

TESIS

**IDENTIFIKASI KENYAMANAN TERMAL RUANG LUAR  
AKIBAT PERUBAHAN URBAN MORFOLOGI  
KAWASAN TAMAN SARI**



Disusun Oleh:  
ADINDRA MAHARSI KUSUMA ASTUTI  
63220041

**PROGRAM STUDI MAGISTER ARSITEKTUR  
FAKULTAS ARSITEKTUR DAN DESAIN  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA  
YOGYAKARTA**

2024

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**  
**SKRIPSI/TESIS/DISERTASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Kristen Duta Wacana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adindra Maharsi Kusuma Astuti  
NIM : 63220041  
Program studi : Magister Arsitektur  
Fakultas : Arsitektur dan Desain  
Jenis Karya : Tesis

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Kristen Duta Wacana **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

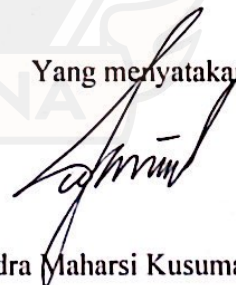
**“IDENTIFIKASI KENYAMANAN TERMAL RUANG LUAR AKIBAT  
PERUBAHAN URBAN MORFOLOGI KAWASAN TAMAN SARI”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Kristen Duta Wacana berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Yogyakarta  
Pada Tanggal : 12 Juni 2024

Yang menyatakan



(Adindra Maharsi Kusuma Astuti)  
NIM. 63220041

TESIS

**IDENTIFIKASI KENYAMANAN TERMAL RUANG LUAR  
AKIBAT PERUBAHAN URBAN MORFOLOGI KAWASAN  
TAMAN SARI**

Diajukan kepada  
Program Studi Magister Arsitektur,  
Fakultas Arsitektur dan Desain,  
Universitas Kristen Duta Wacana – Yogyakarta,  
sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar  
Magister Arsitektur

Disusun oleh:  
**ADINDRA MAHARSI KUSUMA ASTUTI**  
63220041

Diperiksa di : Yogyakarta  
Tanggal : 12 - Juni - 2024

Dosen Pembimbing 1,

Dosen Pembimbing 2,



Ir. Henry Feriadi, M.Sc., Ph.D.



Dr.-Ing. Gregorius Sri Wuryanto P.U.,

S.T., M.Arch

Mengetahui,  
Ketua Program Studi,



  
Dr.-Ing. Ir. Winarna, M.A.

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Identifikasi Kenyamanan Termal Ruang Luar Akibat  
Perubahan Urban Morfologi Kawasan Taman Sari  
Nama Mahasiswa : Adindra Maharsi Kusuma Astuti  
NIM Mahasiswa : 63220041  
Mata Kuliah : Tesis Kode : MA4316  
Semester : Genap Tahun : 2023/2024  
Fakultas : Arsitektur dan Desain Prodi : Magister Arsitektur  
Universitas : Universitas Kristen Duta Wacana

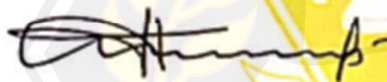
---

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Tesis  
Program Studi Magister Arsitektur, Fakultas Arsitektur dan Desain  
Universitas Kristen Duta Wacana – Yogyakarta  
dan dinyatakan DITERIMA untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh gelar Magister Arsitektur pada tanggal:  
30 Mei 2024

Yogyakarta, 12- Juni - 2024

Dosen Pembimbing 1,

Dosen Pembimbing 2,



Ir. Henry Feriadi, M.Sc., Ph.D.

Dr.-Ing. Gregorius Sri Wuryanto P.U.,  
S.T., M.Arch

Dosen Penguji 1,

Dosen Penguji 2,



Dr.-Ing. Sita Yulastuti Amijaya,  
S.T., M.Eng.

Dr. Imelda Irmawati Damanik, S.T.,  
M.A(UD).

Dekan Fakultas Arsitektur dan Desain,



Dr. Imelda Irmawati Damanik, S.T., M.A(UD).

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis:

### **IDENTIFIKASI KENYAMANAN TERMAL RUANG LUAR AKIBAT PERUBAHAN URBAN MORFOLOGI KAWASAN TAMAN SARI**

adalah benar-benar hasil karya sendiri.

Pernyataan, ide, maupun kutipan langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam tesis ini pada catatan kaki atau Daftar Pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti saya melakukan duplikasi atau plagiasi sebagian atau seluruhnya dari tesis ini, maka gelar dan ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan pada Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.

Yogyakarta, 12 Juni - 2024



**Adindra Maharsi Kusuma Astuti**

63220041

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur yang sebesar – besarnya penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas kasih anugrah dan tuntunan-Nya penulis dimampukan menyelesaikan karya berupa tesis ini dengan judul : “ **Identifikasi Kenyamanan Termal Ruang Luar Akibat Perubahan Urban Morfologi Kawasan Taman Sari** ”.

Tesis ini disusun sebagai persyaratan akademis untuk mencapai gelar Magister Arsitektur pada Program Studi Magister Arsitektur, Fakultas Arsitektur dan Desain, Universitas Kristen Duta Wacana. Dalam penulisan dan penyusunan tesis ini tidak lepas dari bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada berbagai pihak yaitu:

1. Orang tua dan kakak yang telah setia mendukung, memberi semangat, dan doa selama penulis berproses dalam dunia pendidikan. Kalian merupakan kekuatan untuk penulis bisa menyelesaikan tesis ini.
2. Bapak Ir. Henry Feriadi, M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing 1 yang telah setia membimbing disela-sela kesibukan dan jadwal yang padat. Terima kasih atas segala koreksi yang membangun, dan arahan pengetahuan dalam penyusunan tesis maupun diluar tesis.
3. Bapak Dr.-Ing. Gregorius Sri Wuryanto P.U., S.T., M.Arch., selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan banyak dukungan, bimbingan, waktu, tenaga dan pemikiran yang membangun dalam penyusunan tesis maupun diluar tesis.
4. Ibu Dr.-Ing. Sita Yuliasuti Amijaya, S.T., M.Eng., selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak dukungan, koreksi yang membangun, arahan pengetahuan dalam penyempurnaan tesis ini.
5. Ibu Dr. Imelda Irmawati Damanik, S.T., M.A(UD)., selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak dukungan, koreksi yang membangun, arahan pengetahuan dalam penyempurnaan tesis ini.
6. Seluruh dosen dan karyawan Fakultas Arsitektur dan Desain UKDW yang telah memberikan ilmu dan membantu penulis selama proses perkuliahan.

7. Teman-teman Magister Arsitektur angkatan terutama 2022 dan seluruh angkatan yang mendukung.
8. Orang-orang tersayang Teo Regar, Claudia Olla Mandayu, dan Steffany Hartono yang telah setia mendukung dan membantu dalam proses penyelesaian tesis ini.
9. Bapak Iwan, Bapak Wanto, Bapak Topan, Ibu Ani dan warga Taman Sari yang telah membantu dan dalam proses observasi lapangan.
10. Semua responden penelitian yang telah bersedia memberikan penilaian dalam survei lapangan.
11. Semua pihak yang terlibat dalam proses penyusunan tesis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya dengan segala keterbatasan yang dimiliki, penelitian ini masih memiliki kekurangan. Semoga tesis ini dapat memberi manfaat bagi pembaca sebagai wawasan keilmuan, pengetahuan dan pengembangan penelitian yang lebih baik. Peneliti juga mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak untuk penyempurnaan di masa yang akan datang.

Yogyakarta, 12 Juni 2024

Adindra Maharsi Kusuma Astuti

DUTA WACANA

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang 1 .....	
1.2. Rumusan Masalah.....	8
1.3. Rumusan Hipotesis .....	8
1.4. Tujuan Penelitian .....	8
1.5. Ruang Lingkup Penelitian .....	9
1.6. Manfaat Penelitian .....	9
1.7. Diagram Alur Pikir Penelitian .....	10
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>13</b>
2.1. Kajian Teori <i>Figure Ground</i> Taman Sari .....	13
2.2. Keberlanjutan Lingkungan Alam & Budaya dalam Pariwisata.....	15
2.3. Temperature Humidity Index (Indeks Kenyamanan Termal) .....	17
2.4. Kenyamanan Termal Ruang Luar.....	18
2.5. Ruang Luar .....	22
2.6. kerangka Teoritis .....	25
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>27</b>
3.1. Pendekatan Studi .....	27
3.2. Batasan dan Wilayah Penelitian .....	28



3.3. Metode Pengumpulan Data.....	30
3.3.1. Data Primer.....	30
3.3.2. Data Sekunder .....	40
3.4. Teknik Analisis.....	41
3.4.1. Pengolahan Data Logger.....	41
3.4.2. Perhitungan Analisis Data .....	42
3.4.3. Simulasi Software .....	43
3.5. Kerangka Metode Penelitian .....	45
<b>BAB 4. HASIL DAN ANALISIS.....</b>	<b>48</b>
4.1. Gambaran Umum Wilayah dan Titik Amatan.....	48
4.1.1. Titik Amatan 1 .....	48
4.1.2. Titik Amatan 2 .....	49
4.1.3. Titik Amatan 3 .....	51
4.1.4. Titik Amatan 4.....	52
4.1.5. Titik Amatan 5 .....	53
4.2. Urban Morfologi dan Kondisi Termal kawasan .....	55
4.2.1 Urban Morfologi Taman Sari.....	55
4.2.1.1 Building Coverage.....	56
4.2.1.2 Efek Vegetasi .....	58
4.2.1. Pengaruh perubahan Time Series .....	63
4.3. Suhu dan kelembaban Harian .....	71
4.3.1. Periode I.....	72
4.3.2. Periode II.....	77
4.3.3. Korelasi data Iklim pada Periode I dan II .....	83
4.4. Pola Kondisi Termal Berdasarkan Cuaca .....	86
4.5. <i>Thermal Humidity Index</i> .....	91
4.5.1. Periode Januari 2024.....	91
4.5.2. Periode Maret 2024.....	93
4.6. Kenyamanan Termal Ruang Luar.....	94
4.7. Persepsi Kenyamanan Termal Ruang Luar .....	101
4.8. Keberlanjutan Lingkungan Alam dalam Pariwisata .....	108

<b>BAB 5. KESIMPULAN .....</b>	<b>110</b>
5.1. Kesimpulan .....	110
5.2. Kelemahan .....	113
5.3. Rekomendasi .....	114
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>116</b>
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR GAMBAR

### BAB 1. PENDAHULUAN

<b>Gambar 1. 1</b> Diagram Alur Hubungan Kejadian Alam & Sistem Penggunaan Manusia .....	1
<b>Gambar 1. 2</b> Visualisasi Taman Sari Masa Lalu .....	3
<b>Gambar 1. 3</b> Superimpose Taman Sari 1765 dan 2024 .....	5
<b>Gambar 1. 4</b> Rumah Masyarakat di sekitar Taman Sari .....	6
<b>Gambar 1. 5</b> Aktivitas Pengunjung Taman Sari .....	7
<b>Gambar 1. 6</b> Aktivitas Berjualan Masyarakat di Kawasan Taman Sari .....	7
<b>Gambar 1. 7</b> Rangkaian Penelitian .....	11
<b>Gambar 1. 8</b> Diagram Alur Penelitian .....	12

### BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

<b>Gambar 2. 1</b> Setting Taman Sari Masa Lalu .....	14
<b>Gambar 2. 2</b> Setting Taman Sari Masa Lalu .....	15
<b>Gambar 2. 3</b> Proses Evapotranspiration .....	24
<b>Gambar 2. 4</b> Kerangka Teoritis .....	26

### BAB 3. TINJAUAN PUSTAKA

<b>Gambar 3. 1</b> Visualisasi Taman Sari dalam Time Series .....	28
<b>Gambar 3. 2</b> Batas Wilayah dan Titik Pengamatan .....	30
<b>Gambar 3. 3</b> RHT20 Software .....	32
<b>Gambar 3. 4</b> Temperature Management Software .....	33
<b>Gambar 3. 5</b> Kalibrasi alat dalam Temperature Management Software .....	34
<b>Gambar 3. 6</b> Rute Uji Kenyamanan Termal Ruang Luar Kawasan Taman Sari .....	39
<b>Gambar 3. 7</b> Tampilan Kotak Dialog Menu pada Envimet .....	45
<b>Gambar 3. 8</b> Tahapan Penelitian Kenyamanan Termal Kawasan Taman Sari .....	45

### BAB 4. HASIL DAN ANALISIS

<b>Gambar 4. 1</b> Titik Amatan 1 .....	49
<b>Gambar 4. 2</b> Titik Amatan 2 .....	50

<b>Gambar 4. 3</b> Titik Amatan 3 .....	52
<b>Gambar 4. 4</b> Titik Amatan 4 .....	53
<b>Gambar 4. 5</b> Titik Amatan 5 .....	54
<b>Gambar 4. 6</b> Building Coverage Tahun 1765, 2006, 2012, dan 2024.....	56
<b>Gambar 4. 7</b> Pohon Kenanga dan Pohon Kepel.....	59
<b>Gambar 4. 8</b> Ketinggian dan Luas Tajuk Pohon Kenanga dan Pohon Kepel.....	60
<b>Gambar 4. 9</b> Hail Simulasi Envimet pada Setting Tahun 2006 dan 2012.....	66
<b>Gambar 4. 10</b> Pola Suhu Harian Periode 1 .....	71
<b>Gambar 4. 11</b> Pola Kelembaban Harian Periode 1 .....	74
<b>Gambar 4. 12</b> Superimpose Data Iklim Periode I.....	76
<b>Gambar 4. 13</b> Pola Suhu Harian Periode 2.....	78
<b>Gambar 4. 14</b> Pola Kelembaban Harian Periode 2 .....	80
<b>Gambar 4. 15</b> Superimpose Data Iklim Periode II .....	82
<b>Gambar 4. 16</b> Pola Suhu Cuaca Hujan pada Periode 2 .....	89
<b>Gambar 4. 17</b> Pola Suhu Cuaca Hujan pada Periode 2 .....	90
<b>Gambar 4. 18</b> Kriteria Naungan.....	96
<b>Gambar 4. 19</b> Zona II (Area Barat).....	97
<b>Gambar 4. 20</b> Zona I (Area Timur).....	98
<b>Gambar 4. 21</b> Pembobotan Persepsi Kenyamanan Termal.....	103
<b>Gambar 4. 22</b> Pemetakan Persepsi Kenyamanan Termal .....	104
<b>Gambar 4. 23</b> Pembobotan Persepsi Kenyamanan Termal pada Lokasi Survei .	105



## DAFTAR TABEL

### BAB 1. PENDAHULUAN

Tabel 1. 1 Perubahan Taman Sari 1867 – 200.....	4
---	---

### BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Tabel 2. 1 Klasifikasi THI menurut McGregor & Nieuwolt .....	18
--	----

Tabel 2. 2 Kenyamanan Termal berdasarkan Index DISC dan PMV .....	20
---	----

Tabel 2. 3 Definisi Skala Kenyamanan Termal.....	21
--	----

### BAB 3. TINJAUAN PUSTAKA

Tabel 3. 1 Spesifikasi Extect RHT20 .....	31
---	----

Tabel 3. 2 Spesifikasi GM8903 Hot Wire Anemometer .....	33
---	----

Tabel 3. 3 Spesifikasi GM8903 Hot Wire Anemometer .....	37
---	----

Tabel 3. 4 Prosedur Kerja pada Penelitian .....	46
---	----

### BAB 4. HASIL DAN ANALISIS

Tabel 4. 1 Building Coverage Ratio .....	57
--	----

Tabel 4. 2 Dominasi Vegetasi .....	62
------------------------------------	----

Tabel 4. 3 Kondisi Termis Zona I Taman Sari Berdasarkan Time Series.....	68
--	----

Tabel 4. 4 Kondisi Termis Zona II Taman Sari Berdasarkan Time Series .....	69
--	----

Tabel 4. 5 Kondisi Termis Zona III Taman Sari Berdasarkan Time Series .....	70
---	----

Tabel 4. 6 Data Suhu Periode 1 .....	72
--------------------------------------	----

Tabel 4. 7 Data Kelembaban Periode 1 .....	74
--	----

Tabel 4. 8 Data Suhu Periode 2 .....	78
--------------------------------------	----

Tabel 4. 9 Data Kelembaban Periode 2 .....	81
--	----

Tabel 4. 10 Pemetaan Data Iklim .....	85
---------------------------------------	----

Tabel 4. 11 Data THI Periode I .....	91
--------------------------------------	----

Tabel 4. 12 Data THI Periode II.....	93
--------------------------------------	----

Tabel 4. 13 Data Iklim Survei Persepsi Kenyamanan Termal .....	95
--	----

Tabel 4. 14 Perhitungan Kenyamanan Termal Ruang Luar.....	96
---	----

<b>Tabel 4. 15</b> Kecepatan Angin sebagai Variabel Bebas.....	99
<b>Tabel 4. 16</b> Suhu sebagai Variabel Bebas .....	100
<b>Tabel 4. 17</b> Kelembaban sebagai Variabel Bebas .....	100
<b>Tabel 4. 18</b> Hasil Kuesioner Survei Persepsi Kenyamanan Termal.....	107
<b>Tabel 4. 19</b> Indikator Mengukur dan Memantau Dampak Pariwisata berfokus pada kenyamanan Termal .....	108



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Hasil Pengukuran Suhu Periode 1 - Januari 2024 .....	i
<b>Lampiran 2.</b> Hasil Pengukuran Kelembaban Periode 1 - Januari 2024 .....	v
<b>Lampiran 3.</b> Hasil Pengukuran Suhu Periode 2 - Maret 2024 .....	ix
<b>Lampiran 4.</b> Hasil Pengukuran Kelembaban Periode 2 - Maret 2024 .....	xiii
<b>Lampiran 5.</b> Kuesioner Survei Persepsi Kenyamanan Termal.....	xvii
<b>Lampiran 6.</b> Simulasi Envimet - Suhu Zona I.....	xx
<b>Lampiran 7.</b> Simulasi Envimet - Kelembaban Zona I.....	xxii
<b>Lampiran 8.</b> Simulasi Envimet - Suhu Zona II .....	xxiv
<b>Lampiran 9.</b> Simulasi Envimet - Kelembaban Zona II .....	xxvi
<b>Lampiran 10.</b> Simulasi Envimet - Suhu Zona III .....	xxviii
<b>Lampiran 11.</b> Simulasi Envimet - Suhu Kelembaban III .....	xxx
<b>Lampiran 12.</b> Simulasi CBE Thermal Comfort Tools .....	xxxii
<b>Lampiran 13.</b> Surat Keterangan Selesai Revisi .....	xxxiv
<b>Lampiran 14.</b> Kartu Konsultasi .....	xxxv



## ABSTRAK

Manusia selalu melakukan interaksi dengan lingkungan alam disekitarnya. Pertumbuhan populasi dan peningkatan aktivitas manusia memberi dampak pada perubahan tutupan lahan, bentuk geometri permukaan, dan kepadatan. Hal tersebut memberikan dampak dan ancaman bahaya pada peningkatan suhu kawasan. Taman Sari pada awalnya merupakan tempat pemandian, tempat istirahat, kebun istana Keraton Ngayogyakarta. Saat ini Taman sari berfungsi sebagai destinasi wisata *heritage* yang berada di tengah pemukiman padat Kota Yogyakarta. Dengan perubahan bentuk dan fungsi, peran penting taman untuk menjaga kenyamanan termal iklim mikro pada Taman Sari mengalami perubahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi kenyamanan termal ruang luar dalam aktivitas wisata akibat pengaruh perubahan urban morfologi kawasan Taman Sari. Hipotesis dalam penelitian ini adalah kawasan Taman Sari mengalami penurunan kualitas kenyamanan termal akibat perubahan fisik dan fungsi.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dalam simulasi dan purposive sampling tentang persepsi kenyamanan termal ruang luar. Hasil penelitian ini didapatkan peningkatan suhu sebesar 0,52 °C - 3,95 °C dalam simulasi *time series* urban morfologi terhadap iklim mikro kawasan Taman Sari. Peningkatan suhu berbanding lurus dengan bertambahnya *building coverage*. *Temperature Humidity Index* kawasan Taman Sari secara umum adalah tidak nyaman, dengan nilai THI yang sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca. Persepsi dan nilai kenyamanan termal ruang luar di kawasan Taman Sari adalah hangat – panas yang dinyatakan oleh 83,3% dari responden yang memiliki rentang usia 12-35 tahun. Sedangkan terdapat 16,7 % responden dengan kategori usia anak dan lansia menyatakan persepsi kenyamanan termal kawasan Taman Sari adalah nyaman atau netral. Kecepatan Angin atau penghawaan merupakan faktor iklim yang memiliki pengaruh paling efektif dalam kenyamanan termal ruang luar di kawasan Taman Sari.

**Kata Kunci:** Kenyamanan termal ruang luar, Simulasi, Taman Sari, *Temperature Humidity Index*, Urban morfologi



## **ABSTRACT**

*Humans always interact with the natural environment around them. Population growth and increased human activities impact land cover change, surface geometry, and density. This has an impact and threat of danger in raising the area's temperature. Taman Sari was originally a bathing place, resting place, and palace garden of the Ngayogyakarta Palace. Currently, Taman Sari is a heritage tourist destination in the middle of the dense residential area of Yogyakarta. With changes in form and function, the park's important role in maintaining the thermal comfort of the microclimate in Taman Sari has changed. This study aims to identify the thermal comfort conditions of outdoor spaces in tourist activities due to the influence of urban morphological changes in the Taman Sari area. The hypothesis is that the Taman Sari area has decreased the value of thermal comfort due to physical changes and functions.*

*This research uses a quantitative descriptive method in simulation and purposive sampling of the perception of thermal comfort of outdoor space. The results of this study obtained an increase in temperature of 0.52 ° C - 3.95 ° C in the time series simulation of urban morphology on the microclimate of the Taman Sari area. Temperature Humidity Index Taman Sari area is generally uncomfortable, with THI values strongly influenced by weather conditions. Perception and thermal comfort value of outdoor space in the Taman Sari area is warm - hot which is stated by 83.3% of respondents with an age range of 12-35 years. While 16.7% of respondents in the age category of children and older people stated the perception of thermal comfort of the Taman Sari area is comfortable or neutral. Wind speed or airing is a climate factor that has the most effective influence on the thermal comfort of outdoor space in the Taman Sari area.*

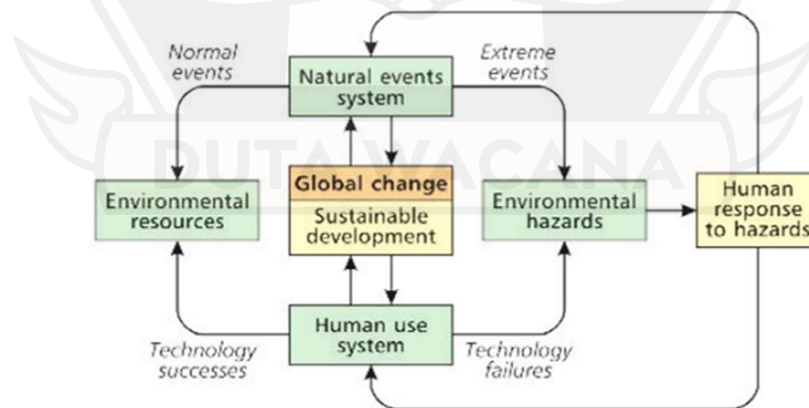
**Keywords:** *Outdoor thermal comfort, Simulation, Taman Sari, Temperature Humidity Index, Urban morphology*

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Jumlah penduduk di Indonesia 2023 diproyeksikan sebanyak 278,8 juta jiwa dan mengalami peningkatan sebesar 1,1% dibandingkan tahun 2022. Berbanding lurus dengan peningkatan jumlah penduduk, kepadatan penduduk diproyeksikan meningkat pada tahun 2023 sebesar 1,1% dengan angka 147,27 orang/km<sup>2</sup> (Badan Pusat Statistik, 2023). Seiring dengan pertumbuhan populasi di dunia, semakin banyak ancaman bahaya bagi manusia (Smith, 2013). Interaksi antara alam (lingkungan) dengan manusia selalu terjadi setiap saat yang dapat menimbulkan bahaya. Hal ini dapat diartikan aktivitas alam memberi ancaman untuk manusia, Sebaliknya aktivitas manusia juga dapat menimbulkan ancaman untuk alam. Gambar 1.1 menunjukkan hubungan kejadian alam dengan sistem penggunaan manusia (aktivitas, teknologi, Instrume, dsb) terhadap potensi dan bahaya suatu lingkungan.



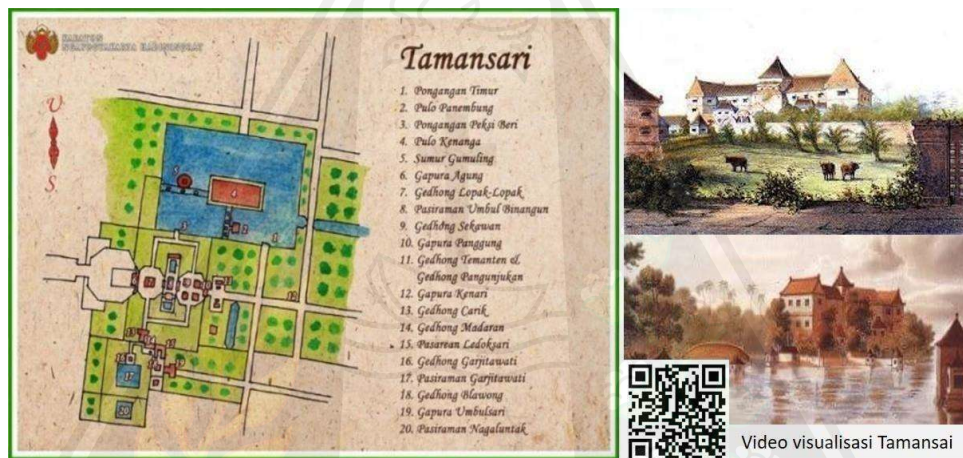
**Gambar 1.1** Diagram Alur Hubungan Kejadian Alam dan Sistem Penggunaan Manusia  
*Sumber :*(Burton et al., 1993, 1993; Smith, 2013)

Diagram diatas menjelaskan bencana terhadap lingkungan akan terjadi karena kejadian ekstrem alam dan kegagalan teknologi (aktivitas) manusia. Sedangkan sumber daya lingkungan (potensi ketahanan) terbentuk saat alam dalam keadaan normal dan terjadi keberhasilan teknologi (aktivitas) manusia. Saat dan setelah terjadi bencana pada lingkungan, diperlukan kemampuan manusia dalam merespon alam dan teknologi (aktivitas) manusia.

Pertumbuhan populasi dan peningkatan aktivitas manusia mempengaruhi tutupan lahan, bentuk geometri permukaan dan kepadatan kawasan. Hal tersebut memberikan dampak peningkatan suhu, perbedaan tekanan udara, perubahan pergerakan angin. Sepanjang tahun 1981 – 2023, tahun 2023 merupakan tahun terpanas ke 2 setelah tahun 2016 dengan nilai sebesar  $0,5^{\circ}\text{C}$  (Dale, 2024). *Climate change* yang saat ini terjadi dapat langsung dirasakan oleh tubuh manusia dan penting dalam menciptakan kenyamanan termal (Wati & Fatkhuroyan, 2017).

Data suhu rata-rata bulanan di DIY adalah  $26,28^{\circ}\text{C}$  dan bulan Oktober – Desember 2023 merupakan suhu rata rata bulanan tertinggi yaitu  $27,4^{\circ}\text{C}$  (Jogja Dataku, 2024). Taman Sari terletak di tengah kota Yogyakarta yang dikelilingi oleh pemukiman padat. *Temperature humidity index* (THI) kawasan Taman Sari pada 16 Desember 2023 adalah  $32,19^{\circ}\text{C}$  yang diartikan tidak nyaman sesuai dengan klasifikasi THI menurut (McGregor & Nieuwolt, 1998). Menurut Koenigsberger, (1974) dalam Latifah et al., (2012) kenyamanan termal adalah suatu proses yang melibatkan proses fisik dan psikologis dengan kenyamanan termal adalah kondisi pikir seseorang yang mengekspresikan kepuasan diri terhadap lingkungan termalnya

Taman Sari dibangun pada tahun 1758-1765/9 oleh Hamengku Buwono I. Taman Sari awalnya merupakan pemandian, kebun istana, dan memiliki beberapa bangunan serta kanal air yang memperlihatkan Taman Sari sebagai benteng pertahanan terakhir Keraton Ngayogyakarta (Noviandri & Sabono, 2018a). Gambar 1.2 adalah *setting* kawasan Taman Sari pada masa lalu yang menggambarkan Taman Sari merupakan kawasan yang dipenuhi banyak tanaman dengan banyak elemen air sesuai dengan fungsi utamanya.



**Gambar 1. 2** Visualisasi Taman Sari Masa Lalu

Sumber : [https://www.kratonjogja.id/tata-rakiting/14-bangunan-bangunan-Taman Sari/](https://www.kratonjogja.id/tata-rakiting/14-bangunan-bangunan-Taman-Sari/)

Gempa tektonik pada 10 Juni 1867 merupakan gempa besar yang menjadi awal transformasi kawasan dan fungsi kawasan Taman Sari (Hardie & Sumarno, 2022). Gempa tersebut mengakibatkan air segaran menghilang dan banyak bangunan Taman Sari yang rusak. Berikut *timeline* perubahan fungsi Taman Sari dari tahun 1867 hingga tahun 2000:

**Tabel 1. 1** Perubahan Taman Sari 1867 – 200

<b>Tahun</b>	<b>Deskripsi</b>
1867	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gempa tektonik, mengakibatkan sebagian besar bangunan Taman Sari mengalami kerusakan</li><li>• Faktor alam membuat taman sari kehilangan air di segaran dan kanal-kanal</li></ul>
1867-1972	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lahan kosong di sekitar Taman Sari diijinkan untuk digunakan masyarakat dengan mengajukan permohonan tinggal.</li></ul>
1972	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sultan Hamengkubuwono IX tidak menggunakan Taman Sari sesuai dengan fungsi awalnya.</li></ul>
1 April 1976	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sultan mengumumkan status Taman Sari tidak lagi digunakan total oleh keluarga kesultanan</li><li>• Kawasan Taman Sari semakin padat dan tidak teratur</li><li>• Tanah dapat diperjual belikan kepada masyarakat luar</li></ul>
1998 – 1999	<ul style="list-style-type: none"><li>• Taman Sari didaftarkan sebagai cagar budaya</li><li>• Taman Sari mengalami renovasi kecil terhadap bangunan yang membutuhkan perawatan.</li></ul>
2000	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dibuka sebagai pariwisata budaya (destinasi wisata)</li></ul>

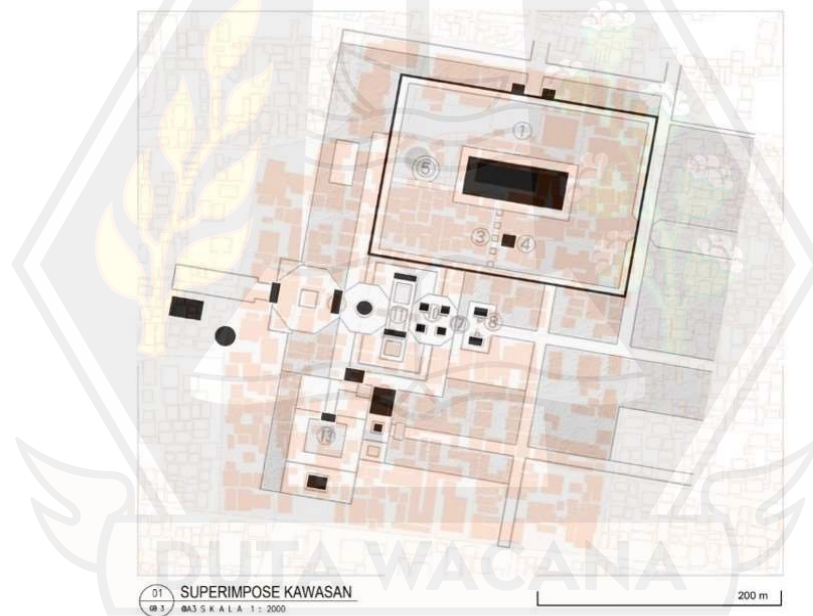
Sumber : (Hardie & Sumarno, 2022)

Setelah terjadi gempa tektonik 10 Juni 1867, pada tahun 1976 area sekitar Taman Sari semakin padat dan bertumbuh secara sporadis. Bertambah padatnya Kawasan Taman Sari dikarenakan lahan kawasan Taman Sari tidak lagi digunakan total oleh kesultanan dan dapat digunakan oleh masyarakat, serta dapat diperjual belikan. Kemudian Taman Sari dinyatakan sebagai cagar budaya pada tahun 1998-1999, dan pada tahun 2000 dibuka sebagai destinasi wisata budaya Yogyakarta.

Peran penting taman pada Taman Sari berubah dengan adanya transformasi kawasan kawasan menjadi kawasan wisata heritage yang dikelilingi oleh permukiman padat seperti pada gambar 1.3. Taman atau ruang terbuka hijau memiliki fungsi antara lain fungsi ekosistem, tempat rekreasi, pendorong kohesi sosial di masyarakat, serta mitigasi terhadap bahaya perubahan iklim (Cabral et al., 2017). Taman Sari merupakan kawasan atau kompleks bangunan yang langsung

bersinggungan dengan ruang luar iklim tropis. Kenyamanan termal ruang luar pada iklim tropis memperhatikan kecepatan angin, suhu, kelembapan, panas permukaan (suhu radiasi) dan faktor manusia (pakaian dan aktivitas). Beberapa elemen yang mempengaruhi kenyamanan termal adalah vegetasi, material selubung bangunan, material pelingkup permukaan, pembayangan dan jarak antar bangunan.

Kenyamanan termal di iklim tropis penting untuk dikaji sebab di iklim tersebut terjadi akumulasi panas radiasi sepanjang tahun dan kelembapan yang dapat menyebabkan rasa tidak nyaman di ruang luar (P. Sangkertadi & Syafriny, 2013). Maka kenyamanan termal menjadi hal yang berpengaruh pada aktivitas di sekitar Taman Sari.



**Gambar 1.3** Superimpose Taman Sari 1765 dan 2024  
*Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023*

Gambar 1.3 menunjukkan kawasan Taman Sari semakin padat bahkan beberapa masyarakat membuat rumah di dalam situs Taman Sari dan menempel dengan situs tersebut. Tidak hanya kepadatan, namun pemilihan material

permukaan rumah-rumah di sekitar Taman Sari memberi dampak pada iklim mikro kawasan (gambar 1.4). Pemilihan material yang tidak tepat dapat menimbulkan rasa tidak nyaman saat melakukan aktivitas wisata. Contoh ketidaknyamanan akibat penggunaan material yang tidak tepat, seperti silau ketika berjalan sejajar dengan atap seng rumah masyarakat.



**Gambar 1. 4** Rumah Masyarakat di sekitar Taman Sari  
*Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023*

Aktivitas utama yang terjadi di Kawasan Taman Sari adalah kegiatan wisata dengan pengunjung sebagai pelaku utama wisata. Taman Sari merupakan salah satu destinasi favorit bagi wisatawan mancanegara, data dari Badan Pusat Statistik DIY pada Juni 2023 tercatat 12.444 wisatawan mancanegara berkunjung ke Yogyakarta (Riatmoko, 2023). Pengunjung taman sari mengalami peningkatan 2 kali lipat pada akhir tahun 2022. Jumlah pengunjung mencapai 3000 orang per hari pada libur akhir tahun ini dan pengunjung di hari libur biasa dapat mencapai 1500 orang per hari (Handoko, 2023). Pengunjung melakukan kegiatan berjalan dan duduk (berhenti) untuk dapat menikmati rangkaian wisata di Taman Sari. Sedangkan masyarakat di sekitar kawasan taman sari merespon kegiatan wisata dengan berjualan berbagai makanan, minuman dan souvenir.



**Gambar 1.5** Aktivitas Pengunjung Taman Sari  
*Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023*

Gambar 1.5 adalah beberapa aktivitas wisatawan yang terjadi di kawasan Taman Sari. Terlihat beberapa perbedaan perilaku pengunjung saat berjalan dan berhenti (istirahat) untuk menikmati bangunan, berfoto dan mendengarkan cerita dari *tour guide* di ruang luar (tanpa atap atau tutupan secara fisik). Perbedaan tersebut ditandai dengan durasi dan pemilihan tempat untuk berhenti (istirahat), serta kecepatan berjalan yang berbeda di beberapa tempat, meskipun sama sama merupakan tempat di ruang luar. Selain itu juga terlihat perbedaan ekspresi pengunjung dalam merespon kenyamanan termal di sekitarnya.



**Gambar 1.6** Aktivitas Berjualan Masyarakat di Kawasan Taman Sari  
*Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023*

Masyarakat juga melakukan respon terhadap kegiatan wisata dengan berjualan. Gambar 1.6 merupakan bentuk berbagai macam respon masyarakat di sekitar Taman Sari. Masyarakat memilih beberapa lokasi yang berbeda untuk berjualan di ruang luar dengan berbagai pertimbangan. Unikny beberapa penjual



yang memilih lokasi berjualan di tempat yang terasa panas dan bukan merupakan tempat strategis untuk berhenti atau berkumpul.

Dengan terus meningkatnya jumlah kunjungan dan kondisi kawasan yang padat, kenyamanan termal ruang luar menjadi penting untuk dapat beraktivitas secara optimal. Saat melakukan aktivitas wisata di ruang luar kawasan Taman Sari diperlukan penyesuaian terhadap kenyamanan termal kawasan. Penelitian ini menggunakan prinsip kenyamanan termal dalam identifikasi dan analisis kenyamanan ruang luar dan ancaman bahaya terhadap perubahan kawasan. Memberi rekomendasi strategi meningkatkan kenyamanan ruang luar kawasan Taman Sari.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Dengan uraian pada latar belakang maka perlu dilakukan studi dengan pertanyaan penelitian, bagaimana perubahan urban morfologi Taman Sari mempengaruhi iklim mikro dan kenyamanan termal ruang luar dalam aktivitas wisata.

## **1.3. Rumusan Hipotesis**

Kawasan Taman Sari mengalami penurunan kualitas kenyamanan termal ruang luar akibat perubahan fisik dan fungsi.

## **1.4. Tujuan Penelitian**

Mengidentifikasi pengaruh perubahan urban morfologi kawasan Taman Sari terhadap iklim mikro dan kenyamanan termal ruang luar dalam aktivitas wisata.

## 1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Agar penelitian ini menjadi terarah dan sistematis, ada pertimbangan waktu dan penentuan titik observasi untuk dapat menjalankan penelitian ini. Maka terdapat ruang lingkup atau batasan permasalahan dalam penelitian antara lain:

1. Objek penelitian merupakan area ruang luar pada kawasan Taman Sari
2. Penelitian ini membahas bagaimana transformasi kawasan mempengaruhi kondisi iklim mikro dan kenyamanan termal ruang luar.
3. Penelitian ini mencakup pengukuran data iklim, simulasi transformasi kawasan berdasarkan *time series*, dampak perubahan urban morfologi kawasan terhadap kenyamanan termal aktivitas wisata yang memiliki luaran identifikasi kondisi termal iklim mikro

## 1.6. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki akan manfaat bagi penulis dan pihak lain yang memerlukanya yaitu :

### 1.6.1 Manfaat Teoritis

- a. Penelitian ini sebagai pengetahuan tentang urban morfologi Taman Sari masa lalu dan masa kini.
- b. Penelitian ini memberikan pemikiran bagi pengembangan dan penyempurnaan teori-teori dalam ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan kenyamanan termal ruang luar.
- c. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi bagi pengembangan keberlanjutan dalam menjaga iklim mikro kawasan,

khususnya pada Kawasan Taman Sari.

- d. Diharapkan bermanfaat bagi pembaca untuk mempelajari tentang kenyamanan ruang luar (iklim mikro) terhadap psikologi lingkungan dan aktivitas manusia.

### **1.6.2 Manfaat Praktis**

- a. Mengasah kemampuan penulis untuk mengambil data lapangan dan mengolahnya dengan baik.
- b. Mengasah kemampuan penulis dalam menggunakan *software* simulasi dan sebagai pengetahuan menggunakan *software ENVI-met*.
- c. Mengimplementasikan teori-teori yang didapat dari perkuliahan maupun sumber yang lainnya.
- d. Sebagai informasi dan bahan evaluasi untuk dapat dikembangkan dalam penelitian selanjutnya dengan materi yang komprehensif.
- e. Sebagai pengetahuan dan informasi di bidang arsitektur.

### **1.7. Diagram Alur Pikir Penelitian**

Penelitian diawali dengan studi pengaruh kecepatan angin terhadap kenyamanan termal pada aktivitas berjalan santai yang diseminarkan pada 18 Oktober 2023 dalam SMART (Seminar on Architecture Research and Technology) #7 GaBE (Geodynamics and Built Environment) #2. Dalam penelitian ini menghasilkan 3 luaran dalam satu rangkaian kerangka berpikir seperti pada gambar 1.7.

Identifikasi Kenyamanan Termal Ruang Luar									
Oktober 2023	Bulan 1 Oktober 2023	Bulan 2 November 2023	Bulan 3 Desember 2023		Bulan 4 Januari 2024		Bulan 4,5,6 Januari - Maret 2024	Bulan 6 dan 7 Maret- April 2024	Bulan 8 Mei 2024
Penelitian1. (Awal)  <b>Artikel Prosiding</b>  <i>Tertampil</i>	Studi Lapangan  Studi Pustaka <i>Tertampil</i>	Survei Lapangan  Data Primer (Mapping Lokasi)	Survei Lapangan  Data Primer (Data Iklim pilot project)	Olahan Bahan dan Analisi  Kompilasi Data -> <b>Jurnal</b>	Proposal Tesis  Studi Pustaka	Survei Lapangan  Data Primer (Mapping Lokasi Tesis)	Survei Lapangan  Data Primer Data Iklim Periode 1  Survei Lapangan  Data Primer Data Iklim Periode 2  Wawancara <b>Pengolahan Data</b>	Penggambaran keadaan iklim dengan time series Taman Sari  Analisi Perhitungan dan simulasi Softwere	<b>Tesis</b>
<b>Pengaruh Kecepatan dan Persebaran Angin</b>				<b>Temperature Humudiy Index Kawasan</b>			<b>Identifikasi Kenyamanan Termal Ruang Luar Akibat Perubahan Urban Morfologi</b>		
Kenyamanan Termal Ruang Luar									

**Gambar 1. 7** Rangkaian Penelitian  
*Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023*

Tesis menjadi luaran akhir yang merangkum tema besar kenyamanan termal ruang luar kawasan Taman Sari. Sedangkan artikel prosiding dan jurnal merupakan luaran yang menjadi data pendukung dan temuan awal untuk dikembangkan sesuai dengan tujuan penelitian ini.

Berikut merupakan kerangka berpikir yang menggunakan sistem pemikiran deduktif dimana peneliti memulai dari hal hal umum ke khusus:





**Gambar 1. 8** Diagram Alur Penelitian  
 Sumber : Dokumentasi Pribadi,2024

## BAB 5

### KESIMPULAN

#### 5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dalam pembahasan dan analisis pada bab sebelumnya, untuk menjawab pertanyaan penelitian bagaimana perubahan urban morfologi Taman Sari mempengaruhi iklim mikro dan kenyamanan termal ruang luar dalam aktivitas wisata, dapat disimpulkan sebagai berikut:

Time series urban morfologi Taman Sari pada tahun 1765, 2006, 2012 dan 2004 dapat memperlihatkan signifikansi perubahan fisik taman sari yang terpengaruhi oleh perubahan fungsi. Perubahan urban morfologi ini memberikan dampak kepada meningkatnya BCR (building coverage ratio) yang berbanding lurus dengan peningkatan iklim mikro kawasan sebesar  $0,52^{\circ}\text{C}$  -  $3,95^{\circ}\text{C}$  dari tahun 1765 hingga 2024. Peningkatan suhu yang terjadi tidak hanya karena faktor BCR namun juga penggunaan material dan vegetasi. Penggunaan material yang berbeda pada area terbuka mempengaruhi perbedaan suhu pada zona dan titik amatan. Adanya vegetasi dapat menurunkan rata-rata suhu radiasi sebesar  $\pm 8^{\circ}\text{C}$  -  $9^{\circ}\text{C}$  pada *grid* area di sekitar vegetasi atau pohon (tabel 4.2).

Iklim mikro kawasan sangat dipengaruhi pada kondisi eksisting dan aktivitas yang terjadi pada zona penelitian dan titik amatan. Terjadi pola suhu dan kelembaban harian yang relatif sama di setiap hari dalam periode yang sama, namun data iklim setiap titik amatan tentu mengalami perbedaan. Variasi dari data iklim dapat menentukan korelasi dan sifat hubungan antara suhu dan kelembaban yang

dilihat dari superimpose data. Tumpukan data dan pola data harian yang terjadi pada setiap titik amatan menunjukkan bahwa kondisi iklim mikro seluruh kawasan Taman Sari dengan luas  $\pm 10$  ha tidak jauh berbeda. Periode 1 Januari 2024 dengan kondisi cuaca hujan pada beberapa hari memiliki banyak tumpukan data yang selaras dengan sifat hubungan suhu dan kelembaban. Sedangkan periode 2 Maret 2024 dengan kondisi cuaca cerah memiliki lebih sedikit tumpukan data, sehingga harus mempertimbangkan data selisih ( $\Delta T$  dan  $\Delta RH$ ) untuk melihat korelasi dari variasi data.

Ketika terjadi anomali sifat hubungan suhu dan kelembaban dimana nilai datanya berbanding lurus, maka kondisi termal akan tidak nyaman. Hal ini juga dipengaruhi oleh cuaca, dimana cuaca memberi dampak merubah relativitas kenyamanan termal. Kondisi iklim dari hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *Temperature Humidity Index* kawasan Taman Sari tidak nyaman.

Kondisi fisik dan iklim yang akan direspon oleh tubuh manusia sehingga dapat memberikan dampak pada aktivitas manusia. Persamaan kenyamanan termal dalam aktivitas berjalan santai dan duduk diam pada Taman Sari menunjukkan persepsi hangat dan panas. Angin merupakan variabel iklim yang signifikan dalam meningkatkan kenyamanan, sedangkan suhu udara dan suhu radiasi merupakan variabel iklim yang signifikan mengurangi kenyamanan dengan meningkatnya persepsi panas. Hal ini dibuktikan dengan adanya survei persepsi kenyamanan termal oleh responden yang 83% dari responden menyatakan ruang luar area Taman Sari relative hangat dan panas. Responden yang menyatakan persepsi hangat dan panas adalah responden remaja dan dewasa yang berusia 12 - 35 tahun. Sedangkan

responden anak-anak dan lansia memiliki persepsi kenyamanan termal yang berbeda. Kecenderungan respon adaptasi dari responden adalah menggerakkan udara. Respon ini sesuai dengan kebutuhan di Taman Sari dimana pergerakan angin dapat meningkatkan kenyamanan termal dalam beraktivitas.

Penyilangan antara variabel terukur yaitu pencatatan data iklim dengan variabel berdasarkan persepsi manusia adalah dengan menggunakan perhitungan persamaan kenyamanan termal. Hasil perhitungan menggunakan data iklim di waktu yang sama dengan survei persepsi kenyamanan, menunjukkan keselarasan antara hasil perhitungan dengan jawaban responden tentang kenyamanan termal. Selain itu persepsi kenyamanan termal oleh responden juga dikonfirmasi menggunakan web [id.weatherspark.com](http://id.weatherspark.com) dengan menggunakan data iklim yang sama saat survei dengan responden. Hasil dari pengecekan menggunakan web tersebut menunjukkan keselarasan dengan hasil kuesioner kenyamanan termal yang diisikan oleh responden.

Dengan pola data iklim yang sama di setiap titik amatan disetiap hari pada periode pengukuran maka kondisi iklim memiliki relativitas yang sama dengan persepsi manusia terhadap kenyamanan termal ruang luar. Namun dapat terjadi anomali ketika responden adalah anak-anak maupun lansia, mengingat faktor fisik dan metabolisme yang berbeda. Selain itu jika responden memiliki latar belakang yang tidak sama dengan kondisi iklim Taman Sari, maka akan muncul juga perbedaan persepsi menanggapi kenyamanan termal.

Pemetaan Kenyamanan Termal kawasan Sari adalah Zona I merupakan zona yang merupakan zona yang mengalami persentase BCR dan peningkatan suhu



paling rendah. Namun terjadi Termal Humidity Index yang tidak nyaman dan persepsi kenyamanan termal yang relatif panas. Sedangkan zona III merupakan zona dengan persentase BCR dan peningkatan suhu paling tinggi, Namun terjadi Termal Humidity Index yang cukup nyaman dan persepsi kenyamanan termal yang relatif hangat. Hal ini dipengaruhi oleh faktor kecepatan angin.

## 5.2. KELEMAHAN

Penelitian ini masih memiliki kelemahan dan keterbatasan yang mempengaruhi hasil dari pembahasan. Beberapa kelemahan penelitian antara lain:

1. Penggunaan instrumen dan *tools* software yang akan terus mengalami update, sehingga dalam setting dan pemrograman software akan terbatas pada waktu tertentu. Untuk saat ini software Envimet masih memerlukan update library dan asset material dan komponen lain seperti vegetasi.
2. Bentuk modeling dalam simulasi tidak dapat menggambarkan eksisting secara riil karena terbatas grid modeling pada software. Pembatasan grid pada software tidak berbayar membatasi cakupan lembar kerja simulasi.
3. Identifikasi iklim Taman Sari pada pembahasan penelitian ini sangat tergantung dan terbatas dengan kondisi cuaca.
4. Masih terdapat  $\pm 17\%$  anomali dan bias dari responden saat survei persepsi kenyamanan termal yang disebabkan usia, metabolisme tubuh, dan *background* responden.

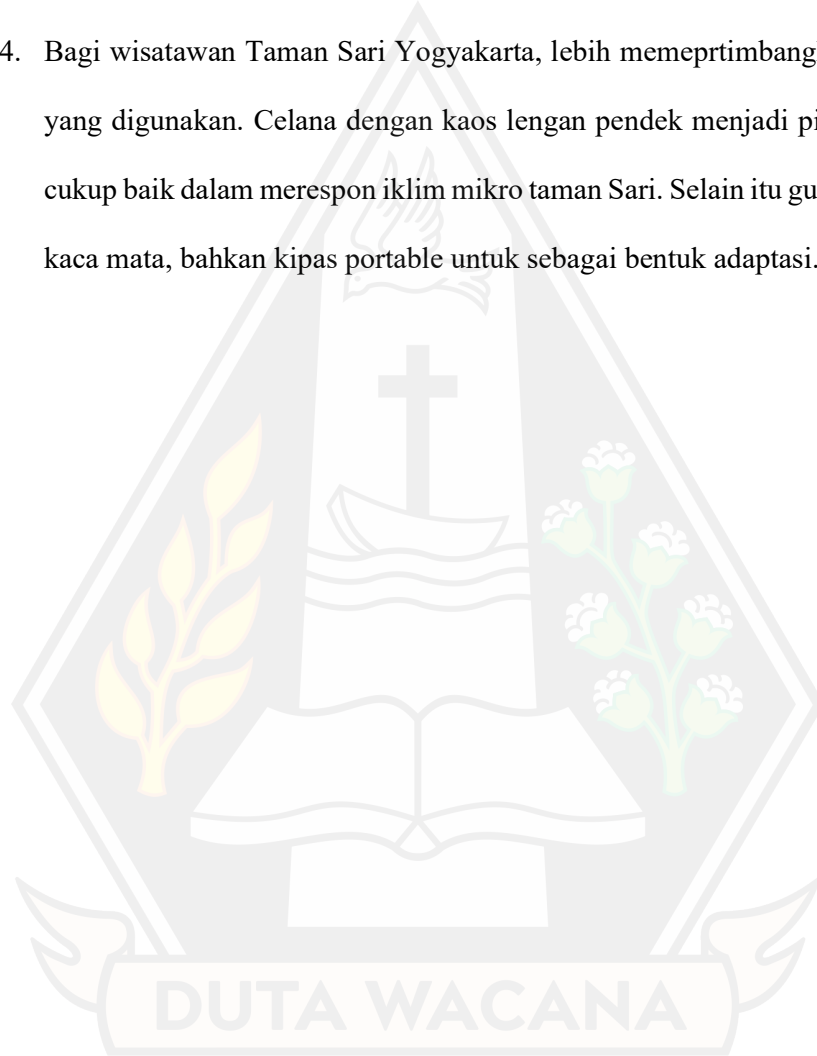
### 5.3. REKOMENDASI

Hasil temuan penelitian ini dapat berkontribusi pada penelitian berikutnya untuk merespon identifikasi iklim terhadap penataan kawasan secara khusus pada kawasan Taman Sari. Beberapa saran dari penelitian berdasarkan kesimpulan dari penelitian antara lain :

1. Bagi peneliti untuk penelitian selanjutnya, antara lain :
  - a. Persepsi kenyamanan termal dengan melibatkan manusia sebagai subjek dan indikator penilaian dapat memperhatikan rentang usia dan *background* responden dalam melihat kemungkinan bias atau anomali hasil penelitian.
  - b. Berfokus pada strategi menggerakkan angin sebagai penghawaan yang dapat mendukung kenyamanan termal ruang luar Taman Sari.
  - c. Elemen teduhan untuk menurunkan suhu secara efektif.
  - d. Mencari indikator rentang cuaca terhadap kenyamanan termal ruang luar.
  - e. Menggunakan identifikasi kondisi termal Kawasan Taman Sari pada penelitian ini sebagai data base.
  - f. Penelitian tentang rekomendasi strategi tata ruang untuk meningkatkan kenyamanan termal kawasan Taman Sari.
2. Bagi Masyarakat, menyadari adanya penambahan kepadatan menyebabkan peningkatan suhu kawasan, sehingga masyarakat mampu beradaptasi dan merespon kondisi iklim mikro berdasarkan *database* pada zona dan titik amatan penelitian.
3. Bagi pemerintah keraton Yogyakarta, dinas pariwisata dan pengelola, untuk

dapat mengelola sesuai dengan aspek keberlanjutan pariwisata dengan evaluasi dan mengukur dampak perubahan lingkungan dan perubahan iklim. Pembuatan strategi penataan ruang dan rute wisata sebagai bentuk adaptasi terhadap iklim dan cuaca.

4. Bagi wisatawan Taman Sari Yogyakarta, lebih memepertimbangkan pakain yang digunakan. Celana dengan kaos lengan pendek menjadi pilihan yang cukup baik dalam merespon iklim mikro taman Sari. Selain itu gunakan topi, kaca mata, bahkan kipas portable untuk sebagai bentuk adaptasi.



## DAFTAR PUSTAKA

- Annisa, N., Krisdianto, & Peran, S. B. (2020). Seleksi Pohon Teduhan di Kampus Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru. *BIOSCIENTIAE*, 17, 15–24.
- Astuti, A. M. K., & Amijaya, S. Y. (2023). Pengaruh Kecepatan dan Persebaran Angin terhadap Kenyamanan Termal Aktivitas Berjalan Santai di Kawasan Taman Sari. *SMART: Seminar on Architecture Research and Technology*, 7(1), 135–146. <https://doi.org/10.21460/smart.v7i1.250>
- Ayudya, D., & Ikaputra, I. (2022). Memahami Perkembangan Kota Melalui Urban Morphology. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, 18(3), 235–245. <https://doi.org/10.14710/pwk.v18i3.36135>
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Indikator Kesejahteraan Rakyat 2023*. <https://www.bps.go.id>
- Burton, I., Kates, R. W., White, G. F., & Kates, R. W. (1993). *The environment as hazard* (2nd ed). Guilford Press.
- Cabral, I., Costa, S., Weiland, U., & Bonn, A. (2017). Urban Gardens as Multifunctional Nature-Based Solutions for Societal Goals in a Changing Climate. In N. Kabisch, H. Korn, J. Stadler, & A. Bonn (Eds.), *Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas: Linkages between Science, Policy and Practice* (pp. 237–253). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-56091-5\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-319-56091-5_14)
- Carson, J. S. (2004). Introduction to modeling and simulation. *Proceedings of the 2004 Winter Simulation Conference, 2004.*, 1371297. <https://doi.org/10.1109/WSC.2004.1371297>
- Cuaca DI Yogyakarta 20 Januari*. (n.d.). [Data weather]. Weather Spark. Retrieved May 20, 2024, from <https://id.weatherspark.com>
- Dale, B. (2024, January 14). Krisis iklim: 2023 jadi tahun terpanas sepanjang sejarah, apa yang perlu diwaspadai tahun ini? BBC News Indonesia. <https://www.bbc.com/indonesia/articles/c8722p5pgrmo>
- Elfianis, R. (2022, January 28). *Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Kenanga*. Ilmu Pertanian. <https://agrotek.id/klasifikasi-dan-morfologi-tanaman-kenanga/>
- Enander, A. (1989). Effects of thermal stress on human performance. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 15 Suppl 1.
- Extech RHT20 Humidity and Temperature Datalogger*. (n.d.). Teledyne FLIR. Retrieved

April 28, 2024,

- Friadi, R., & Junadhi, J. (2019). Sistem Kontrol Intensitas Cahaya, Suhu dan Kelembaban Udara Pada Greenhouse Berbasis Raspberry Pi. *Journal of Technopreneurship and Information System (JTIS)*, 2(1), 30–37. <https://doi.org/10.36085/jtis.v2i1.217>
- Gempa bumi Yogyakarta 2006. (2024). In *Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas*. <https://id.wikipedia.org>
- Habibah, E., Suyono, E. A., Koerniawan, M. D., Suwanti, L. T., Siregar, U. J., & Budiman, A. (2022). Potential of natural sunlight for microalgae cultivation in Yogyakarta. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 963(1), 012041. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/963/1/012041>
- Hakim, R. (2012). *Komponen Perancangan Arsitektur Lansekap* (Cet.1). Bumi Aksara.
- Handoko, T. (2023, January 1). Libur Akhir Tahun, Pengunjung Tamansari dan Kraton Naik 2 Kali Lipat. *Harianjogja.com*. <https://jogjapolitan.harianjogja.com>
- Hardie, C. G. P., & Sumarno. (2022). Perkembangan Alih Fungsi Bangunan Kompleks Taman Sari Keraton Yogyakarta Tahun 1972-2000. *Avatara, Volume 12*(Jurnal Pendidikan Sejarah).
- Hidayat, M. (2018). Analisis Vegetasi Dan Keanekaragaman Tumbuhan Di Kawasan Manifestasi Geotermal Ie Suum Kecamatan Masjid Raya Kabupaten Aceh Besar. *BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi dan Kependidikan*, 5(2), 114–124. <https://doi.org/10.22373/biotik.v5i2.3019>
- Jogja Dataku. (2024). *List Master Data*. Jogja Dataku. [https://bappeda.jogjaprovo.go.id/dataku/data\\_dasar/index/710-iklim](https://bappeda.jogjaprovo.go.id/dataku/data_dasar/index/710-iklim)
- Kartika, Q. A., Hidayat, R., & Virgianto, R. H. (2021). Perubahan Temperature Humidity Index (THI) di Pulau Jawa sejak 1981 hingga 2019. *Majalah Geografi Indonesia*, 35(2), 104. <https://doi.org/10.22146/mgi.63432>
- Kepel. (2024). In *Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas*. <https://id.wikipedia.org>
- Koenigsberger, O. H. (Ed.). (1974). *Manual of tropical housing and building*. Longman.
- Latifah, N. L. (2015). *Fisika Bangunan 1*. Griya Kreasi.
- Latifah, N. L., Perdana, H., Prasetya, A., & Siahaan, O. P. M. (2012). *Kajian Kenyamanan Termal Pada Bangunan Student Center Itenas Bandung- Penelusuran Google*. <https://www.google.com/search?q=jurnal+kenyamanan+termal+mempengaruhi+makna+tempat>

- McGregor, G. R., & Nieuwolt, S. (1998). *Tropical Climatology: An Introduction to the Climates of the Low Latitudes, 2nd Edition* (2nd edition). Wiley.
- Mujahiddin, R. M. (2019). *Strategi Desain Ruang Luar Untuk Meningkatkan Kenyamanan Thermal Kawasan fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang* [Universitas Brawijaya].
- Noviandri, P. P., & Octarino, C. N. (2021). Study Of Sound Behavior From Audial Experience In Taman Sari Yogyakarta. *Vitruvian : Jurnal Arsitektur, Bangunan Dan Lingkungan*, 10(3), 177–186.  
<https://doi.org/10.22441/vitruvian.2021.v10i3.001>
- Noviandri, P. P., & Sabono, F. (2018a). Adaptasi Bangunan Cagar Budaya Tamansari Yogyakarta Terhadap Perkembangan Jaman Melalui Soundscape. *Prosiding Seminar Nasional Archimariture*, A078–A086.  
<https://doi.org/10.32315/sem.3.a078>
- Noviandri, P. P., & Sabono, F. (2018b). Kajian Perubahan Ruang Dan Soundmark Kawasan Wisata Pusaka Tamansari Yogyakarta. *ATRIUM: Jurnal Arsitektur*, 4(1), 11–22. <https://doi.org/10.21460/atrium.v4i1.27>
- Reducing Urban Heat Island : Compendium of Strategies - Trees Dan Vegetation (2012).
- Riatmoko, F. I. (2023, September 11). *Kunjungan Wisatawan Mancanegara ke Yogyakarta Meningkat*. [kompas.id](https://www.kompas.id). <https://www.kompas.id>
- Sandy. (2021). *Temp (RH) Management Software—Manual Book*. <http://development.tzonedigital.cn/>
- Sangaji, Y., Sangkertadi -, & Sembel, A. (2015). Kajian Kenyamanan Termal Bagi Pejalan Kaki Pada Jalur Pedestrian Universitas Sam Ratulangi. *Spasial*, 2(2), 98–106.  
<https://doi.org/10.35793/sp.v2i2.9091>
- Sangkertadi, P., & Syafriny, R. (2013). Panas Dan Kenyamanan Iklim Mikro Akibat Sifat Bahan Perkerasan Pelapis Permukaan Ruang Luar Di Daerah Beriklim Tropis Lembab (Heat and Comfort of Micro Climate due to Thermal Properties of Hard Materials of Ground Surface in Humid Tropics Environment). *MEDIA MATRASAIN*, 10(1), 1–6. <https://doi.org/10.35792/matrasain.v10i1.4085>
- Sangkertadi, S. (2006). Peran Kecepatan Angin Terhadap Peningkatan Kenyamanan Termis Manusia Di Lingkungan Beriklim Tropis Lembab (The Role of Wind Velocity on Increasing Human Thermal Comfort in Hot and Humid Environment). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 13(2), 71–89.  
<https://doi.org/10.22146/jml.18651>

- Sangkertadi, S., & Syafriny, R. (2012). Perumusan Persepsi Kenyamanan Termis Pejalan Kaki di Iklim Tropis Lembab dan Membandingkan dengan Rumus untuk Iklim lainnya. *Forum Geografi*, 26(2), 146–159. <https://doi.org/10.23917/forgeo.v26i2.5069>
- Satwiko., P. (2009). *Fisika Bangunan* (1st ed.). Andi.
- Smith, K. (2013). *Environmental hazards: Assessing risk and reducing disaster* (6th ed). Routledge.
- Subagyo. (2024, March 23). *Survei Persepsi Kenyamanan Termal Ruang Luar Kawasan Taman Sari* [Personal communication].
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sugiyono. (2017). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. ALFABETA.
- Sukwika, T. (2023). Menentukan Populasi dan Sampling. In *Metode Penelitian (Dasar Praktik dan Penerapan Berbasis ICT)* (pp. 159–173). PT. Mifandi Mandiri Digital.
- Tadi, S. (2012). Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap Tingkat Kenyamanan Termal Di Ruang Luar Iklim Tropis Lembab. *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia, Volume 1 No.2*. <https://www.academia.edu/4017453>
- Wati, T., & Fatkhuroyan, F. (2017). Analisis Tingkat Kenyamanan Di DKI Jakarta Berdasarkan Indeks THI (Temperature Humidity Index). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 15(1), 57. <https://doi.org/10.14710/jil.15.1.57-63>
- Winarso, W. (2014). Membangun Kemampuan Berfikir Matematika Tingkat Tinggi Melalui Pendekatan Induktif, Deduktif Dan Induktif-Deduktif Dalam Pembelajaran Matematika. *Eduma: Mathematics Education Learning and Teaching*, 3(2). <https://doi.org/10.24235/eduma.v3i2.58>
- World Tourism Organization. (2013). *Sustainable tourism for development guidebook enhancing capacities for sustainable tourism for development in developing countries*. World Tourism Organization.