayaan dan distribusi cahaya pada dinding pandangan.

Sementara itu, berdasarkan SNI standar kenyamanan termal untuk orang Indonesia yaitu (SNI, 2001) :

1. Dingin tidak nyaman, dengan suhu $< 20.5^{\circ}\text{C}$
2. Sejuk nyaman, dengan suhu antara $20.8^{\circ}\text{C} - 22.8^{\circ}\text{C}$
3. Nyaman optimal, dengan suhu antara $22.8^{\circ}\text{C} - 25.8^{\circ}\text{C}$
4. Hangat nyaman, dengan suhu antara $25.8^{\circ}\text{C} - 27.1^{\circ}\text{C}$
5. Panas tidak nyaman, dengan suhu $> 27.2^{\circ}\text{C}$.

Berdasarkan data klimatologi Kabupaten Wonosobo di atas, dijelaskan bahwa suhu udara sepanjang tahun cenderung bervariasi antara 18°C hingga 28°C , jarang sekali mencapai di bawah 16°C atau melampaui 30°C . Sedangkan berdasarkan SNI, dijelaskan bahwa standar kenyamanan termal berada di suhu $20.8^{\circ}\text{C} - 27.1^{\circ}\text{C}$. Suhu tertinggi di Kabupaten Wonosobo masih tergolong nyaman. Sedangkan untuk suhu terendah tergolong tidak nyaman (dingin). Kabupaten Wonosobo mengalami musim udara dingin lebih lama dibandingkan musim panas.

Oleh karena itu, dibutuhkan desain resort hotel dengan penyesuaian termal bangunan terhadap kondisi iklim eksisting. Untuk menghasilkan desain resort hotel dengan tingkat kenyamanan termal yang maksimal dilakukan penelitian terkait strategi optimalisasi kenyamanan termal bangunan.

2. METODE PENELITIAN

Metode kualitatif dipilih sebagai metode yang digunakan dalam penelitian ini. Metode kualitatif dilakukan melalui pengukuran data secara online serta menggunakan metode kualitatif melalui kajian pustaka dan deskriptif analisis.

2.1 Kuantitatif

Metode kuantitatif dilakukan dalam pengukuran dan pengumpulan data termal sesuai iklim mikro pada tapak dalam variabel kenyamanan termal. Data termal yang diambil yaitu berupa data kecepatan angin, data suhu, serta data kelembaban udara pada lokasi tapak Resort di Telaga Menjer Kabupaten Wonosobo. Data tersebut diambil secara online melalui website [ventusky.com](https://www.ventusky.com) dengan interval waktu 1 tahun terakhir. Data termal diambil sebanyak 4 sampel dengan rincian waktu :

1. Dini hari : pukul 01.00 WIB

2. Pagi hari : pukul 07.00 WIB
3. Siang hari : pukul 13.00 WIB
4. Malam hari : pukul 19.00 WIB

2.2 Kualitatif

1. Kajian Pustaka

Kajian pustaka memiliki tujuan untuk mencari faktor-faktor standar kenyamanan termal serta solusi penyesuaian termal bangunan terhadap kondisi termal eksisting. Kajian pustaka pada tahap ini terdiri dari:

- a. Kondisi Termal Pada Rumah Modern Di Daerah Dingin: Studi Kasus Rumah Tinggal di Kejajar, Wonosobo (Prasetya et al., 2022)

Pustaka ini merupakan jurnal ilmiah arsitektur yang berisi tentang penelitian terkait Kondisi Termal Pada Rumah Modern Di Daerah Dingin (Studi Kasus Rumah Tinggal Di Kejajar, Wonosobo). Isi dari penelitian ini mengulas kondisi termal pada rumah modern yang terletak di Desa Tambi, Kejajar, Wonosobo. Hasil pada penelitian ini menunjukkan korelasi iklim mikro pegunungan terhadap suhu ruang dalam rumah.

- b. Fisika Bangunan 1 (Latifah Nur Laela, 2015)

Buku ini membahas tentang prinsip pengendalian termal untuk mendukung kenyamanan termal serta hubungan antara iklim, cuaca, dan arsitektur.

- c. Pemanasan, Pendinginan, dan Pencahayaan : Metode Desain untuk Arsitektur (Lechner, 2000)

Buku ini membahas tentang prinsip pemanasan, pendinginan, dan pencahayaan pada bangunan dengan cara pasif melalui pengkondisian desain bangunan itu sendiri, pemanfaatan energi alami, serta dengan cara aktif melalui penggunaan alat mekanis.

2. Analisis

Analisis dilakukan dengan cara membandingkan data termal luar ruangan (eksisting) dengan faktor-faktor standar kenyamanan termal yang diperoleh dari kajian pustaka. Tahap analisis ini bertujuan untuk menentukan strategi penyesuaian termal yang sesuai.

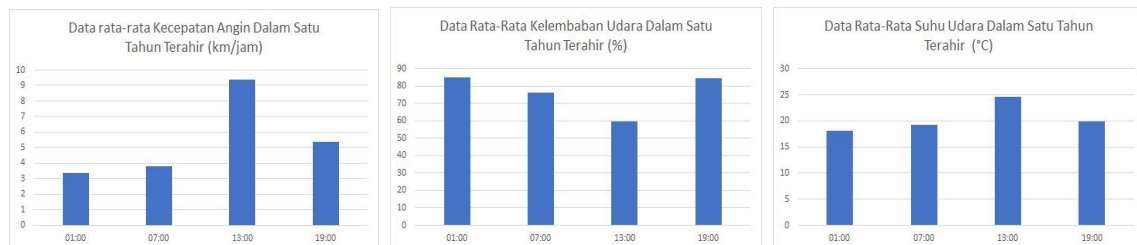
2.3 Hasil

Hasil penelitian merupakan kesimpulan dari analisis yang telah dilakukan. Hasil penelitian berupa strategi optimalisasi kenyamanan termal bangunan melalui usaha pengkondisian iklim mikro pada Resort di Telaga Menjer Kabupaten Wonosobo.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

1. Data Termal Iklim Mikro Tapak (Ventusky.com, 2023)



Gambar 3

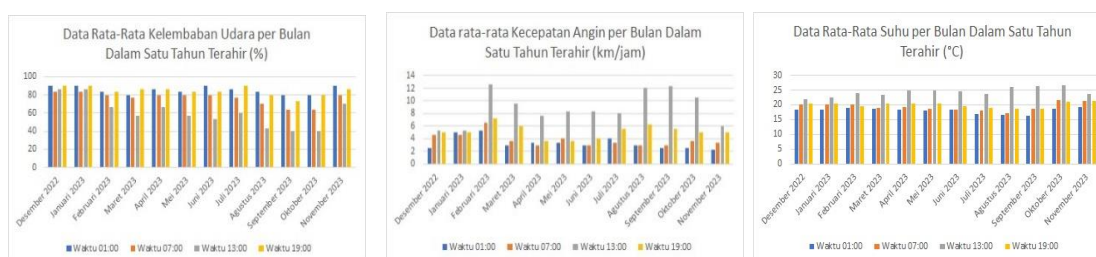
Grafik Kecepatan Angin, Kelembaban Udara, dan Suhu Udara dalam Satu Tahun Terakhir di Kecamatan Garung, Kabupaten Wonosobo

Sumber : Ventusky.com

Grafik diatas menunjukkan bahwa dalam satu tahun terakhir kondisi termal di Kecamatan Garung, Kabupaten Wonosobo yaitu :

1. Rata-rata suhu udara : 18 °C – 24.6 °C,
2. Rata-rata kecepatan angin : 3.4 km/jam – 9.4 km/jam,
3. Rata-rata kelembaban udara : 60 % - 85 %.

Hembusan angin dengan kecepatan paling tinggi pada siang hari sekitar pukul 13.00 WIB dan Hembusan angin dengan kecepatan paling rendah pada dini hari sekitar pukul 01.00 WIB. Sedangkan untuk kelembaban udara tertinggi pada dini hari sekitar pukul 01.00 WIB dan kelembaban terendah berada pada siang hari sekitar pukul 13.00 WIB. Suhu udara paling tinggi terjadi pada malam hari sekitar pukul 19.00 WIB dan suhu udara paling rendah terjadi pada dini hari sekitar pukul 01.00 WIB. Oleh karena itu, dapat diambil kesimpulan bahwa tinggi rendahnya suhu udara akan sebanding dengan kecepatan hembusan angin dan akan berbanding terbalik dengan persentase kelembaban udara.



Gambar 4

Grafik Kecepatan Angin, Kelembaban Udara, dan Suhu Udara per bulan dalam Satu Tahun Terakhir di Kecamatan Garung, Kabupaten Wonosobo

Sumber : *Ventusky.com*

Grafik diatas menunjukkan kondisi termal per bulan dalam satu tahun terakhir di Kecamatan Garung, Kabupaten Wonosobo. Berdasarkan grafik tersebut didapatkan hasil bahwa:

1. Suhu udara terendah terjadi pada bulan Agustus – Oktober dengan suhu terendah 16.3 °C pada pukul 01.00 WIB dan suhu tertinggi 26.6 °C pada siang hari sekitar pukul 13.00 WIB.
2. Hembusan angin dengan kecepatan paling rendah terjadi di bulan Agustus – Oktober dengan kecepatan angin terendah 2.6 km/jam pada dini hari sekitar pukul 01.00 WIB dan hembusan angin dengan kecepatan paling tinggi 12.3 km/jam pada siang hari sekitar pukul 13.00 WIB.
3. Kelembaban udara dengan persentase paling rendah terjadi di bulan Agustus – Oktober dengan kelembaban terendah 40% pada siang hari sekitar pukul 13.00 WIB dan kelembaban tertinggi 83.3 % pada pukul 01.00 WIB.

Dari pembahasan tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa tinggi rendahnya suhu udara akan sebanding dengan kecepatan hembusan angin dan akan berbanding terbalik dengan persentase kelembaban udara. Selain itu, suhu terendah berdasarkan data tersebut tergolong dingin tidak nyaman. Sedangkan suhu tertinggi berdasarkan data tersebut tergolong hangat nyaman.

2. Kondisi Termal Pada Rumah Modern Di Daerah Dingin: Studi Kasus Rumah Tinggal di Kejajar, Wonosobo (Prasetya et al., 2022)

Penelitian kondisi termal oleh Prasetya berada di rumah yang berlokasi di Desa Tambi, Kejajar, Wonosobo tepatnya sejauh 5 km dari lokasi tapak Resort di Telaga Menjer Kabupaten Wonosobo. Suhu udara pada daerah penelitian tersebut berkisar antara 20 °C – 25 °C. Objek penelitian berupa rumah tinggal dengan spesifikasi :

1. Ketinggian bangunan : 2 lantai

2. Orientasi bangunan : utara dan timur
3. Material bangunan : pasangan batako, lantai beton dan keramik (beberapa berlapis karpet), atap beton dan limasan seng.

TABEL 1
HASIL PENELITIAN TERMAL STUDI KASUS RUMAH TINGGAL DI KEJAJAR, WONOSOBO

Nama Ruang	Luas Ruang (m)	Situasi Perabotan	Ventilasi	Rerata Kelembaban Udara (%)	Rerata Suhu Udara (°C)	Rerata Kecepatan angin (km/jam)	Keterangan
Ruang Tamu	3 x 2.5	Lumayan sesak	2 jendela kaca dengan kusen kayu	78	20.95	0	Sejuk nyaman
Ruang Keluarga	3.5 x 5	Tidak sesak	Pintu kayu dan jendela kaca dengan kusen kayu	76.4	21	0	Sejuk nyaman
Dapur	1.5 x 2	Lumayan sesak	Jendela kaca dan ventilasi kayu	76.28	21	0	Sejuk nyaman
Kamar Tidur	3.5 x 5	Tidak sesak	Pintu kayu, plafon gypsum, dan atap seng	75.48	21.7	0	Sejuk nyaman

TABEL 2
HASIL PENELITIAN TERMAL STUDI KASUS RUMAH TINGGAL DI KEJAJAR, WONOSOBO

Nama Ruang	Kelembaban Udara Terendah (%)	Kelembaban Udara Tertinggi (%)	Suhu Udara Terendah (°C)	Suhu Udara Tertinggi (°C)	Keterangan
Ruang Tamu	85 (07.00 WIB)	69 (19.00 WIB)	19 (07.00 WIB)	22.7 (15.00 WIB)	Suhu terendah tergolong dingin tidak nyaman
Ruang Keluarga	89 (05.00 WIB)	60 (16.00 WIB)	20 (05.00 WIB)	22 (09.00)	Sejuk nyaman
Dapur	84 (06.00 WIB)	65 (16.00 WIB)	18.4 (07.00 WIB)	22.8 (17.00 WIB)	Suhu terendah tergolong dingin tidak nyaman
Kamar Tidur	87 (22.00 WIB)	63 (08.00)	17.6 (22.00 WIB)	24 (15.00 WIB)	Suhu terendah tergolong dingin tidak nyaman

Berdasarkan penelitian oleh Prasetya tersebut disimpulkan bahwa kenyamanan termal dipengaruhi oleh faktor material bangunan, luas ruang, situasi perabotan, dan ventilasi. Selain itu, disimpulkan juga bahwa material bangunan pada objek penelitian tersebut masih belum bisa mempengaruhi suhu ruang untuk mencapai tingkat nyaman optimal. Tingkat kenyamanan yang dicapai dalam studi kasus tersebut yaitu dingin tidak nyaman hingga sejuk nyaman.

3. Fisika Bangunan 1 (Latifah, 2015)

Buku ini membahas tentang prinsip pengendalian termal untuk mendukung kenyamanan termal serta hubungan antara iklim, cuaca, dan arsitektur.

Faktor Desain Arsitektur

Menurut Latifah (2015), respon arsitektural terhadap kondisi *site*, iklim, dan cuaca untuk mendukung perolehan kenyamanan termal dapat ditentukan dari beberapa aspek yakni:

- a. Bukaan dan orientasi bangunan

Pertimbangan yang memengaruhi kenyamanan termal yaitu orientasi bangunan dan bukaan terhadap arah datangnya radiasi panas matahari (kendala) serta arah datangnya angin untuk pergantian udara dalam ruang (potensi)

- b. Volume, bentuk, dan luas fasad gedung
 Faktor ini akan menentukan seberapa besar radiasi matahari yang diserap dan dilepaskan oleh selubung bangunan. Volume, luas, serta bentuk fasad bangunan perlu disesuaikan dengan kondisi site, lokasi, iklim, serta cuaca di sekitarnya.
- c. Lokasi dan bentuk bukaan udara
 Dibutuhkan penyesuaian terhadap kendala dan potensi terkait iklim dan cuaca pada *site* dan arah angin yang terjadi dalam ruang agar terjadi *cross ventilation*. Persyaratan minimum untuk luas ventilasi udara adalah antara 60% hingga 80% dari total luas fasad bangunan atau setara dengan 20% dari luas total ruangan.
- d. Ketebalan dan jenis material kulit gedung
 Ketebalan dan jenis material yang digunakan untuk kulit bangunan yaitu pada atap dan dinding merupakan material yang sangat mempengaruhi kenyamanan termal. Pemilihan material tersebut harus berdasarkan faktor lokasi bangunan terkait zona iklim, jenis material, dan ketebalan material.
- e. Konstruksi bangunan
 Konstruksi lantai dan atap merupakan konstruksi bangunan yang memengaruhi kenyamanan termal. Seperti pada pengaplikasian lantai panggung yang akan mengurangi udara lembab dari permukaan tanah serta pengaplikasian atap yang lebar supaya memberikan bayangan pada bukaan di fasad.
- f. *Site plan*
 Dalam penataan *site*, faktor yang harus diperhatikan yaitu penempatan massa bangunan berkaitan dengan pencahayaan yang memperhitungkan sudut datang sinar matahari, pergerakan udara dengan pengaturan jarak antarbangunan, pemilihan vegetasi, dan air.

Faktor Kenyamanan Termal

1.	Suhu Udara (<i>air temperature</i>)	Faktor Lingkungan/eksternal
2.	Kelembaban Udara (<i>air humidity</i>)	
3.	Kecepatan udara	
4.	Radiasi termal (<i>Thermal radiator</i>)	
5.	Tingkat aktivitas (<i>personal activity level</i>)	Faktor personal/internal
6.	Pakaian (<i>clothing</i>)	

Gambar 5

Faktor Kenyamanan Termal

Sumber : *Latifah, 2015*

Menurut *Latifah (2015)*, faktor lingkungan bersifat fluktuatif mengikuti kondisi cuaca masing-masing lokasi.

Strategi Pengendalian Termal

Strategi pengendalian termal menurut *Latifah (2015)*, meliputi:

- a. Pembayangan dan filter
 Teknik pasif yang dapat dilakukan yaitu melalui *shading device, recessed sun spaces, dan transitional space*.

b. Insulasi termal

insulasi termal dapat dicapai dengan menggunakan bahan yang dapat mengurangi perpindahan panas. Kinerja insulasi termal dipengaruhi oleh :

- 1) Konduktivitas panas (λ)
Semakin tinggi tingkat konduktivitas panas, semakin mudah aliran panasnya dan meningkatkan suhu di sekitarnya.
- 2) Kerapatan massa
Makin rendah makin sulit menghantarkan panas.
- 3) Transmittans panas (U)
Makin tinggi koefisien-U maka makin mudah mengantarkan panas dan meningkatkan suhu di sekitarnya.
- 4) Kapasitas panas spesifik (c)
Makin tinggi koefisien-c maka makin lama material memanas sehingga menghambat perpindahan panas.

Strategi insulasi termal terdiri atas:

1) *Insulative wall*

a. Daftar nilai konduktivitas panas

No	Material	Sumber					
		[43]	[25]	[t]	[u]	[v]	[w]
BETON							
1	Beton kepadatan sedang	1,35		1,05	0,84	0,935	
2	Beton kepadatan tinggi	2					
BATU ALAM & BATU BATA							
3	Adobe						
4	Batu bata ringan	0,5	0,806				
5	Batu bata padat	1,4	1,47				
6	Granit	2,8	2,92			4,673	
7	Limestone/batu gamping	1,575				6,231	
8	Marmer	3,5				7,788	
9	Sandstone/batu pasir	2,3					
10	Stale/batu kali	2,2					
KAYU							
11	Kayu lunak		0,138				
12	Kayu keras		0,16				
13	Plywood	0,175	0,138				
LOGAM							
14	Aluminium	160	220	250	200		
15	Baja	50	58	46	40	45	34,7
16	Besi	50	50				50,2
17	Seng	110	110				
18	Tembaga	380	350	402	380	393	
PLASTIK							
19	PVC	0,17		0,19		0,151	
PLESTER & ADUKAN							
20	Pasir					0,277	
21	Plester		0,9				
22	Semen	1					
INSULASI TERMAL							
23	Glass wool		0,034				
24	Rock wool	0,04	0,037				0,01

b. Daftar nilai transmitans panas

No	Material	U
DINDING		
1	Asbes semen gelombang pada rangka	6,53
2	Asbes semen gelombang pada rangka baja plus <i>aerated concrete block</i> 76 mm	2,1
3	Asbes semen gelombang pada rangka baja dilapis serutan kayu 50 mm	1,19
4	Batu bata tebal 114 mm tidak diplester	3,64
5	Batu bata tebal 114 mm diplester di kedua sisi	3,64
6	Batu bata tebal 228 mm tidak diplester	2,67
7	Batu bata tebal 228 mm diplester di kedua sisi	2,44
8	Batu bata plus isolator <i>slab</i> serutan kayu 50 mm, diplester	0,85
9	Beton tebal 152 mm padat biasa	3,58
10	Beton tebal 203 mm padat biasa	3,18
11	Beton tebal 305 mm padat biasa	2,84
ATAP MIRING		
1	Asbes semen gelombang	7,95
2	Asbes semen gelombang dilapis serutan kayu 50 mm	1,25
3	Asbes semen gelombang dilapis <i>fiberglass</i> 25 mm	0,8
4	Alumunium gelombang, langit-langit <i>gypsum board</i> 10 mm	1,88
5	Alumunium gelombang, langit-langit <i>slab</i> serutan kayu 25 mm	1,42
6	Seng gelombang pada rangka kayu, langit-langit <i>gypsum board</i>	3,18
ATAP DATAR		
1	<i>Slab</i> beton bertulang 100mm, di atasnya <i>screed</i> 12 mm, di atas <i>screed</i> 3 lapis <i>bulu kempa</i>	3,35
2	<i>Slab</i> beton bertulang 100mm, di atasnya <i>screed</i> 12 mm, di atas <i>screed</i> 2 lapis <i>fiberboard</i> masing-masing 12 mm sebagai isolator dan 3 lapis bulu kempa bitumen	1,25

Gambar 6

Hasil dan pembahasan ini meliputi analisis dan pembahasan hasil penelitian/ proyek yang disajikan dalam bentuk uraian teoritik, atau implementasi desain, yang berakhir pada temuan penelitian/ temuan proyek (lihat gambar 1).[\[Calibri 11pt, Justify/ rata kiri-kanan\]](#)



a. Daftar nilai konduktivitas panas, b. Daftar nilai transmitans panas

Sumber : Latifah, 2015

Berdasarkan tabel tersebut disimpulkan bahwa material logam memiliki kemampuan insulasi termal rendah. Kemampuan insulasi termal sedang diantaranya seperti batu bata, semen, beton, kaca, batu alam, dan keramik. Kemampuan insulasi termal tinggi diantaranya seperti material PVC, *gypsum board*, *glass wool*, kayu, *rock wool*, *mineral wool*, *fiberglass*, dan *bitumen* (Latifah, 2015).

2) *Thermal mass*

Makin tebal material makin lama proses perpindahan panas.

3) *Roof thermal insulation*

Pemilihan material atap disesuaikan dengan kondisi sumber panas di dalam atau di luar bangunan. pada iklim dingin, material *glass wool* dan *rock wool* cocok digunakan untuk menghangatkan atau mencegah panas keluar dari ruangan. Sedangkan pada iklim panas bisa menggunakan material *aluminium foil*, *bitumen*, dan *styrofoam*.

c. Zonasi

d. Vegetasi

e. Air

4. **Pemanasan, Pendinginan, dan Pencahayaan : Metode Desain untuk Arsitektur (Lechner, 2000)**

Buku ini menjelaskan cara untuk memperoleh kenyamanan termal dengan cara pasif melalui pengkondisian desain bangunan itu sendiri, pemanfaatan energi alami, serta dengan cara aktif melalui penggunaan alat mekanis.

Kehilangan Panas

Faktor timbulnya kehilangan panas yaitu transmisi melalui plafon, dinding, pintu, jendela, dan lantai, infiltrasi melalui retakan konstruksi, serta ventilasi (Lechner, 2000).

Kehilangan Panas karena Penyebaran Melewati Dinding, Jendela dan Atap

$$\text{Kehilangan panas per jam oleh penyebaran} = \frac{(\text{luas}) \times (\text{Perbedaan Suhu})}{(\text{Daya Tahan Termal})}$$

$$HL = \frac{A \times (T_1 - T_2)}{R_t}$$

Dimana pada sistem inchi-pound (I-P) :

HL : Kecepatan hilangnya panas dalam satuan BTU/Jam

A : Luas dalam satuan (ft²)

T₁ : Rancangan suhu ruang dalam, satuan (°F)

T₂ : Rancangan suhu ruang luar, satuan (°F)

R₁ : Total daya tahan dalam nilai-R atau $\frac{(\text{ft}^2)(\text{°F})}{(\text{BTU}/\text{jam})}$

Atau dalam SI :

Watts (W)

Meter persegi

K (Kelvin)

°F

$\frac{(\text{m}^2)(\text{K})}{\text{W}}$

Atau untuk format yang lebih konvensional, tetapi tidak begitu jelas secara konseptual :

$$\text{Karena } U = \frac{1}{R_T}$$

$$HL = A \times U \times (T_1 - T_0)$$

Dimana U adalah koefisien aliran panas

Contoh : Tentukan panas yang hilang melewati dinding dengan ketinggian 8 kaki dan panjang 20 kaki yang memiliki total daya tahan termal 16 (nilai-R). Jika rancangan suhu dalam ruangan adalah 75 °F dan rancangan suhu luar 20 °F.

$$\text{Jawab : } HL = \frac{A \times (T_1 - T_2)}{R_t} = \frac{(20)(8) \times (75 - 20)}{16} = 550 \text{ BTU/jam.}$$

Kehilangan panas karena Infiltrasi dengan Metode Retakan (*Crack Method*)

Kehilangan panas per jam oleh infiltrasi = (Konstan) X (Kecepatan kehilangan udara per menit)
 X (Perbedaan suhu antara udara ruang dalam dengan udara luar)

$$HL = (1,08) \times (CF/M) \times (T_1 - T_0)$$

Di mana :

HL = Kecepatan kehilangan panas dalam satuan BTU/jam

1.08 = konstan secara proporsional

CF/M = Volume udara yang hilang atau tambah (salah satunya) dalam satuan ft³/menit

T₁ = Suhu rancangan dalam ruang, dalam satuan °F

T₀ = Suhu rancangan luar ruang, dalam satuan °F

Gambar 7

Rumus Perhitungan Kehilangan Panas karena Transmisi dan Infiltrasi

Sumber : *Lechner, 2000*

Penambahan Panas

Penambahan panas dipengaruhi oleh selubung bangunan, beban sumber panas internal, efek masa termal, dan aksi matahari (Lechner, 2000).

Penambahan Panas karena Penambahan Penyinaran Matahari Melewati Pelapis Kaca

Penambahan panas per jam oleh = (luas) X (fator Penambahan Panas Sinar Matahari)
 penambahan sinar matahari X (Faktor Perbaikan karena Naungan)

$$HG = A \times SHGF \times SC$$

Di mana pada sistem I-P :

HG = Kecepatan penambahan panas penyinaran matahari dalam satuan BTU/jam

Atau dalam SI :

Watts

A = Luas sesungguhnya dari glazing dalam satuan ft²

m²

SHGF* = Unit penambahan panas penyinaran matahari melalui pelapis tunggal satu ft²

$\frac{W}{m^2}$

Dalam satuan $\frac{BTU/jam}{ft^2}$

SC = Koefisien ruangan (lihat subbab 9.20 untuk penjelasan tabel nilai)

* SHGF adalah fungsi dari garis lintang orientasi glazing, waktu tahun, dan waktu hari

Tabel nilai dapat ditemukan dalam buku ASHRAE Handbooks.

Penambahan Panas melalui Dinding dan Atap

$$HG = \frac{AxDET D}{R_r}$$

Di mana :

HG = Kecepatan penambahan panas penyinaran matahari dalam satuan BTU/jam
 A = Luas dinding, atap, pintu buram, dll., dalam satuan ft²
 DETD = Perbedaan suhu persamaan-rancangan dalam satuan°F.
 R_r = Total pertahanan termal pada dinding atau atap dalam $\frac{(ft^2)(^{\circ}F)}{BTU/jam}$

Atau $HG = A \times U \times DETD$

Dimana :

U = koefisien aliran panas = $\frac{1}{R_r}$

Gambar 2
Rumus Perhitungan Penambahan Panas karena Transmisi dan Infiltrasi

Sumber : Lechner, 2000

Insulasi Pada Dinding, Atap, dan Lantai

Menurut Lechner (2000), total insulasi termal pada bangunan merupakan jumlah seluruh insulasi dari tiap bagian komponen material. Kemampuan insulasi bangunan dipengaruhi oleh koefisien-U, konduktivitas panas, dan ketebalan yang berpengaruh terhadap besar nilai-R atau daya tahan termal (*thermal resistance*). Nilai koefisien-U berbanding terbalik dengan nilai-R (Lechner, 2000).

Daya Tahan Total dan Koefisien-U

Daya tahan total sebuah dinding, atap, jendela, atau pintu sama dengan jumlah semua daya tahan komponen

$$\text{Atau } R_r = \sum R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

Di mana :

R_r = total daya tahan termal detail konstruksi dalam nilai-R $\frac{(ft^2)(^{\circ}F)}{BTU/jam}$
 R₁ + R₂ + R₃ + ... = daya tahan termal terhadap sertiam komponen dalam nilai-R
 Koefisien aliran panas = timbal-balik daya tahan total sebuah dinding, atap pintu, atau jendela.

$$\text{Atau } U = \frac{1}{R_r}$$

Di mana U = koefisien aliran panas detail konstruksi dalam nilai-U atau $\frac{BTU/jam}{(ft^2)(^{\circ}F)}$

Contoh : Tentukan daya tahan total dan nilai-U untuk dinding dengan rangka kayu yang telah digambarkan di sebelah kiri.

Komponen :	R*
Film udara ruang dalam	0,7
Papan Gypsum ½ inchi	0,45
Ruang udara 31/2 inchi	1,0
Papan insulasi polystyrene diperkecil ½ inchi	2,5
Papan <i>Plywood</i> ½ inchi	0,6
Film udara ruang luar	0,2
Total Daya Tahan (R _r)	5,45

*Tabel nilai-R untuk komponen bangunan dapat ditemukan di dalam ASHRAE Handbooks dan $U = \frac{1}{R_r} = \frac{1}{5,45} = 0,183$ nilai-U

Gambar 9
Rumus Perhitungan Daya Tahan Total dan Koefisien-U
 Sumber : *Lechner, 2000*

3.2 Pembahasan

Faktor-Faktor Kenyamanan Termal

Dari kajian pustaka yang telah dilakukan, kenyamanan termal dipengaruhi oleh kelembaban udara, kecepatan angin, suhu udara, radiasi matahari, tingkat aktivitas, dan pakaian. Rentang suhu yang dianggap nyaman pada bangunan untuk orang Indonesia adalah antara 20,8°C hingga 27,1°C.

Perbandingan Data Termal Iklim Mikro Lokasi Tapak Resort dengan Standar

Berdasarkan data yang diperoleh pada tahap sebelumnya, disimpulkan bahwa kondisi iklim di lokasi resort pada bulan Agustus – Oktober lebih ekstrim dibanding bulan lainnya. Oleh karena itu, pembahasan akan difokuskan pada bulan tersebut.

TABEL 3
SUHU UDARA PADA BULAN AGUSTUS – OKTOBER 2023 DI LOKASI RESORT

Suhu Udara					
Bulan	Waktu				Keterangan
	01.00	07.00	13.00	19.00	
Agustus 2023	16.6	17.3	26	18.6	Dingin tidak nyaman pada pukul 19.00 – 07.00 WB
September 2023	16.3	18.6	26.3	18.6	
Oktober 2023	18.6	21.6	26.6	21	Dingin tidak nyaman pada dini hari. Sejuk nyaman pada malam dan pagi hari
Kesimpulan					
Dibutuhkan upaya penghangatan ruang pada pukul 19.00 – 07.00 WIB					

Strategi Optimalisasi Kenyamanan Termal Bangunan Resort di Telaga Menjer Kabupaten Wonosobo

Tapak resort berlokasi di Telaga Menjer, Kecamatan Garung, Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah dengan orientasi timur barat. Daerah tersebut merupakan dataran tinggi dengan kondisi tanah yang

berkontur. Kondisi iklim pada bulan Agustus hingga oktober lebih ekstrim dibanding bulan lainnya. Tingkat suhu udara terendah mencapai kondisi dingin tidak nyaman namun tingkat suhu udara tertinggi masih dalam kondisi hangat nyaman. Berdasarkan kondisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa perlakuan upaya memperoleh kenyamanan termal pada bangunan resort di lokasi tersebut yaitu berupa upaya pemanas atau penghangat ruang. Secara sederhana upaya ini dapat dicapai

dengan prinsip memasukkan suhu udara nyaman siang hari melalui ventilasi dan menjaga stabilitas suhu tersebut antara pukul 19.00 WIB hingga pukul 07.00 WIB. Berikut adalah beberapa strategi yang dapat dilakukan sebagai upaya optimalisasi kenyamanan termal bangunan resort di Telaga Menjer :

TABEL 4
STRATEGI OPTIMALISASI KENYAMANAN TERMAL BANGUNAN RESORT DI TELAGA MENJER KABUPATEN WONOSOBO

Faktor Desain Arsitektur		
Orientasi Bangunan dan Bukaannya	Bentuk dan volume	Lokasi Bukaannya
Orientasi tapak yaitu timur barat. Arah angin dari timur pada siang dan dari barat pada malam hari.	Semakin kecil volume dan luas permukaan maka semakin sulit panas keluar dari ruangan.	Bukaan diletakkan pada setiap unit kamar dan ruang-ruang pendukung resort.
Orientasi bangunan dan bukaan yaitu timur-barat. Tujuannya untuk menerima angin dan sinar matahari pada pagi hingga siang hari.	Pengkondisian masa bangunan dengan masa majemuk untuk mengurangi besar volume bangunan.	Bukaan pada sisi timur dan barat bangunan untuk <i>cross ventilation</i> .
Faktor Desain Arsitektur		
Material bangunan	Konstruksi bangunan	Site plan
Pemilihan material bangunan dengan nilai konduktivitas panas rendah, koefisien-U rendah, namun memiliki koefisien-c tinggi.	Pemilihan konstruksi bangunan lantai panggung khususnya pada bangunan yang memiliki aktivitas di malam hari seperti unit kamar.	Pola masa tersebar untuk pemerataan aliran udara.
Pemilihan material eksterior bangunan dengan warna gelap dan bertekstur.	Konstruksi atap bangunan yang tidak terlalu tinggi.	Tidak menanam pohon besar yang melebihi tinggi bangunan.
Strategi Pengendalian Termal Lainnya		
Insulasi	Pengendalian Kehilangan Panas	
Pemilihan material dinding dengan kemampuan insulasi termal tinggi diantaranya seperti material PVC, gypsum board, glass wool, kayu, rock wool, mineral wool, fiberglass, dan bitumen	menentukan pemilihan material juga berdasarkan perhitungan besar kehilangan panas oleh transmisi dengan rumus : $HL = \frac{A \times (T_1 - T_0)}{R_T}$	
Dinding partisi menggunakan material bata ringan atau menggunakan batu bata plus isolator slab serutan kayu 50 mm, diplester.	Daya Tahan Termal	
Lantai bangunan menggunakan material kayu.		

<p>Atap bangunan menggunakan material bitumen atau asbes semen serta pengaplikasian <i>rock wool</i> diantara rangka atap.</p>	<p>Untuk menguji daya tahan termal dapat digunakan perhitungan dengan rumus :</p> $R_T = \sum R$ $U = \frac{1}{R_T}$
--	--

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kenyamanan termal bangunan dipengaruhi oleh faktor kondisi iklim mikro lokasi dan faktor desain arsitektural. Iklim mikro lokasi sebagai penentu penyesuaian termal bangunan memerlukan sistem pemanas atau pendinginan ruang. Objek penelitian ini yaitu Resort Hotel yang berlokasi di Kabupaten Wonosobo dengan dominasi suhu udara dingin tidak nyaman hingga sejuk nyaman. Oleh karena itu, dalam strategi optimalisasi kenyamanan termal pada bangunan tersebut dibutuhkan upaya sistem pemanas ruang untuk mencapai kenyamanan termal ruang khususnya antara pukul 19.00 WIB hingga pukul 07.00 WIB.

Kekurangan dari penelitian ini yaitu dalam tahap pengumpulan data iklim dan cuaca dilakukan secara online. Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu agar data yang diperoleh lebih akurat sebaiknya pengukuran termal dilakukan secara langsung pada *site*. Selain itu, perlu juga dilakukan simulasi perhitungan dalam proses desain arsitektural. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan strategi optimalisasi kenyamanan termal dalam proses desain objek rancang bangun lain dengan kondisi yang serupa.

REFERENSI

- ASHRAE. (2004). Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.*, (ANSI/ASHRAE Standard 55-2004), 1–34.
- BPSWonosobo. (2021). Jumlah Wisatawan Nusantara dan Mancanegara yang Berkunjung ke Objek Wisata per Bulan di Kabupaten Wonosobo Tahun 2021. Diambil dari <https://wonosobokab.bps.go.id/>
- BPSWonosobo. (2022). Jumlah Wisatawan Nusantara dan Mancanegara yang Berkunjung ke Objek Wisata per Bulan di Kabupaten Wonosobo Tahun 2022. Diambil dari <https://wonosobokab.bps.go.id/>
- Dirjen Pariwisata. (1998). Keputusan Dirjen Pariwisata No. 14/U/11/1988 tentang Pelaksanaan Ketentuan Usaha dan Penggolongan Resort.
- Karyono, T. H. (2015). Dari Kenyamanan Termis hingga Pemanasan Bumi : Suatu Tinjauan Arsitektur SUATU TINJAUAN ARSITEKTUR DAN ENERGI Ilmu Arsitektur Pada Fakultas Teknik Universitas

- Tarumanagara – Jakarta Disampaikan di Jakarta pada hari Sabtu 10 Nopember 2007, (November 2007).
- Latifah Nur Laela. (2015). Fisika Bangunan 1. Jakarta Timur: Griya Kreasi.
- Lechner, N. (2000). Heating, Cooling, Lighting : Metode Desain untuk Arsitektur Edisi Kedua. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Lippsmeier, G. (1980). Bangunan Tropis. Jakarta: Alih Bahasa Ir. Syahmir Nasution. Erlangga.
- Prasetya, A. D. D., Hermawan, H., Hendriani, A. S., Faqih, N., & Arrizqi, A. N. (2022). Kondisi Termal Pada Rumah Modern Di Daerah Dingin (Studi Kasus Rumah Tinggal Di Kejajar, Wonosobo). *Jurnal Ilmiah Arsitektur*, 12(1), 29–36. <https://doi.org/10.32699/jiars.v12i1.2808>
- Risnandar, F. F. A. (2019). Kenyamanan Termal dan Kepuasan Pengguna Ruang Kelas di Gedung Kampus ITSB. *Journal of Applied Science (Japps)*, 1(1), 012–021. <https://doi.org/10.36870/japps.v1i1.3>
- SNI. (2001). Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung. *Sni 03-6572-2001*, 1–55.
- Ventusky.com. (2023). Peta angin, hujan, radar, atau suhu langsung. Wonosobo. Diambil dari <https://www.ventusky.com/>
- WeatherSpark. (2023). Iklim dan Cuaca Rata-Rata Sepanjang Tahun di Wonosobo, 1–16. Diambil dari <https://weatherspark.com/>