

## **Analisis Iklim Mikro Kawasan Berdasarkan Kerapatan Bangunan dan Vegetasi di Kawasan Institut Teknologi Bandung (ITB) Kampus Ganesha Bagian Selatan**

*Annisa Binti Nolasari<sup>1</sup>, Wardatut Toyyibah<sup>2</sup>, Abhi Kurniawan<sup>3</sup>, Dyah Rembulan W.S<sup>4</sup>, M. Fadhlul Wafi Chandra<sup>5</sup>, M. Donny Koerniawan<sup>6</sup>*

*Program Studi Magister Rancang Kota, Sekolah Arsitektur, Perencanaan dan Pengembangan Kebijakan, Institut Teknologi Bandung<sup>123456</sup>*

e-mail: \*[1nolasariannisa@gmail.com](mailto:nolasariannisa@gmail.com), [2wardatuttybh@gmail.com](mailto:wardatuttybh@gmail.com), [3abhikurniawan79@gmail.com](mailto:abhikurniawan79@gmail.com), [4dyahrembulan@gmail.com](mailto:dyahrembulan@gmail.com), [5wafichandra1997@gmail.com](mailto:wafichandra1997@gmail.com), [6donnykoer@itb.ac.id](mailto:donnykoer@itb.ac.id)

### **ABSTRACT**

This study was conducted with the goal to identify parameters for a comfortable and cool outdoor environment, particularly in a tropical country like Indonesia. However, no previous research has been conducted to investigate the relationship between building configuration, vegetation density, and climatic conditions in campus areas, particularly the ITB Ganesha campus. As a result, the purpose of this research is to identify and analyze the microclimate on the ITB Ganesha campus using ENVI-MET simulations. Thermal comfort factors affected by building configuration and vegetation density are examined in order to determine the relationship between those factors and microclimatic conditions in the campus area. This study employs quantitative methods, including simulation using ENVI-met software and comparison of the characteristics of the areas with data from the simulation. According to the findings, areas with higher vegetation density and lower yet more organized building configurations are cooler and more comfortable than areas with lower vegetation density and lower yet less organized building configurations. This research could lead to new insights for campus planning and development, as well as help create a healthy and comfortable environment on the ITB Ganesha campus while facing the global climate crisis. Aside from that, this study can be used as a reference for decision-making in the field of urban and environmental planning to improve life quality by improving outdoor environmental quality.

**Keywords:** *Microclimate Analysis, Vegetation Density, Building Configuration, ENVI-met, ITB Ganesha Campus*

### **ABSTRAK**

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui parameter dari lingkungan luar ruangan yang nyaman dan sejuk, terutama di negara tropis seperti Indonesia. Namun, belum ada penelitian sebelumnya yang menganalisis hubungan antara konfigurasi bangunan, kerapatan vegetasi, dan kondisi iklim di kawasan kampus, seperti di kawasan Institut Teknologi Bandung kampus Ganesha. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis iklim mikro di kampus ITB Ganesha. Faktor kenyamanan termal yang dipengaruhi oleh konfigurasi bangunan dan kerapatan vegetasi dianalisis untuk memahami hubungan antara faktor-faktor tersebut dengan kondisi iklim mikro di dalam kampus. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode kuantitatif berupa simulasi menggunakan *software* ENVI-met yang kemudian dilakukan perbandingan antara tiap karakteristik kawasan dengan data hasil simulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa area dengan kerapatan vegetasi yang lebih tinggi serta bangunan yang lebih rendah dan teratur memiliki kondisi iklim mikro yang lebih sejuk dan nyaman dibanding area dengan kerapatan vegetasi yang lebih rendah serta konfigurasi bangunan yang lebih tinggi dan padat. Penemuan ini dapat memberikan wawasan bagi perencanaan dan pengembangan kawasan kampus, serta memberikan kontribusi dalam menciptakan lingkungan yang nyaman dan sehat di kampus ITB Ganesha dalam menghadapi perubahan iklim global. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi pengambil

keputusan di bidang perencanaan kota dan lingkungan untuk meningkatkan kualitas kehidupan manusia melalui perbaikan kualitas lingkungan luar ruangan.

**Kata kunci:** Analisis Iklim Mikro, Kerapatan Vegetasi, Konfigurasi Bangunan, ENVI-met, Kampus ITB Ganesha

## Pendahuluan

Menciptakan lingkungan luar yang nyaman dan sejuk menjadi penting bagi setiap ruang terbuka (Zhao *et al.* 2016). Serta suhu yang sangat panas dapat membuat banyak orang merasa tidak nyaman (Xi, Li, Mochida & Meng, 2012). Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa menciptakan lingkungan luar yang nyaman dan sejuk dapat meningkatkan aktivitas fisik dan kesehatan mental seseorang (Thach, Zheng, Lai, Wong & Chau, 2015). Oleh karena itu, penting bagi kita untuk memperhatikan kenyamanan termal ruang luar seperti di area kampus agar mahasiswa dan masyarakat umum yang mengunjungi kampus dapat menikmati ruang terbuka dengan nyaman dan mendapatkan manfaat kesehatan yang optimal.

Selain berdampak pada kesehatan fisik dan mental, keberadaan ruang terbuka dengan vegetasi yang baik juga dapat mempengaruhi kondisi iklim mikro kawasan yang terdiri dari suhu, kelembaban udara, serta mengurangi kecepatan angin (Martopo *et al.*, 1995; Koerniawan & Gao, 2014). Pengaruh vegetasi pada iklim mikro juga tergantung pada kondisi atmosfernya (Alexandri & Jones, 2008). Keberadaan vegetasi dianggap sebagai faktor yang paling signifikan, di mana meningkatkan jumlah pohon akan meningkatkan kenyamanan termal (Chan & Chau, 2021). Selain kerapatan vegetasi, konfigurasi bangunan juga dapat mengoptimalkan kenyamanan termal ruang luar salah satunya, dapat dilihat dari variasi ketinggian bangunan (Paramita *et al.*, 2018). Bangunan yang memiliki ketinggian yang bervariasi dan memiliki orientasi yang sama, dapat mengurangi temperatur ruang luar hingga 1,1 derajat celcius (Shareef & Abu-Hijleh, 2020). Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa vegetasi dan konfigurasi bangunan menjadi faktor dominan bagi kenyamanan termal selama siang hari, begitu pula dengan faktor ketinggian bangunan yang dapat meningkatkan kenyamanan termal (Chan & Chau, 2021).

Indonesia sebagai negara tropis harus mempertimbangkan faktor-faktor kenyamanan termal dalam perencanaan dan pengembangan lingkungan binaan. Suhu dan kelembaban yang tinggi pada negara tropis dapat menyebabkan kondisi kenyamanan termal yang tidak optimal bagi manusia (Santamouris *et al.*, 2018). Sedangkan pada negara tropis dengan kelembaban tinggi seperti di Indonesia, ruang terbuka digunakan sepanjang tahun sehingga harus dirancang dengan mempertimbangkan tingkat kenyamanan termal yang sesuai (Koerniawan & Gao, 2015). Oleh karena itu, penyesuaian desain lingkungan binaan yang tepat dapat membantu mengurangi dampak suhu dan kelembaban pada kenyamanan termal.

Penelitian tentang kondisi iklim mikro dan kenyamanan termal di lingkungan kampus semakin menjadi hal yang penting dalam menghadapi perubahan iklim dan peningkatan suhu global. Hingga saat ini, kawasan kampus ITB, yang merupakan salah satu institusi pendidikan tinggi di Indonesia, belum pernah dilakukan penelitian yang menganalisis hubungan antara konfigurasi bangunan dan kerapatan vegetasi terhadap iklim mikro dan kenyamanan termal, terutama di kampus ITB Ganesha bagian selatan. Sebagai gerbang utama kampus ITB, karakteristik kawasan ITB Ganesha bagian selatan perlu dipertimbangkan dalam pengaturan iklim mikro karena dapat mencerminkan citra kampus ITB secara keseluruhan. Untuk mengukur efek tutupan lahan dalam parameter iklim mikro, dapat dilakukan pemodelan menggunakan perangkat lunak seperti Envi-met (Nardino dan Georgiadis, 2011).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi menggunakan perangkat lunak ENVI-Met, dengan memvariasikan tingkat kerapatan bangunan dan vegetasi. Studi ini dilakukan dengan menganalisis kondisi iklim mikro di beberapa sampel lokasi di Kampus ITB Ganesha bagian Selatan, yang dibedakan berdasarkan pola kerapatan bangunan dan vegetasi. Pada tahap awal, data iklim mikro diambil melalui pengukuran langsung di lapangan, seperti suhu udara, radiasi matahari, pergerakan angin, dan kelembaban udara. Selanjutnya, data tersebut dimasukkan ke dalam perangkat lunak ENVI-Met untuk melakukan simulasi iklim mikro di beberapa sampel lokasi di kawasan kampus ITB Ganesha bagian selatan. Dalam perangkat lunak ENVI-Met, komponen tersebut dapat diukur menggunakan perhitungan *Potential Air Temperature (PAT)*, *Mean Radiant Temperature (MRT)*, *Wind Speed (WS)*, dan *Relative Humidity (RH)*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis iklim mikro di kawasan Institut Teknologi Bandung kampus Ganesha bagian selatan dengan menggunakan simulasi ENVI-Met. Selain itu, penelitian ini juga berusaha mengungkap bagaimana hubungan antara konfigurasi bangunan dan kerapatan vegetasi dengan kenyamanan termal di kawasan tersebut. Dengan memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang kondisi iklim mikro di kawasan kampus Institut Teknologi Bandung Kampus Ganesha bagian selatan, diharapkan dapat memberikan panduan bagi perencana dan pengembang dalam mempertimbangkan kondisi iklim mikro dan kenyamanan termal di kawasan Institut Teknologi Bandung Kampus Ganesha bagian selatan. Dengan demikian, dapat dihasilkan lingkungan binaan yang lebih nyaman dan sehat bagi para pengguna kampus, serta dapat berkontribusi pada pengurangan dampak suhu dan kelembaban pada kenyamanan termal di negara tropis seperti Indonesia serta dapat memberikan kontribusi dalam menghadapi perubahan iklim global.

## Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kuantitatif yang dapat dijelaskan dengan angka-angka pasti (Darwin, 2021). Metode penelitian kuantitatif yang digunakan adalah penggabungan dari metode survei, deskriptif, eksperimen, dan korelasional (Bungin, 2005). Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode korelasional, yakni mengukur relevansi antara kerapatan vegetasi dan konfigurasi bangunan dengan elemen-elemen iklim mikro kawasan. Dengan pendekatan penelitian kuantitatif serta metode penelitian korelasional tersebut, maka pada penelitian ini pengumpulan data dilakukan melalui proses observasi (pengamatan terbatas pada objek seperti jalan, bangunan dan vegetasi), pengukuran (mengukur lebar jalan, jenis perkerasan jalan, observasi ketinggian bangunan, jarak antar bangunan, peletakan vegetasi dan karakteristik vegetasi), serta juga melakukan pendokumentasian. Kemudian data - data primer yang telah terkumpul diolah dan disimulasikan menggunakan *software* ENVI-met yang kemudian hasilnya dapat digunakan untuk mengevaluasi kondisi kawasan eksisting dan menarik kesimpulan. Lokasi dan objek penelitian berada di Kawasan Institut Teknologi Bandung Kampus Ganesha bagian selatan dengan luas 11,5 Ha.

### Gambar 1. *Positioning* Lokasi Penelitian Terhadap Kawasan Kampus ITB Ganesha



*Dari Hasil Analisis, 2022*

Kemudian objek kawasan penelitian dilakukan sampling pada 8 titik lokasi amatan berbeda yang disesuaikan dengan jenis kerapatan pohon dan konfigurasi bangunannya, dengan rincian sebagai berikut :

1. Kerapatan Vegetasi

Kerapatan vegetasi dilihat dari jumlah pohon, kategori renggang jika tidak ada pohon, dan padat jika lebih dari 2 pohon dalam 0-8 meter.

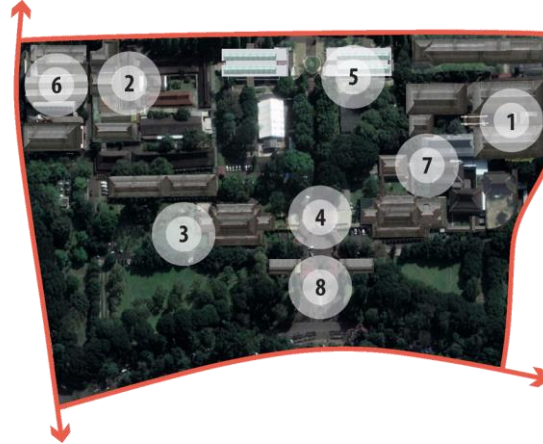
2. Konfigurasi Bangunan

Penelitian ini memeriksa konfigurasi bangunan dari ketinggian dan jarak antar bangunan. Kategori tinggi memiliki lantai lebih dari 4, sedangkan kategori rendah

kurang dari 4. Kategori rapat memiliki jarak antar bangunan kurang dari 8 meter, sedangkan renggang berjarak lebih dari 8 meter.

Berikut adalah peta sebaran 8 titik lokasi amatan beserta kriteria dan karakteristik yang berbeda:

**Gambar 2. Sebaran 8 Titik Sampel Lokasi Amatan pada Kawasan Penelitian**



*Dari Hasil Analisis, 2022*

**Tabel 1. Karakteristik 8 Titik Sampel Lokasi Amatan pada Kawasan Penelitian**

No	Karakteristik	Deskripsi
1	Bangunan Rapat Vegetasi Rapat	Terletak di ujung timur laut kawasan bertepatan di gedung SAPPK Labtek XI dan Gedung Geodesi
2	Bangunan Rapat Vegetasi Renggang	Terletak di Utara Delineasi bertepatan di gedung Departemen Fisika
3	Bangunan Renggang Vegetasi Rapat	Terletak di Bagian Selatan Delineasi berdekatan dengan Aula Barat sisi Barat dan Gedung Teknik Sipil
4	Bangunan Renggang Vegetasi Renggang	Terletak di bagian tengah kawasan bertepatan di kawasan ATM Center ITB
5	Bangunan Tinggi Vegetasi Rapat	Terletak di Bagian Utara Kawasan bertepatan di Gedung Campus Center sisi Timur
6	Bangunan Tinggi Vegetasi Renggang	Terletak di Sisi Barat Laut Kawasan bertepatan di Gedung Center of Infrastructure and Built Environment
7	Bangunan Rendah Vegetasi Rapat	Terletak di Tenggara kawasan berdekatan dengan gedung FSRD ITB utara aula timur
8	Bangunan Rendah Vegetasi Renggang	Terletak di kawasan paling selatan ITB bertepatan di gerbang utama ITB

*Dari Hasil Analisis, 2022*

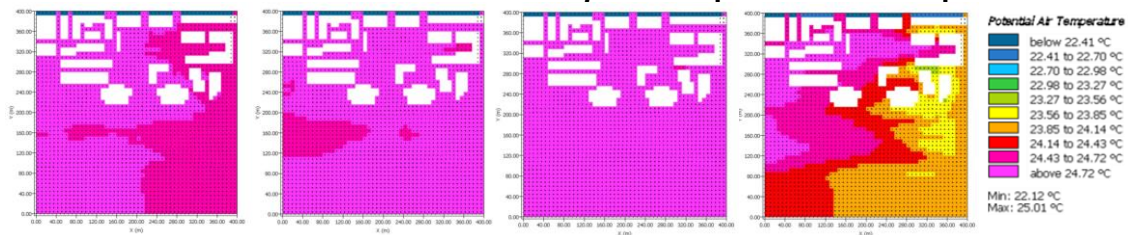
## Pembahasan

Simulasi iklim mikro dilakukan menggunakan aplikasi ENVI-met untuk mendapatkan data *Potential Air Temperature (PAT)*, *Mean Radiant Temperature (MRT)*, *Wind Speed (WS)*, dan *Relative Humidity (RH)* di kawasan studi pada pukul 06.00, 09.00, 15.00, dan 03.00 WIB dengan hasil simulasi sebagai berikut:

### 1. *Potential Air Temperature*

Berdasarkan proses simulasi ENVI-met, diperoleh hasil analisis *Potential Air Temperature (PAT)* pada kawasan studi sebagai berikut:

**Gambar 3. Hasil Analisis *Potential Air Temperature* pada 8 Titik Sampel Lokasi**



Dari Hasil Analisis, 2022

**Tabel 2. Nilai *Potential Air Temperature* pada 8 Titik Sampel Lokasi**

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8
09.00	24.36	24.73	24.64	24.67	24.47	24.68	24.49	24.86
15.00	26.85	26.96	26.95	27.26	26.98	27.02	27.15	27.35
21.00	25.71	25.64	25.78	25.69	25.78	25.60	25.66	25.76
03.00	23.77	23.89	23.85	23.59	23.95	23.87	23.53	23.52

Dari Hasil Analisis, 2022

Berdasarkan hasil simulasi, tatanan bangunan yang rapat (0-8 meter) memberikan kenyamanan temperatur yang lebih baik pada pagi, malam dan dini hari dibandingkan dengan tatanan bangunan yang renggang (>8 meter). Namun, pada siang hari, kawasan dengan tatanan bangunan yang rapat cenderung lebih hangat nyaman.

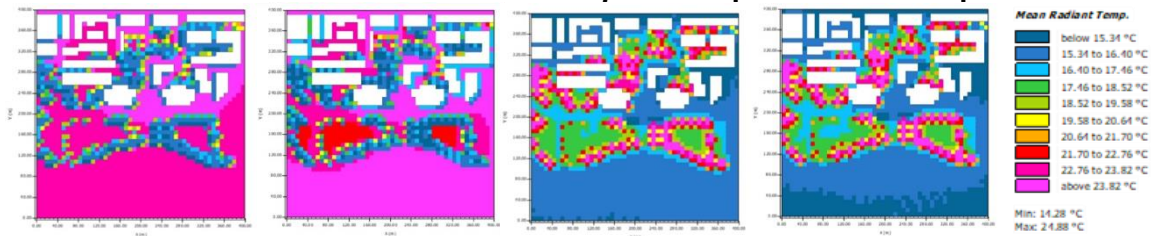
Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa kawasan dengan tatanan bangunan yang rapat dapat mengurangi pengaruh panas dari permukaan tanah dan mempercepat sirkulasi udara untuk menciptakan kenyamanan termal yang lebih baik (Sodagar *et al.*, 2015). Meskipun penambahan vegetasi juga dapat mempengaruhi kenyamanan temperatur, efeknya tidak signifikan jika ketinggian vegetasi rendah. Oleh karena itu, perlu dilakukan pembayangan bangunan yang tepat untuk

meningkatkan kenyamanan termal (Ismail *et al.*, 2017). Sehingga aspek - aspek tersebut penting diperhatikan dalam merancang kawasan Institut Teknologi Bandung Ganessa bagian selatan agar lebih baik dan nyaman di masa depan.

## 2. Mean Radiant Temperature

Berdasarkan proses simulasi ENVI-met, diperoleh hasil analisis *Mean Radiant Temperature (MRT)* pada kawasan studi sebagai berikut:

**Gambar 4. Hasil Analisis Mean Radiant Temperature pada 8 Titik Sampel Lokasi**



Dari Hasil Analisis, 2022

**Tabel 3. Nilai Mean Radiant Temperature pada 8 Titik Sampel Lokasi**

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>09.00</b>	25.01	49.97	26.30	47.66	22.42	28.79	36.93	47.70
<b>15.00</b>	29.56	33.76	50.93	53.64	50.72	35.99	44.40	53.60
<b>21.00</b>	22.37	16.41	20.83	17.28	20.43	16.64	22.92	17.36
<b>03.00</b>	19.91	13.58	18.06	14.29	17.66	14.00	20.29	14.36

Dari Hasil Analisis, 2022

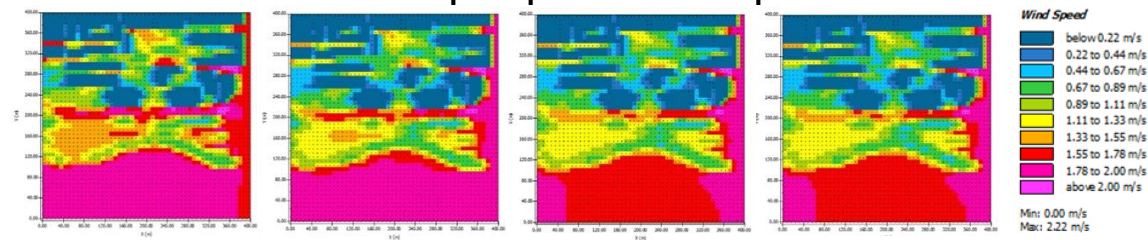
Hasil simulasi menunjukkan bahwa *Mean Radiant Temperature (MRT)* pada pagi dan siang hari memiliki nilai yang tinggi sedangkan pada malam dan dini hari nilai *MRT* cenderung rendah. Secara detail, hasil simulasi menunjukkan bahwa pada pagi dan siang hari, vegetasi yang rapat mempengaruhi suhu kawasan, dimana semakin rapat pola vegetasi maka suhu kawasan akan semakin sejuk, terutama pada titik 1, 3, dan 5. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Wong *et al.* (2018) yang menunjukkan bahwa vegetasi dapat membantu menurunkan suhu pada kawasan perkotaan, terutama pada pagi dan siang hari. Namun, pada titik 6, meskipun pola vegetasinya renggang, suhu kawasan tetap lebih rendah karena tatanan bangunan yang padat, sehingga mampu membantu menurunkan temperatur melalui pembayangan bangunan. Pada malam hari, semakin rapat pola vegetasi pada suatu kawasan maka akan semakin hangat suhu pada kawasan tersebut seperti pada titik 1, 3, 5, dan 7, yang

juga sejalan dengan temuan penelitian sebelumnya (Sailor, 2011). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa selain intensitas dan arah cahaya matahari, kerapatan vegetasi dan tatanan bangunan juga memengaruhi nilai *MRT* pada kawasan Kampus ITB Ganesha bagian selatan, sehingga hal ini penting untuk dipertimbangkan dalam perancangan kawasan Kampus ITB Ganesha bagian selatan agar nyaman dan berkelanjutan di masa depan.

### 3. Wind Speed

Berdasarkan proses simulasi ENVI-met, diperoleh hasil analisis *Wind Speed (WS)* pada kawasan studi sebagai berikut:

**Gambar 5. Hasil Analisis Wind Speed pada 8 Titik Sampel Lokasi**



Dari Hasil Analisis, 2022

**Tabel 4. Nilai Wind Speed pada 8 Titik Sampel Lokasi**

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8
09.00	0.86	0.31	0.61	0.97	1.10	0.21	0.66	1.51
15.00	0.87	0.29	0.50	0.89	0.97	0.19	0.55	1.44
21.00	0.92	0.30	0.53	0.90	0.96	0.19	0.56	1.45
03.00	0.91	0.30	0.53	0.89	0.95	0.18	0.56	1.48

Dari Hasil Analisis, 2022

Hasil simulasi menunjukkan bahwa kecepatan angin pada kawasan studi cenderung masuk ke dalam kategori nyaman, kecuali pada titik 2 dan 6 yang memiliki pola vegetasi yang renggang. Selain itu, intensitas kecepatan angin dipengaruhi oleh ketinggian bangunan, dimana kecepatan angin akan semakin rendah pada kawasan dengan ketinggian bangunan yang tinggi (>4 lantai), dan sebaliknya pada kawasan dengan tipologi bangunan yang rendah (<4 lantai).

Pola kecepatan angin ini cenderung sama baik pada pagi hari, siang hari, malam hari, maupun dini hari. Hal ini sejalan dengan temuan Wong dan Sailor (2016) yang menyatakan bahwa kecepatan angin pada kawasan perkotaan dipengaruhi oleh pola

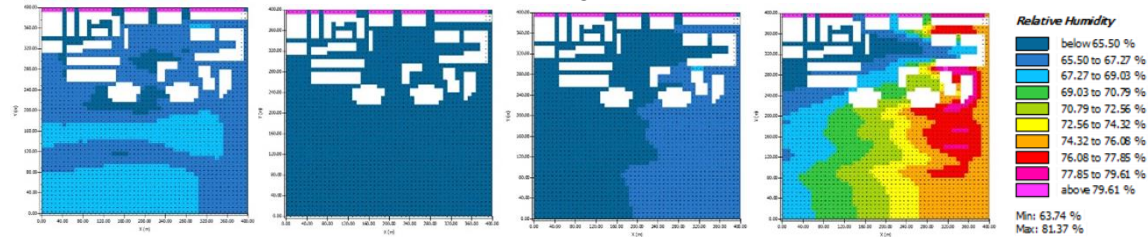


vegetasi dan konfigurasi bangunan. Vegetasi dapat memperlambat kecepatan angin dan membuat kawasan menjadi lebih nyaman, sedangkan bangunan dengan ketinggian yang tinggi dapat menghambat pergerakan udara dan menimbulkan efek turbulensi. Selain itu, penelitian lain oleh (Lee *et al.*, 2019) juga menunjukkan bahwa keberadaan bangunan yang tinggi di kawasan perkotaan dapat mempengaruhi kecepatan angin dan merubah pola aliran udara. Oleh karena itu, dalam merancang kawasan Institut Teknologi Bandung Kampus Ganesha bagian selatan, perlu memperhatikan kerapatan vegetasi dan tatanan bangunan agar kawasan dapat terasa nyaman dan berkelanjutan secara termal.

#### 4. Relative Humidity

Berdasarkan proses simulasi ENVI-met, diperoleh hasil analisis *Relative Humidity* (RH) pada kawasan studi sebagai berikut:

**Gambar 6. Hasil Analisis Relative Humidity pada 8 Titik Sampel Lokasi**



Dari Hasil Analisis, 2022

**Tabel 5. Nilai Relative Humidity pada 8 Titik Sampel Lokasi**

Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>09.00</b>	60.24	58.52	60.02	59.77	60.66	58.37	60.91	59.91
<b>15.00</b>	48.79	48.12	49.12	47.57	49.03	47.77	48.61	47.44
<b>21.00</b>	53.62	52.53	52.98	54.06	53.01	52.49	54.54	54.51
<b>03.00</b>	62.83	60.59	62.35	64.46	61.61	60.42	65.09	65.98

Dari Hasil Analisis, 2022

Hasil simulasi menunjukkan bahwa kelembaban relatif pada kawasan studi Institut Teknologi Bandung Kampus Ganesha Selatan cenderung nyaman, namun nilainya dapat bervariasi pada setiap periode waktu yang berbeda. Pada pagi dan siang hari, kelembaban relatif cenderung tinggi pada kawasan dengan pola vegetasi rapat dan lebih rendah pada kawasan dengan pola vegetasi renggang. Sementara pada malam dan dini hari, kelembaban relatif akan semakin tinggi pada kawasan dengan tipologi bangunan

yang rendah (<4 lantai). Selain itu, kondisi kelembaban relatif juga dipengaruhi oleh arah penyinaran matahari, kerapatan vegetasi pada siang hari, dan ketinggian bangunan pada malam hari.

Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh beberapa peneliti. Menurut Oke (1982), kelembaban relatif dipengaruhi oleh karakteristik permukaan tanah, termasuk kerapatan vegetasi. Hasil penelitian lain oleh Said (2014) menunjukkan bahwa pola vegetasi dan konfigurasi bangunan memengaruhi suhu dan kelembaban udara pada kawasan perkotaan. Selain itu, penelitian oleh Wong *et al.* (2017) menunjukkan bahwa vegetasi dapat memengaruhi kelembaban udara pada kawasan perkotaan. Analisis kelembaban relatif pada Institut Teknologi Bandung Kampus Ganesha Selatan sangat penting mengingat kawasan tersebut merupakan kawasan kampus yang dipenuhi oleh bangunan dan area terbuka hijau. Dengan memahami pengaruh vegetasi dan bangunan terhadap kelembaban udara, kampus dapat melakukan penanganan yang tepat guna meningkatkan kenyamanan dan produktivitas bagi penghuninya.

## 5. Keterkaitan antara kawasan dan hasil simulasi

Hasil simulasi yang sudah dilakukan kemudian dilihat keterhubungan antara karakteristik dengan *wind speed (WS)*, *Potential Air Temperature (PAT)*, *Relative Humidity (RH)*, dan *Mean Radiant Temperature (MRT)*. Berikut adalah tabel penjabarannya.

**Tabel 6. Kesimpulan Keterhubungan Simulasi Iklim Mikro Berdasarkan Kerapatan Vegetasi dan Konfigurasi Bangunan**

Sinar Matahari	Pagi dan Siang Hari		Malam dan Dini Hari		Catatan
	Vegetasi	Bangunan	Vegetasi	Bangunan	
<b>WS</b>	V	V	V	V	Bangunan rapat dan tinggi dengan kondisi vegetasi renggang kurang nyaman
<b>PAT</b>	V*	V	V*	V	*) Kerapatan vegetasi berpengaruh didukung dengan kondisi pembayangan dari bangunan
<b>RH</b>	V	X	X	V	Semakin rapat vegetasinya semakin tinggi nilai RH siang hari. Semakin tinggi bangunannya, semakin tinggi nilai RH malam hari
<b>MRT</b>	V	V	X	V	Semakin rapat vegetasinya, semakin nyaman kondisi ruang luarnya

## Kesimpulan

Berdasarkan simulasi dan pengukuran yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kondisi iklim mikro kawasan Institut Teknologi Bandung apabila dilihat berdasarkan kerapatan vegetasi dan konfigurasi bangunan cenderung memiliki pola yang unik. Dari hasil simulasi dan analisis tersebut, ditemukan bahwa kondisi kerapatan vegetasi memiliki pengaruh terhadap semua elemen iklim mikro kawasan Institut Teknologi Bandung Kampus Ganessa bagianselatan dengan catatan untuk nilai *Potential Air Temperature* kawasan memiliki pengaruh apabila didukung oleh kondisi pembayangan yang baik dari bangunan. Semakin tinggi bangunan, maka semakin rendah nilai *Potential Air Temperature* kawasannya. Hal ini dimungkinkan terjadi karena adanya pengaruh *Potential Air Temperature* terhadap pemanasan dan pendinginan kawasan akibat efek pembayangan. Selain itu, konfigurasi bangunan juga memiliki pengaruh terhadap hampir semua komponen iklim mikro kawasan terutama di siang hari, kecuali pada kondisi *Relative Humidity*. Sedangkan pada malam hari hampir semua komponen memiliki pengaruh terhadap kerapatan vegetasi dan konfigurasi bangunan.

## Daftar Pustaka

- Alexandri, E., Jones, P. (2008). Temperature Decreases in an Urban Canyon Due To Green Walls and Green Roofs in Diverse Climates. *Build. Environ.* 43, 480–493.
- Bungin, B. (2005). Metodologi Penelitian Kuantitatif (Edisi Kedua). Kencana.
- Chan, S.Y., & Chau, C.K. (2021). On the study of the effects of microclimate and park and surrounding building configuration on thermal comfort in urban parks. *Sustainable Cities and Society*, 64, 102512. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102512>.
- Darwin, M., Mamondol, M. R., Sormin, S. A., Nurhayati, Y., Tambunan, H., Sylvia, D., Adnyana, I. M. D. M., Prasetyo, B., Vianitati, P., & Gebang, A. A. (2021). *Metode Penelitian Pendekatan Kuantitatif*. Media Sains Indonesia.
- Ismail, Z. Z., Rohani, M. N. A., Mohd. Nawi, M. N., Osman, M. H., & Muhamad, N. A. (2017). Investigation of the effects of urban morphology on the urban heat island phenomenon in the tropics. *Urban Climate*, 19, 151-169.
- Koerniawan, M. D., & Gao, W. (2014). Thermal Comfort and Walkability In Open Spaces of Mega Kuningan Superblock in Jakarta. IC2UHI Conference, 3.
- Koerniawan, M. D., & Gao, W. (2015). Investigation and Evaluation of Thermal Comfort and Walking Comfort in Hot-Humid Climate Case Study: The Open Spaces of Mega Kuningan-Superblock in Jakarta. *International Journal of Building, Urban, Interior and Landscape Technology (BUILT)*, 6, 53 - 72.
- Lee, K., Park, H., Kim, J., & Kim, J. T. (2019). Performance evaluation of asphalt pavement with solar reflective coating and porous asphalt in urban areas. *Journal of Cleaner Production*, 214, 358-367.
- Martopo S & Fandheli C. (1995). *Analisis Mengenai Dampak Lingkungan: Prinsip Dasar dan Pemaparannya dalam Pembangunan*. Jakarta: Liberty
- Nardino, M., Georgiadis, T., 2011. Catena Modellistica per studi micrometeorologici, microclimatologi biometeorologici in ambiente urbano. IBIMET CNR Bologna. Istituto di Biometeorologia (in Italian).
- Oke, T.R. (1982). The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. 108 (455): 1-24.

- Paramita, B., Fukuda, H., Perdana Khidmat, R., & Matzarakis, A. (2018). Building Configuration of Low-Cost Apartments in Bandung—Its Contribution to the Microclimate and Outdoor Thermal Comfort. *Buildings*, 8(9), 123. <https://doi.org/10.3390/buildings8090123>
- Said, M.N.N., Sulaiman, M.H. and Mohamad, W.S.N.W. (2014). Impact of Land Cover Changes on Urban Heat Island Phenomenon in Urban Area of Kuala Lumpur, Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 153: 540-551.
- Sailor, D. J. (2011). A review of methods for estimating anthropogenic heat and moisture emissions in the urban environment. *International Journal of Climatology*, 31(13), 189-199.
- Santamouris, M., Synnefa, A., Karlessi, T., & Livada, I. (2018). Study on the energy and environmental performance of green roofs. *World Scientific Reference on Asia and the World Economy*, 29(2), 129-136.
- Shareef, S., & Abu-Hijleh, B. (2020). The effect of building height diversity on outdoor microclimate conditions in hot climate. A case study of Dubai-UAE. *Urban Climate*, 32, 100611. <https://doi.org/10.1016/J.UCLIM.2020.100611>
- Sodagar, B., Tan, C. H., & Wong, N. H. (2015). Impact of building layout and orientation on indoor air and surface temperatures in tropical climates. *Building and Environment*, 94, 226-236.
- Thach TQ, Zheng Q, Lai PC, Wong PP, Chau PY, Jahn HJ, Plass D, Katschner L, Kraemer A, Wong CM. (2015). Assessing spatial associations between thermal stress and mortality in Hong Kong: a small-area ecological study. *Science of Total Environment*, 502, 666-672.
- Wong, N. H., Jusuf, S.K., Rahman, M.H.A., Sia, A. and Tan, C.L. (2017). Effects of Urban Greenery on Air Temperature Reduction in a Tropical City. *Sustainable Cities and Society*. 28: 348-355
- Wong, N. H., Jusuf, S. K., Tan, A. Y. K., & Sia, A. (2018). Urban greenery design in high-density cities: A review of current practices and future directions. *Landscape and Urban Planning*, 170, 1-17.
- Xi, T., Li, Q., Mochidaa, A., & Meng, Q. (2012). Study on the outdoor thermal environment and thermal comfort around campus clusters in subtropical urban areas. *Building and Environment*, 52, 162–170.
- Zhao, L., Zhou, X., Li, L., He, S., & Chen, R. (2016). Study on outdoor thermal comfort on a campus in a subtropical urban area in summer. *Sustainable Cities and Society*, 22, 164-170.