

## **PENGARUH TATANAN MASSA TERHADAP KENYAMANAN TERMAL JALUR PEDESTRIAN JALAN MANGKUBUMI YOGYAKARTA**

**Prasetyo Febriarto<sup>1</sup>, Nurizka Fidali<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Arsitektur, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Amikom Yogyakarta, Jl. Padjajaran, Ring Road Utara, Kel. Condongcatur, Kec. Depok, Kab. Sleman, Prop. Daerah Istimewa Yogyakarta, 55283

<sup>2</sup> Program Studi Arsitektur, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Amikom Yogyakarta, Jl. Padjajaran, Ring Road Utara, Kel. Condongcatur, Kec. Depok, Kab. Sleman, Prop. Daerah Istimewa Yogyakarta, 55283

\*Email : [arto1492@gmail.com](mailto:arto1492@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Efek iklim tropis lembab berpengaruh terhadap aktivitas kegiatan perkotaan yang berakibat munculnya pulau panas (*heat island*) yang terjadi di wilayah iklim mikro terutama di wilayah perkotaan yang identik dengan kepadatan bangunan, hutan beton, banyak elemen keras seperti perkerasan yang mengakibatkan suhu kota menjadi panas. Fenomena tersebut juga berdampak pada aktivitas kegiatan yang terjadi di salah satu area yang menjadi lokasi penelitian di ruang luar jalan Pangeran Mangkubumi Yogyakarta dengan lokasi khusus pada jalur pedestrian. memilih di jalur pedestrian dikarenakan jalur ini mempunyai lingkungan berupa ruang terbuka yang sering dilewati para pejalan kaki, digunakan untuk interaksi sosial, jalur yang menjadi salah satu destinasi wisata. Jalur ini juga dilengkapi oleh *enclosure* berupa bangunan dengan ketinggian dan fungsi yang beragam serta berhimpitan dengan bangunan disebelahnya. Jalur di jalan ini terdapat vegetasi yang kurang memberi keteduhan jalur pedestrian di sepanjang jalan Pangeran Mangkubumi. Melihat urgensi tersebut harus dilakukan pengujian kenyamanan termal difokuskan pada jalur pedestrian. Tujuan dilakukan penelitian ini mengukur tingkat kenyamanan termal dan mengidentifikasi faktor-faktornya. Penelitian dilakukan dengan metode simulasi software Envi - Met 3.1 dan selanjutnya dianalisis berdasarkan teori-teori termal ruang luar, *Urban Heat Island* dan artikel-artikel terkait. Tahapan penelitian ini berupa tahapan persiapan penelitian berupa survey awal, tahapan penelitian berupa pengumpulan data (primer dan sekunder), tahapan analisis yaitu simulasi permodelan dengan menggunakan software Envi-Met, dan muncul temuan yang diharapkan. Penelitian ini mencoba memberikan gambaran sebaran termal dari hasil simulasi envimet dan kemudian dianalisis. Sebaran termal dengan model kondisi eksisting yaitu lingkungan ruang luar jalur pedestrian jalan Pangeran Mangkubumi.

**Kata kunci:** Jalur Pedestrian, 2; Kenyamanan Termal, 3; Simulasi Envimet

### **ABSTRACT**

*The effect of a humid tropical climate affects urban activities which results in the emergence of heat islands that occur in microclimate areas, especially in urban areas which are synonymous with building density,*

concrete forests, lots of hard elements such as pavements which cause city temperatures to heat up. This phenomenon also has an impact on the activities that occur in one of the areas that are the research locations in outer space on the Prince Mangkubumi Yogyakarta road with a special location on the pedestrian path. choose the pedestrian path because this path has an environment in the form of open space that is often passed by pedestrians, used for social interaction, a path that has become a tourist destination. This line is also equipped with enclosures in the form of buildings with various heights and functions that coincide with the buildings next to it. The path on this road has vegetation that does not provide enough shade for the pedestrian path along Jalan Pangeran Mangkubumi. Seeing this urgency, thermal comfort testing must be carried out focused on pedestrian paths. The aim of this research is to measure the level of thermal comfort and identify its factors. The research was conducted using the Envi - Met 3.1 software simulation method and then analyzed based on outdoor thermal theories, Urban Heat Island and related articles. The stages of this research were in the form of research preparation in the form of an initial survey, the research stage in the form of data collection (primary and secondary), the analysis stage in the form of modeling simulation using Envi-Met software, and the expected findings emerged. This research tries to provide an overview of the thermal distribution from environmental simulation results and then analyzed. Thermal distribution using the existing condition model, namely the outdoor environment of the pedestrian path on Jalan Pangeran Mangkubumi.

**Keywords:** *Envi-Met Simulation, Pedestrian Ways, Thermal Comfort,*

---

## PENDAHULUAN

Efek iklim tropis lembab berpengaruh terhadap aktivitas kegiatan perkotaan yang berakibat munculnya pulau panas (*heat island*) yang terjadi di wilayah iklim mikro terutama di perkotaan yang identik dengan kepadatan bangunan, banyak elemen keras yang mengakibatkan suhu kota menjadi panas. Fenomena tersebut juga berdampak pada aktivitas kegiatan yang menjadi lokasi penelitian di ruang luar jalur pedestrian jalan Pangeran Mangkubumi Yogyakarta. Memilih di jalur pedestrian dikarenakan jalur ini mempunyai lingkungan berupa ruang terbuka yang sering dilewati para pejalan kaki, digunakan untuk interaksi sosial, menjadi tempat destinasi wisata. Jalur ini juga dilengkapi oleh enclosure berupa bangunan dengan ketinggian dan fungsi yang beragam serta berhimpitan dengan bangunan disebelahnya. Jalur ini terdapat vegetasi yang kurang memberi keteduhan jalur pedestrian di sepanjang jalan Pangeran Mangkubumi. Terutama pada siang hari dengan posisi matahari berada dipuncak pukul 12.00 - 13.00 WIB, menyebabkan tingginya suhu yang berpengaruh terhadap kenyamanan termal jalur pedestrian. Rumusan masalah dari latar belakang masalah diatas adalah bagaimana membuat model kenyamanan termal di jalur pedestrian jalan Mangkubumi dengan simulasi *Envi-Met*.

Membuat model kenyamanan termal jalur pedestrian dengan melihat pengaruh tatanan massa dan pemecahan masalah melalui software komputer simulasi *Envi-Met 3.1* serta tahapan pengukuran empirik. Tahapan persiapan, studi pustaka mencari referensi awal, mengamati situasi kondisi di lokasi penelitian, identifikasi awal, penyusunan data. Tahapan, dokumentasi foto,

observasi dengan selama empat hari. serta simulasi *Envi-Met*, permodelan sesuai kondisi eksisting, analisis model kawasan beserta informasi kenyamanan termal.

Penelitian-penelitian dengan obyek penelitian di jalan Margo Utomo atau jalan Mangkubumi, Yogyakarta sudah banyak dilakukan, yang difokuskan pada elemen fisik, citra, keruangan dan kebudayaan kawasan. Penelitian dengan fokus kenyamanan termal jalur pedestrian jalan Mangkubumi yang menggunakan software komputer belum pernah dilakukan. Penelitian yang sudah dilakukan perlu di telaah untuk mendapatkan perkembangan dan memunculkan kebaruan pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

- 1) Aprodita Emma Yetti, I. P. (2019). Kajian Toleransi Keruangan Pada Kawasan Pendukung Pariwisata Di Jalan Margo Utomo, Yogyakarta. Jurnal Arsitektur Pendapa.
- 2) Ashari, D. R. (2022). Kesan Pertama Citra Kawasan Berdasarkan Peta Mental Wisatawan (Studi Kasus Di Ruas Tugu Jogja – Titik Nol Km Di Kawasan Malioboro). Universitas Islam Indonesia. Tesis di Jurnal dspace.uui.
- 3) Pawitra Sari, Aris Munandar, I. S. F. (2019). Kajian Place Dependence Warisan Budaya Wujud Pada Sumbu Filosofi Di Kota Yogyakarta. Jurnal IPB, Jurnal Lanskap Indonesia.
- 4) Prasetyo, V. F. A. L. (2018). Studi Fasad Bangunan Sebagai Elemen Fisik Pembentuk Identitas Kawasan Studi Kasus: Koridor Jalan Marga Utama (Mangkubumi) Yogyakarta. Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Tesis di Jurnal UAJY.

Penelitian-penelitian terkait kawasan jalan Margo Utomo atau jalan Mangkubumi yang disebutkan di atas dapat memberikan perkembangan penelitian terkini dan yang mengarah pada kenyamanan termal menggunakan software komputer belum pernah dilakukan. Urgensi dari penelitian ini yaitu memberikan model kenyamanan termal berupa gambaran sebaran termal jalur pedestrian jalan Mangkubumi.

Peneliti mencoba mengambil judul tersebut dengan didukung dengan pendekatan melalui teori-teori terkait yaitu :

#### **Iklm Mikro**

Menurut Fandeli dkk (2004), bahwa iklim mikro adalah iklim tempat tanaman dan hewan hidup berada kurang lebih satu meter dari permukaan tanah. Intensitas iklim mikro dipengaruhi oleh perubahan iklim pada ketinggian di atas satu meter dari permukaan tanah. Menurut Lippsmeier (1994), bahwa iklim ini terkait dengan keterbatasan ruang seperti ruang dalam, jalan, kota, taman kecil.

#### **Kenyamanan Termal**

Menurut Frick (2007), Faktor alam yang paling banyak dan mempengaruhi kenyamanan termal bagi manusia yaitu temperatur, kelembaban dan angin. Suhu udara, yaitu suhu udara biasa dan suhu radiasi rata-rata (MRT) yang berada 120 cm dari permukaan tanah. Kelembaban udara, dengan batas kenyamanan termal, 30 % - 70 %. Pergerakan udara daerah tropis menjadi aspek penting kenyamanan termal, terutama di daerah panas. Menurut Polawati (2019), bahwa

kenyamanan termal terjadi di ruang dalam dan luar bangunan seperti jalur pejalan kaki, jalur pedestrian.

### **Standar Kenyamanan Termal**

#### a. Temperatur

Menurut Lippsmeier (1994), bahwa kondisi kenyamanan termal di Khatulistiwa, batas atas 26 °C TE, batas bawah sekitar 19 °C TE. Menurut pengarang Mom, batas kenyamanan termal berada pada suhu antara 20° - 26 °C TE, untuk kelompok manusia Indonesia.

#### b. Kelembaban Udara

Menurut Prayoga dkk (2019), bahwa batas kelembaban nyaman pada angka RH 50 - 60 %, jika kurang dari 50% dan lebih dari 60% dalam kondisi tidak nyaman.

#### c. Pergerakan Udara ( Angin)

Menurut Lippsmeier (1994), bahwa gerakan udara disebabkan oleh perbedaan pemanasan tiap lapisan udara. Skala angin berkisar angin sepoi-sepoi sampai angin topan, kekuatan angin 0 sampai 12 (Skala Beaufort).

### **Iklm Mikro**

Menurut Muazir (2019), bahwa iklim ruang yang terbatas meliputi jalan, bangunan, ruang dan wilayah yang mempengaruhi kenyamanan termal bagi manusia karena kondisi iklim mikro perkotaan yang berubah. *Hardscapes*, bangunan, jalan, proporsi vegetasi, ruang terbuka berkontribusi terhadap perubahan iklim mikro diperkotaan.

Menurut Lestari (2020), bahwa iklim mikro yaitu aliran udara, radiasi matahari, panas, dan kelembaban wilayah kota dibentuk dari konfigurasi massa bangunan dan jalan. Iklim mikro dipengaruhi dimensi, jarak antar bangunan dan konfigurasi bangunan. Menurut Rizqi (2020), bahwa tinggi bangunan, kemiringan lahan, dan paparan angin merupakan tiga aspek topografi yang mempengaruhi termal. Tinggi rendahnya suhu daerah (kondisi termal) juga dipengaruhi tutupan vegetasi dan lahan.

### **ENVI-Met v.3.1 sebagai alat analisis**

Software *ENVI-Met v.3.1*. yang digunakan sebagai alat analisis. Menurut Hudaya dkk (2021), *ENVI-Met* merupakan perangkat lunak model 2 D dan atau 3 D dengan simulasi sesuai kondisi eksisting ruang luar seperti memberikan permukaan perkerasan, tanaman, bangunan. Simulasi, yaitu penggambaran ruang luar dan input parameter di pengaturan konfigurasi. *Input* tanggal simulasi, lama simulasi, suhu, kelembaban, angin (kecepatan dan arah angin). Berikutnya *render* dan *running*,serta menggunakan Leonardo untuk menampilkan grafis area simulasi dalam bentuk gambar peta sebaran termal. Menurut Prayoga dkk (2019), ENVI-met sebagai metode penelitian mulai dari observasi lokasi, dokumentasi, pendataan kondisi iklim koridor jalan Cik Ditiro, Yogyakarta. Variabel penelitian yaitu ukuran fisik bangunan, lebar dan material perkerasan jalan, jarak bangunan, ukuran lebar dan material jalur pejalan kaki, tanaman, suhu udara, kelembaban, angin.

Simulasi pemodelan untuk mengetahui kondisi termal dan memberikan data termal. Analisis dan mengatur model untuk mendapatkan kondisi ideal kenyamanan termal. Menurut Muazir (2019), ENVI-met sebagai metode penelitian iklim mikro mulai data pengukuran di lapangan, pemodelan bangunan dan perkotaan dengan simulasi Kota Pontianak dan di analisa. Simulasi untuk melihat indikasi pada iklim mikro setempat sesuai dengan karakteristik lingkungan binaan.

## **METODE PENELITIAN**

A. Studi ini meneliti kenyamanan termal jalur pedestrian ruang koridor jalan Mangkubumi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan simulasi *Envi-Met* dan pengukuran empirik. Menurut Prayoga dkk (2019), bahwa penggunaan metode tersebut untuk memberikan hasil termal analisis dan kualitas termal dengan menggunakan data yang terukur di lokasi penelitian menggunakan alat ukur tertentu. Berikut rincian simulasi *Envi-Met* dan pengukuran yaitu:

- Pengukuran empirik, dengan menggunakan alat ukur weather meter, kompas di lokus, dan dibuat tabel sehingga dapat memperlihatkan gambaran kondisi termal dan untuk membantu simulasi *Envi-Met*
- Simulasi *Envi-Met* dengan membuat model eksisting mulai perletakan bangunan, vegetasi eksisting, perkerasan dan memberikan input data angka dari pengukuran dan selanjutnya simulasi dengan running serta hasilnya untuk dianalisa.
- Hasil dari simulasi dengan running simulasi *Envi-Met* yaitu berupa gambar model dan sebaran angka termal yang dibantu dengan aplikasi tambahan di simulasi *Envi-Met* yaitu Leonardo untuk memberikan visualisasi dan berbentuk model tatanan massa.

## **B. Bahan dan Alat Penelitian**

Mendapatkan data yang mendukung penelitian, maka sangat dibutuhkan pengumpulan informasi melalui pengamatan yang berfokus pada lingkungan dan fenomena yang ada. Bahan dan alat ini merupakan langkah awal penelitian yaitu

- Studi pustaka/literatur lingkungan kenyamanan termal mengenai sinar matahari (berkaitan dengan suhu), gerakan udara (pengudaraan/penghawaan), kelembaban udara, studi literatur iklim mikro, *Urban Heat Island*, termal terhadap tatanan massa.
- Persiapan alat yang digunakan dalam mengidentifikasi seperti :  
Peta dasar dari google maps, alat tulis, kamera, matriks/tabel guna pendataan, alat ukur termal, software komputer AutoCAD untuk memetakan ulang peta dari *google maps* dan simulasi *Envi-Met* 3.1 yang akan mensimulasikan kondisi penelitian, microsoft excel dan Microsoft office yang berguna untuk menyusun data-data yang telah diperoleh di lapangan. Peralatan yang berfungsi untuk mengukur nilai kenyamanan termal yaitu Anemometer Digital dan kompas

### C. Waktu dan Tempat Penelitian

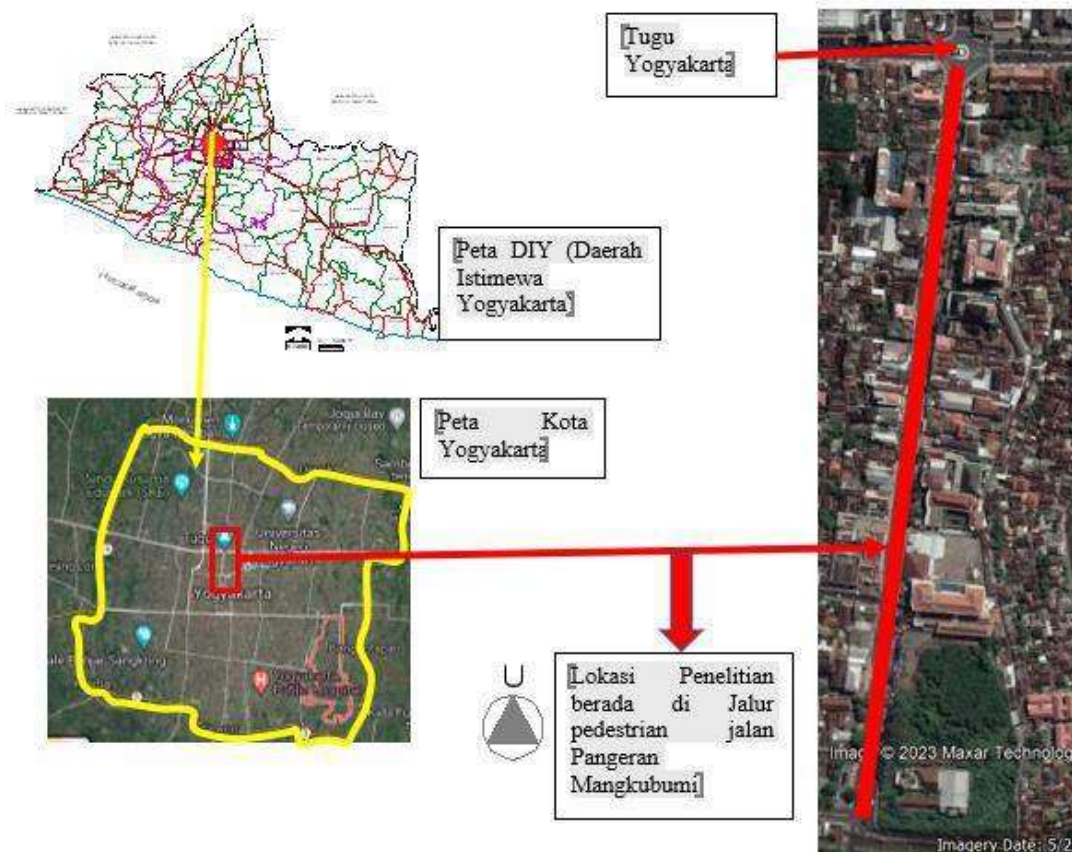
Lokasi penelitian di Jalur pedestrian jalan Mangkubumi Yogyakarta Peneliti memilih lokasi ini dengan pertimbangan memiliki tatanan ruang yang mempunyai keterlingkupan kawasan terdiri dari bangunan yang memiliki ketinggian yang bervariasi, terdapat jalur pedestrian, terdapat vegetasi di kanan kiri dan sedikit sekali, sehingga peneliti tergerak untuk mengetahui dan menguji kenyamanan termal iklim mikro. Berikut batas lokasi penelitian dan gambar peta lokasi penelitian:

Sebelah timur : Bangunan Hotel, Perkantoran, jalur pedestrian

Sebelah Barat : Bangunan Hotel, Pertokoan, jalur pedestrian

Sebelah Utara : Tugu Yogyakarta, Pasar Kranggan

Sebelah Selatan : Jalan Malioboro, rel kereta api Stasiun Tugu



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Jalan Mangkubumi Yogyakarta  
Sumber: Olahan peneliti dan *google maps.com*, Tahun 2023

## Teknik Penelitian

### 1. Tahapan persiapan

- Mengamati situasi kondisi di lokasi Penelitian.
- Identifikasi awal, dengan pencatatan, melakukan penyusunan data untuk memberikan gambaran awal

### 2. Tahapan penelitian

Dokumentasi melalui foto dan perekaman sebagai data sekunder dan pelengkap data primer (observasi/pengukuran). Dilakukan dengan mengambil data-data berdasarkan kondisi di lokus, melihat kondisi nyata sesuai yang diamati. Frekuensi observasi (pengamatan) dilakukan selama empat hari.

### 3. Tahapan Analisis menggunakan simulasi Envi-Met versi 3.1 sebagai alat analisis, yaitu:

#### a. Identifikasi data primer dan sekunder yang telah didapat.

- Data primer, melalui Observasi selama empat hari, selain melalui pengamatan kondisi eksisting, juga dilakukan pengukuran kondisi termal tiga waktu pengukuran yaitu : pagi (07.00-08.00 WIB), pagi (09.00-10.00 WIB), siang (12.00-13.00 WIB), dan sore (16.00-17.00 WIB) juga dilakukan pada titik yang berbeda.
- Data Sekunder, Memanfaatkan dokumen yang terkait tentang iklim mikro, kenyamanan termal, Sumber lain yaitu studi literatur seperti buku-buku iklim mikro, kenyamanan termal, jurnal-jurnal iklim mikro, kenyamanan termal ruang luar dan standar kenyamanan termal, iklim mikro

#### b. Simulasi permodelan menggunakan software Envi-Met yaitu :

- Melakukan setting model sebagai awal penerapan elemen fisik di Envi-Met melakukan input data model elemen fisik sesuai kondisi eksisting lokasi penelitian
- Memasukkan ketinggian dan jenis vegetasi, ketinggian bangunan, memasukkan bahan perkerasan bangunan dan elemen fisik kondisi eksisting di *Envi-Met 3.1*.
- Melakukan input data termal berupa data angka eksisting suhu, kelembaban dan kecepatan angin.
- Melakukan simulasi awal kondisi eksisting kawasan dengan pemodelan menggunakan software *Envi-Met 3.1*.
- Melakukan running dan analisis termal yang dihasilkan dari pemodelan envimet dengan menggunakan tools Leonardo untuk melihat gambaran sebaran suhu, kelembaban dan kecepatan udara.
- Kesimpulan dengan melihat model hasil simulasi kenyamanan termal

#### c. Menganalisis hasil simulasi tatanan ruang, massa bangunan, tata hijau atau fisik eksisting mempengaruhi kenyamanan termal iklim mikro dengan cara :

- Membuat bentukan model kawasan eksisting dengan menggunakan *software*

*Envi-Met*, sehingga didapatkan model.

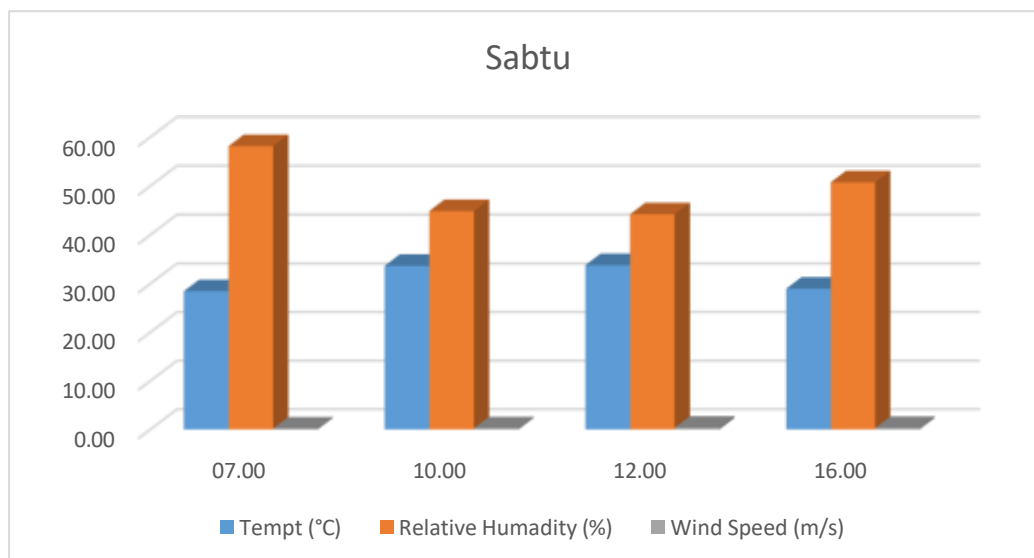
- Membuat visualisasi hasil modeling berupa sebaran tingkat suhu udara, tingkat kelembaban udara, kecepatan angin dengan menggunakan tools di *envimet* yaitu Leonardo.
- Menganalisis hasil simulasi yang telah didapat.
- Kesimpulan dari aplikasi Leonardo berupa model hasil simulasi eksisting kenyamanan termal dan sebagai luaran yang ditargetkan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan selama 4 (empat) hari mulai dari pengukuran suhu, kelembaban udara, kecepatan dan arah angin, selanjutnya diinputkan pada software analisa termal yaitu *Envi-Met* berupa gambar model sebaran termal. Terdapat 2 (dua) area untuk pemodelan di *envimet* karena ada batas maksimal area pada saat menggambar ulang kondisi eksisting di *Envi-Met* tetapi 2 (dua) area tersebut masih dalam 1 kawasan jalur pedestrian jalan Mangkubumi. Berikut hasil penelitian selama 4 (empat) hari:

### Pada hari Sabtu, 26 Agustus 2023

Hasil pengukuran lapangan pada ketinggian di atas 1 meter berdasarkan kondisi iklim mikro ruang luar dan kenyamanan termal bagi manusia berupa angka suhu, kelembaban, kecepatan angin Sabtu, 26 Agustus 2023 di lokasi penelitian jalan Mangkubumi pada pukul 07.00, 10.00, 12.00 dan 16.00 WIB seperti gambar dibawah ini :



Gambar 2. Grafik Suhu, Kelembaban, Kecepatan Angin  
Sumber: Olahan Peneliti

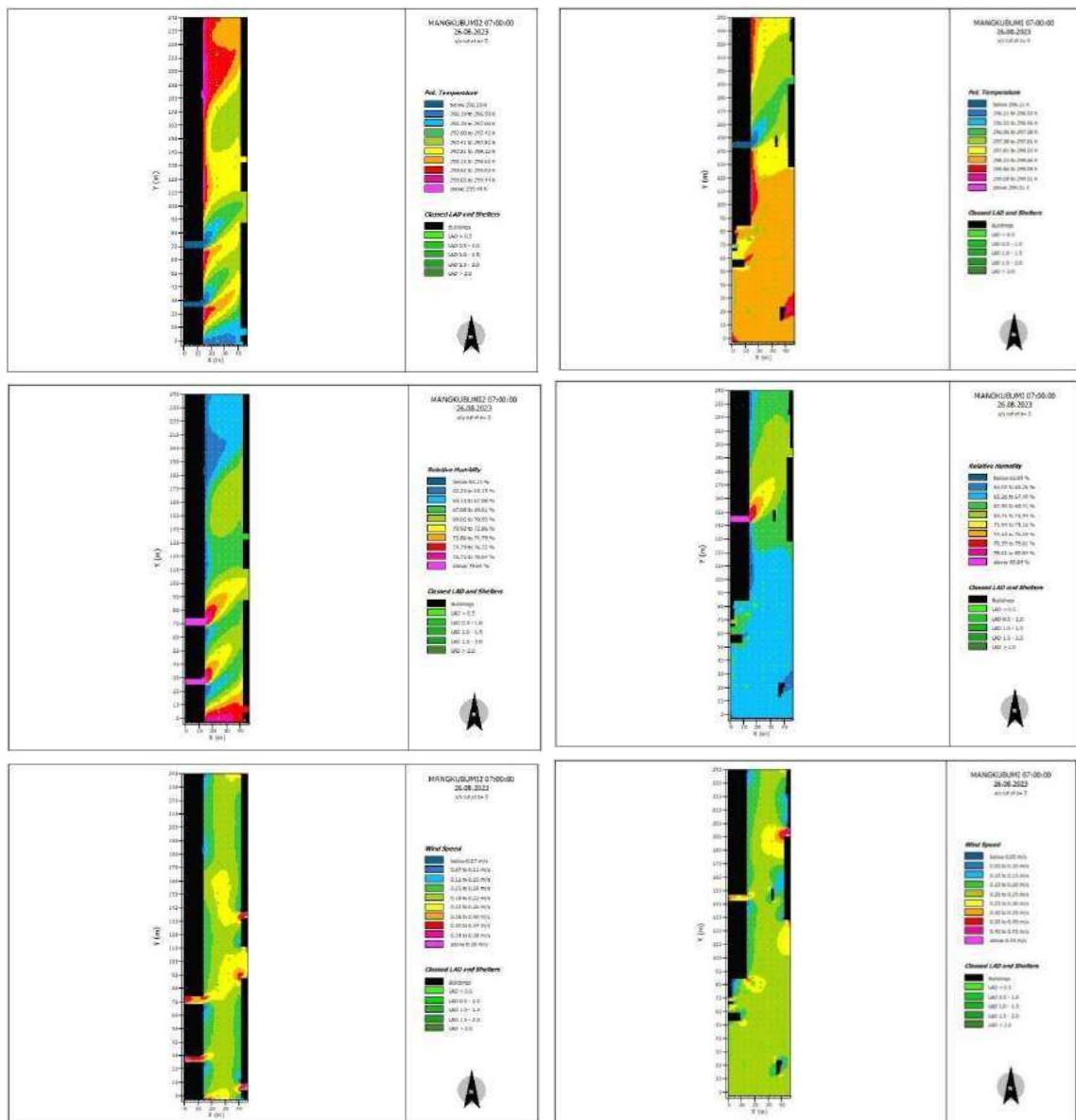


**Tabel 1. Hasil Pengukuran Lapangan**

| Sabtu | Temp (°C) | Relative Humadity (%) | Wind Speed (m/s) |
|-------|-----------|-----------------------|------------------|
| 07.00 | 28.45     | 58.15                 | 0.17             |
| 10.00 | 33.65     | 44.85                 | 0.24             |
| 12.00 | 33.79     | 44.21                 | 0.34             |
| 16.00 | 28.96     | 50.74                 | 0.29             |

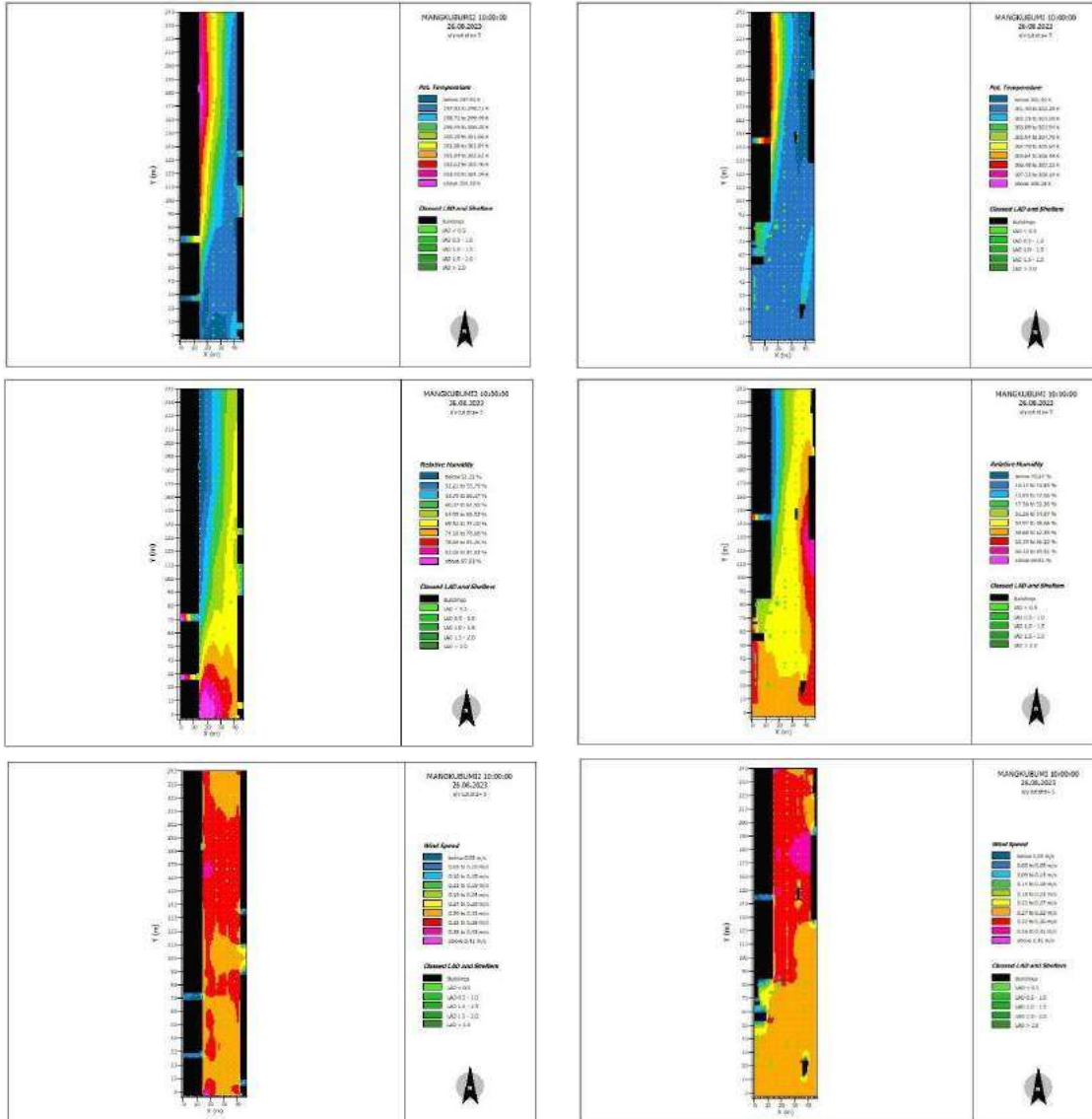
Selanjutnya gambar dibawah ini, hasil simulasi Envi-Met berupa model sebaran termal, Suhu (Temperature), Kelembaban (Relatif Humadity) dan kecepatan angin (Wind Speed) pada ketinggian di atas 1 meter berdasarkan kondisi iklim mikro ruang luar dan kenyamanan termal bagi manusia. Hasil simulasi tersebut didapat melalui input data kondisi iklim mikro pengukuran lapangan.

Pada pukul 07.00 WIB, Sabtu 26 Agustus 2023



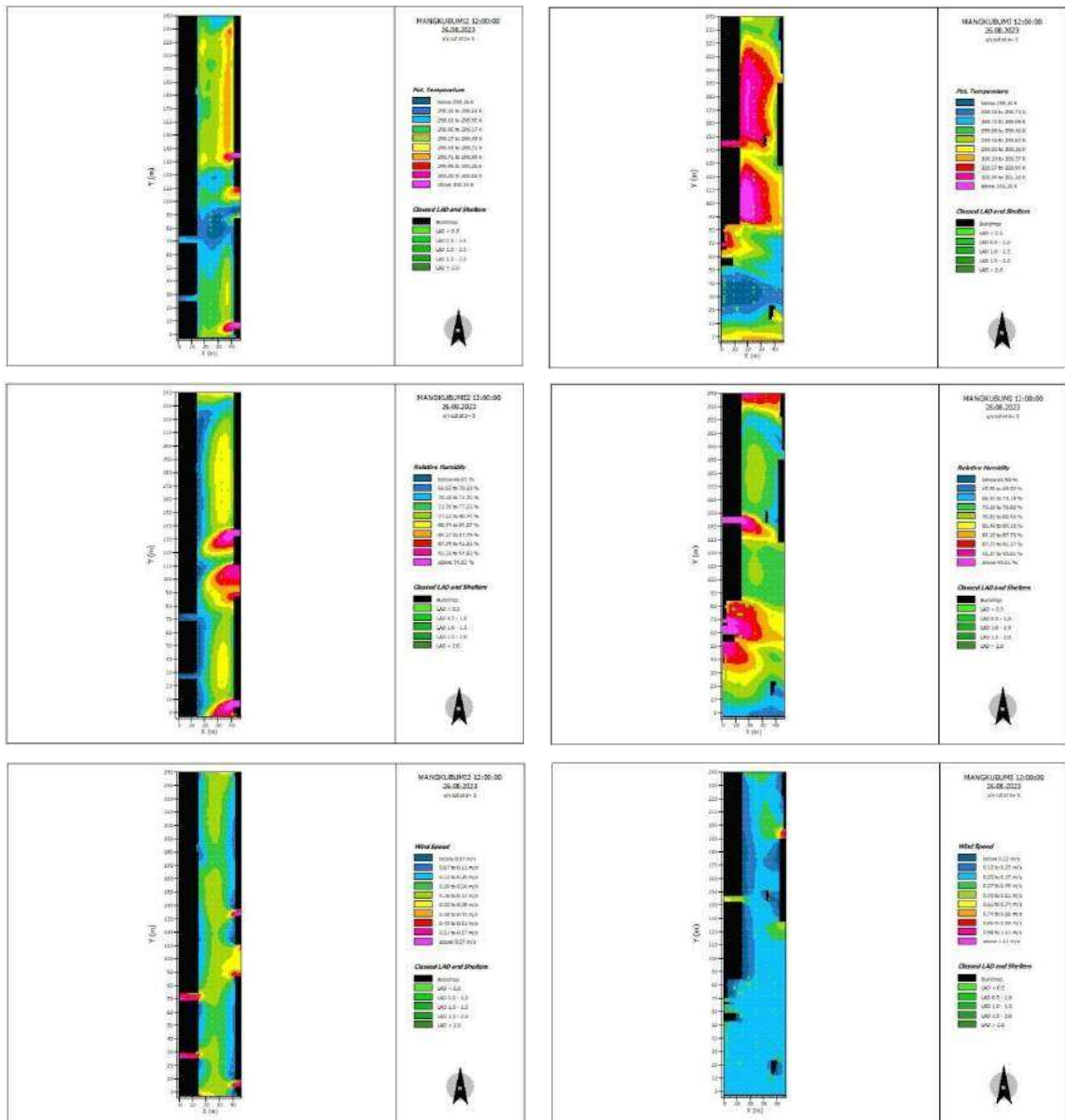
Gambar 3. Hasil Simulasi Envi-Met, Sabtu jam 07.00  
Sumber: Olahan Peneliti

Pada pukul 10.00 WIB, Sabtu 26 Agustus 2023



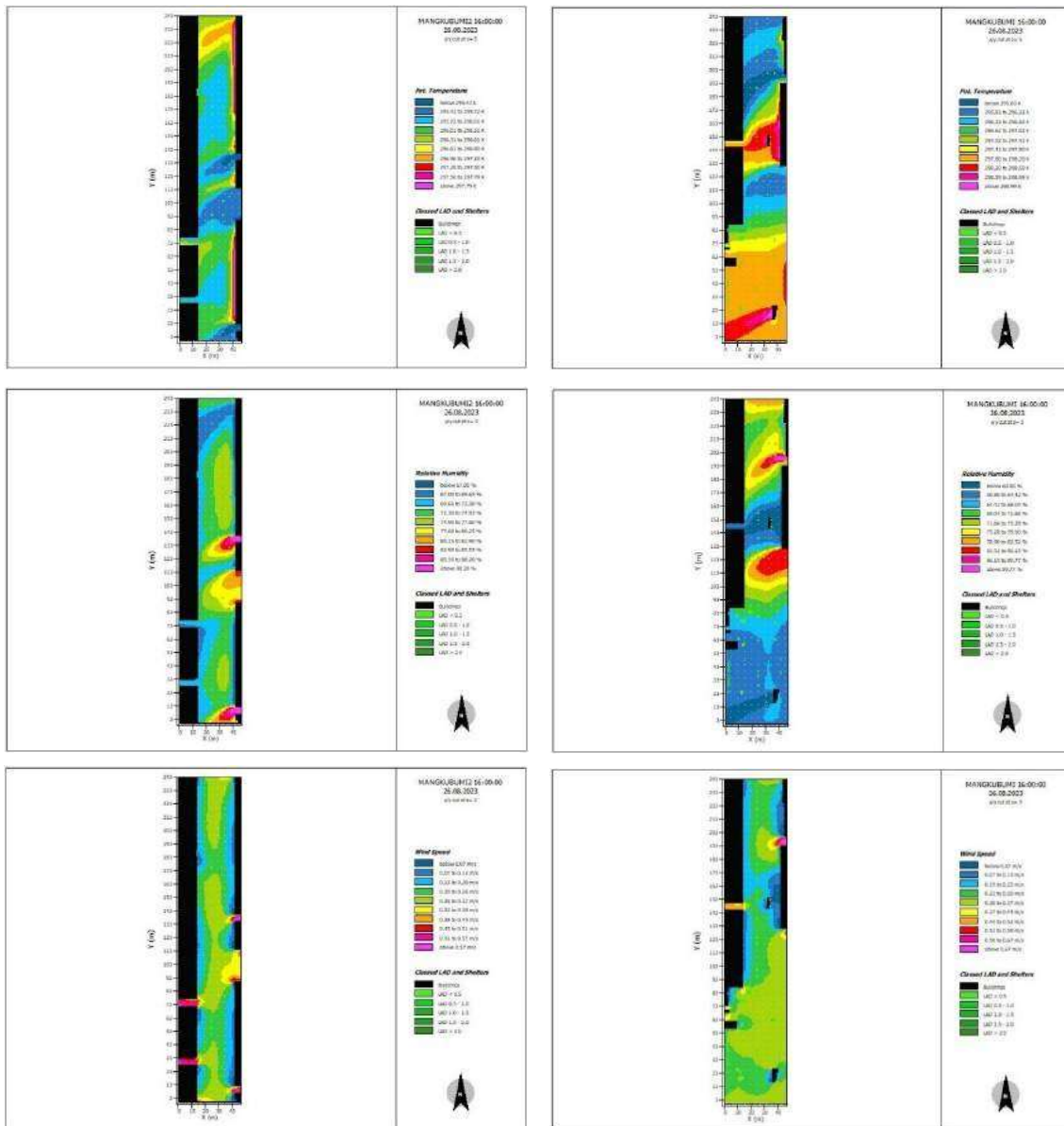
Gambar 4. Hasil Simulasi Envi-Met, Sabtu jam 10.00  
Sumber: Olahan Peneliti

Pada pukul 12.00 WIB, Sabtu 26 Agustus 2023



Gambar 5. Hasil Simulasi Envi-Met, Sabtu jam 12.00  
Sumber: Olahan Peneliti

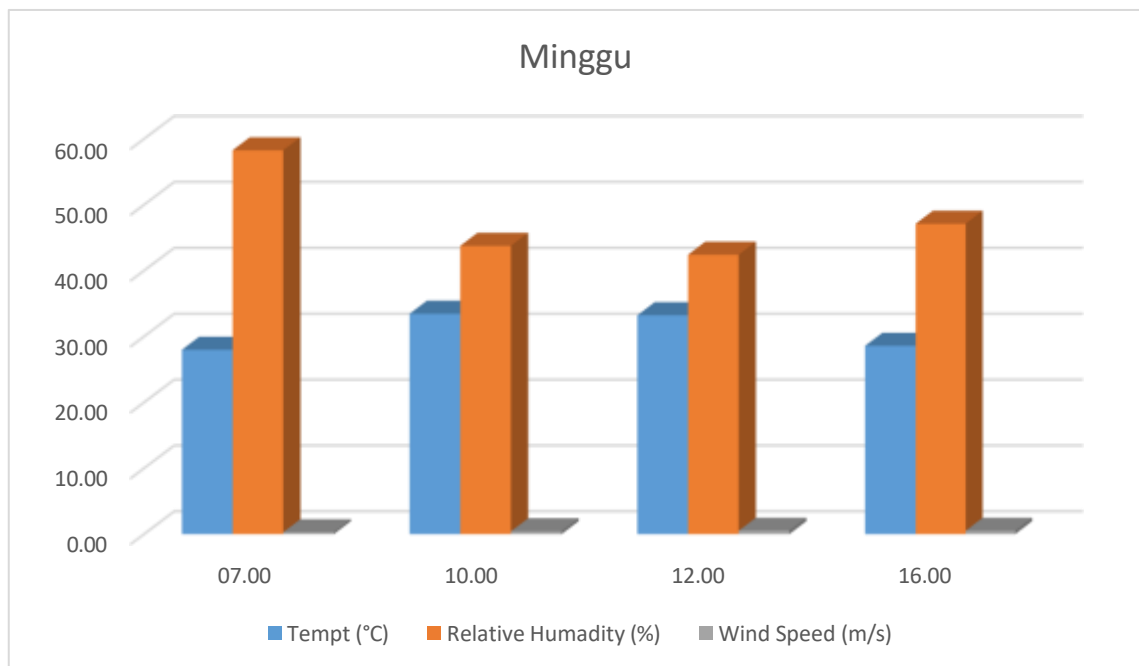
Pada pukul 16.00 WIB, Sabtu 26 Agustus 2023



Gambar 6. Hasil Simulasi Envi-Met, Sabtu jam 16.00  
Sumber: Olahan Peneliti

Pada Minggu, 27 Agustus 2023

Hasil pengukuran lapangan pada ketinggian di atas 1 meter berdasarkan kondisi iklim mikro ruang luar dan kenyamanan termal bagi manusia berupa angka suhu, kelembaban, kecepatan angin Minggu, 27 Agustus 2023 di lokasi penelitian jalan Mangkubumi pada pukul 07.00, 10.00, 12.00 dan 16.00 WIB seperti gambar dibawah ini :



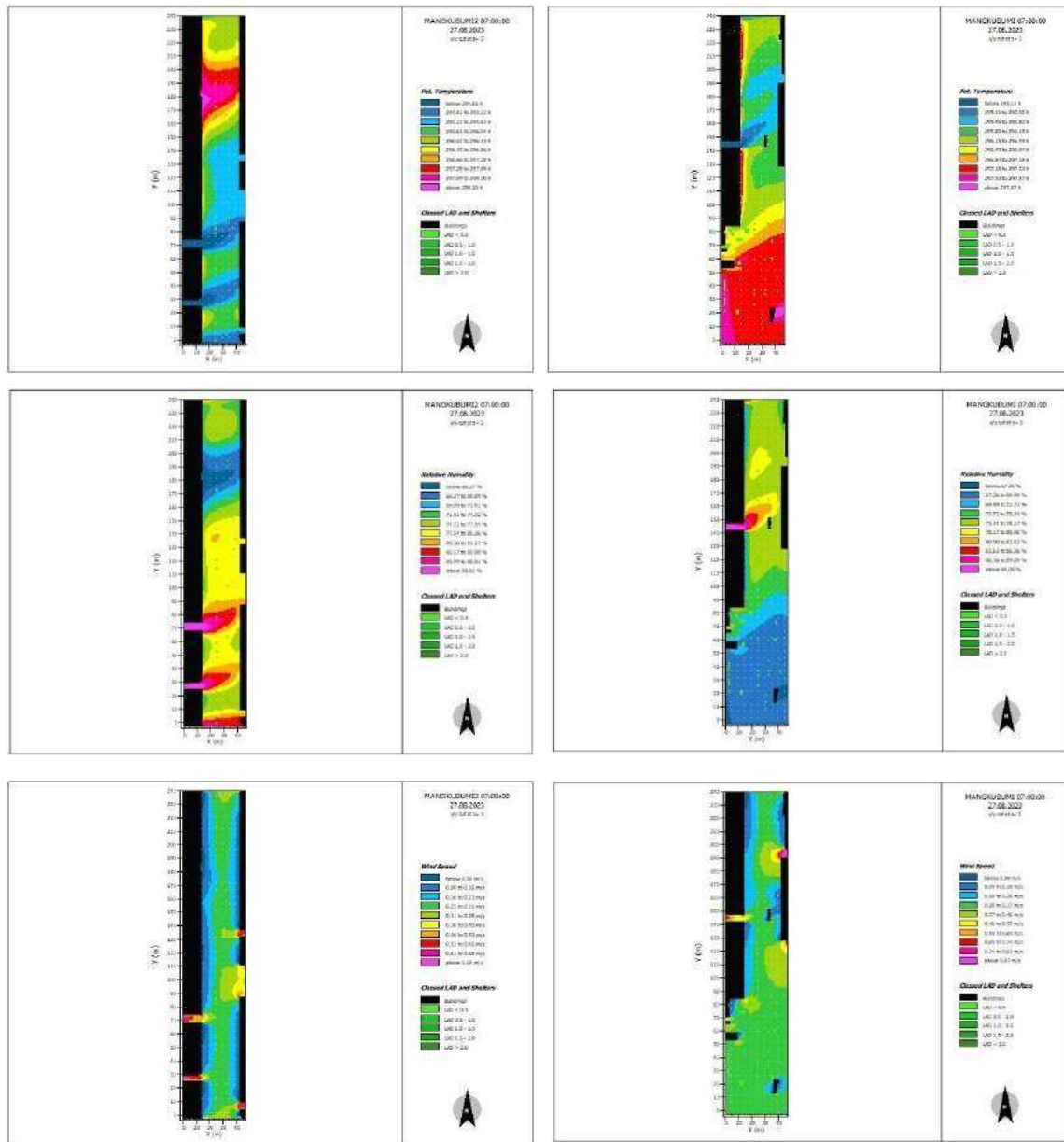
Gambar 7. Grafik Suhu, Kelembaban, Kecepatan Angin  
Sumber: Olahan Peneliti

**Tabel 2. Hasil Pengukuran Lapangan**

| Minggu | Temp (°C) | Relative Humadity (%) | Wind Speed (m/s) |
|--------|-----------|-----------------------|------------------|
| 07.00  | 27.99     | 58.26                 | 0.29             |
| 10.00  | 33.46     | 43.76                 | 0.43             |
| 12.00  | 33.23     | 42.41                 | 0.51             |
| 16.00  | 28.58     | 47.12                 | 0.50             |

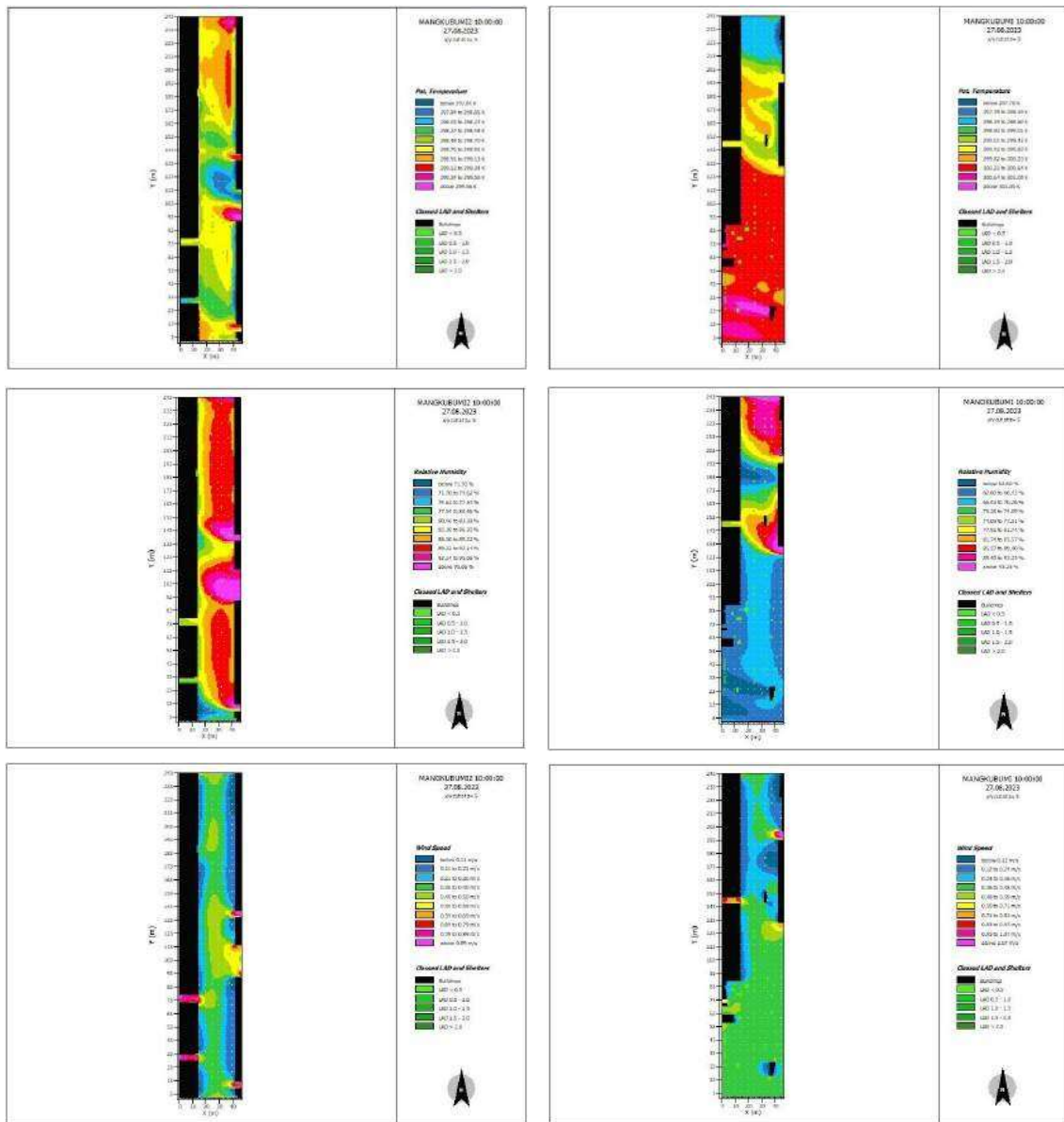
Selanjutnya gambar dibawah ini, hasil simulasi Envi-Met berupa model sebaran termal, Suhu (Temperature), Kelembaban (Relatif Humadity) dan kecepatan angin (Wind Speed) pada ketinggian di atas 1 meter berdasarkan kondisi iklim mikro ruang luar dan kenyamanan termal bagi manusia. Hasil simulasi tersebut didapat melalui input data kondisi iklim mikro pengukuran lapangan.

Pada pukul 07.00 WIB, Minggu 27 Agustus 2023



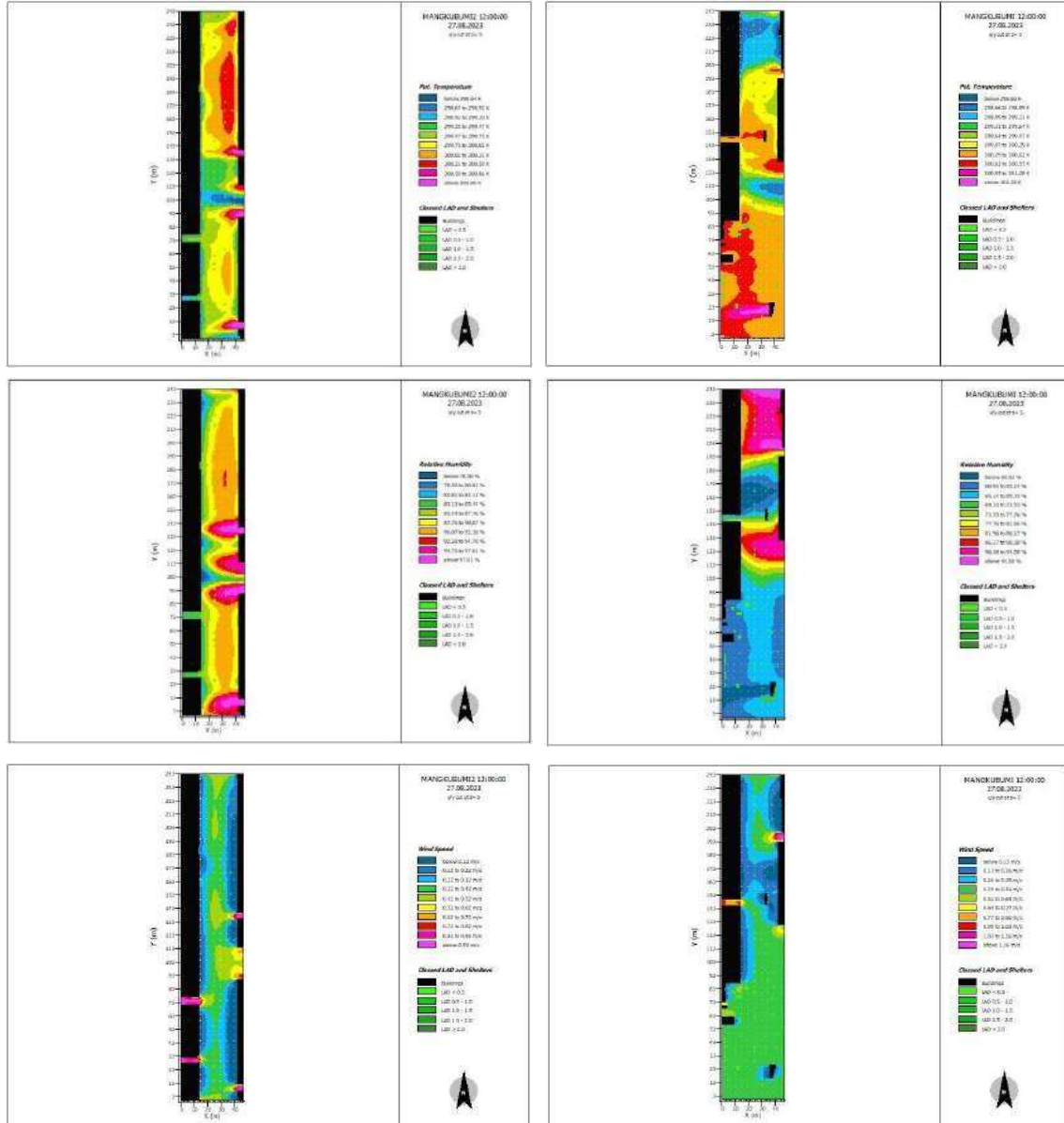
Gambar 8. Hasil Simulasi Envi-Met, Minggu jam 07.00  
Sumber: Olahan Peneliti

Pada pukul 10.00 WIB, Minggu 27 Agustus 2023



Gambar 9. Hasil Simulasi Envi-Met, Minggu jam 10.00  
Sumber: Olahan Peneliti

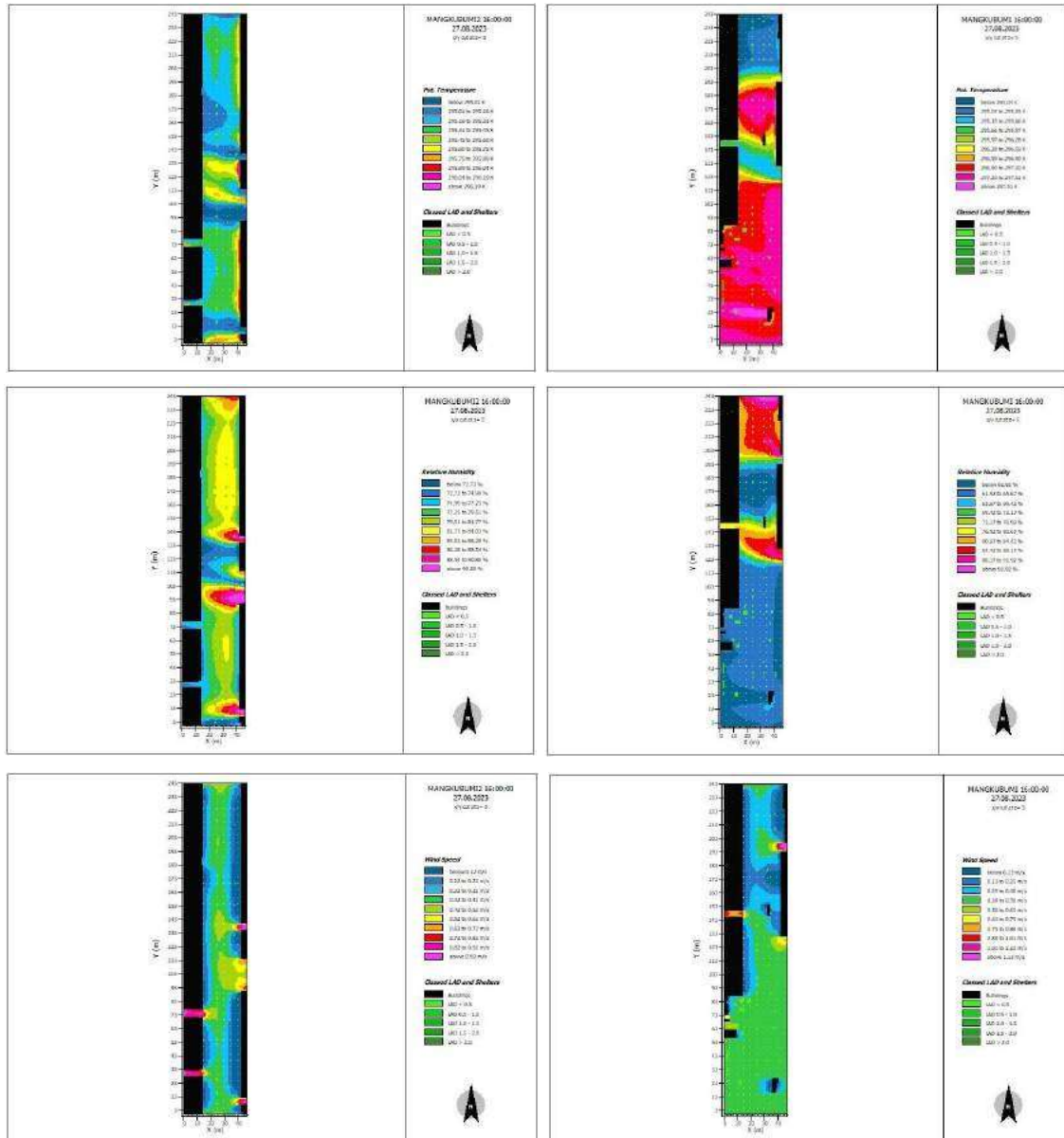
Pada pukul 12.00 WIB, Minggu 27 Agustus 2023



Gambar 10. Hasil Simulasi Envi-Met, Minggu jam 12.00  
Sumber: Olahan Peneliti



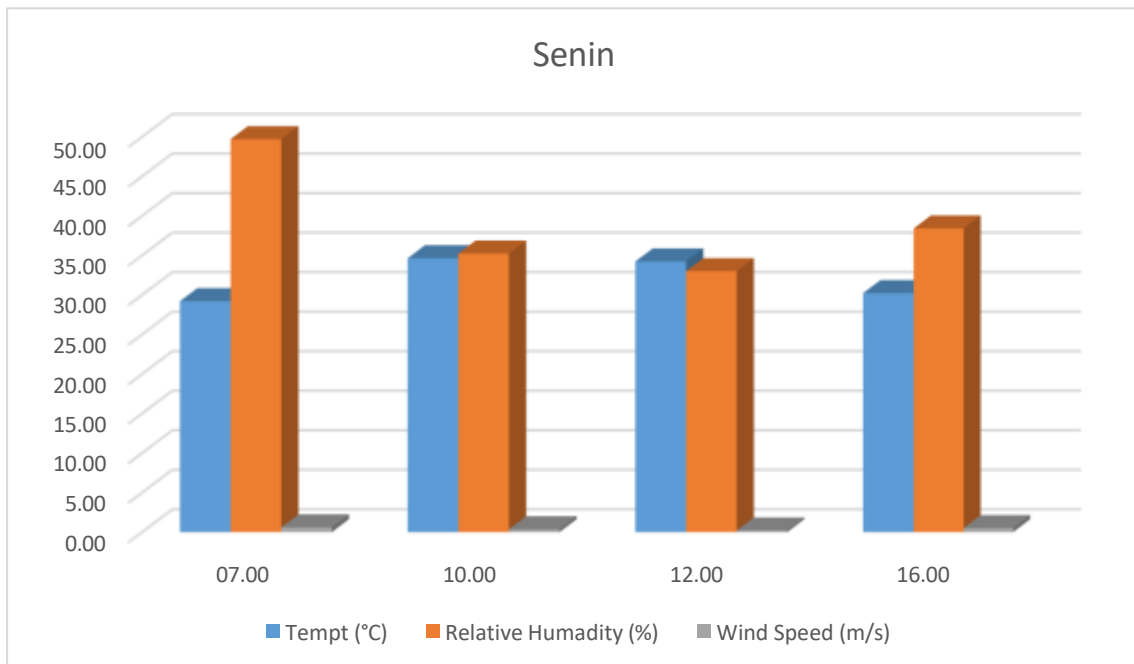
Pada pukul 16.00 WIB, Minggu 27 Agustus 2023



Gambar 11. Hasil Simulasi Envi-Met, Minggu jam 16.00  
Sumber: Olahan Peneliti

Pada Senin, 28 Agustus 2023

Hasil pengukuran lapangan pada ketinggian di atas 1 meter berdasarkan kondisi iklim mikro ruang luar dan kenyamanan termal bagi manusia berupa angka suhu, kelembaban, kecepatan angin Senin, 28 Agustus 2023 di lokasi penelitian jalan Mangkubumi pada pukul 07.00, 10.00, 12.00 dan 16.00 WIB seperti gambar dibawah ini :



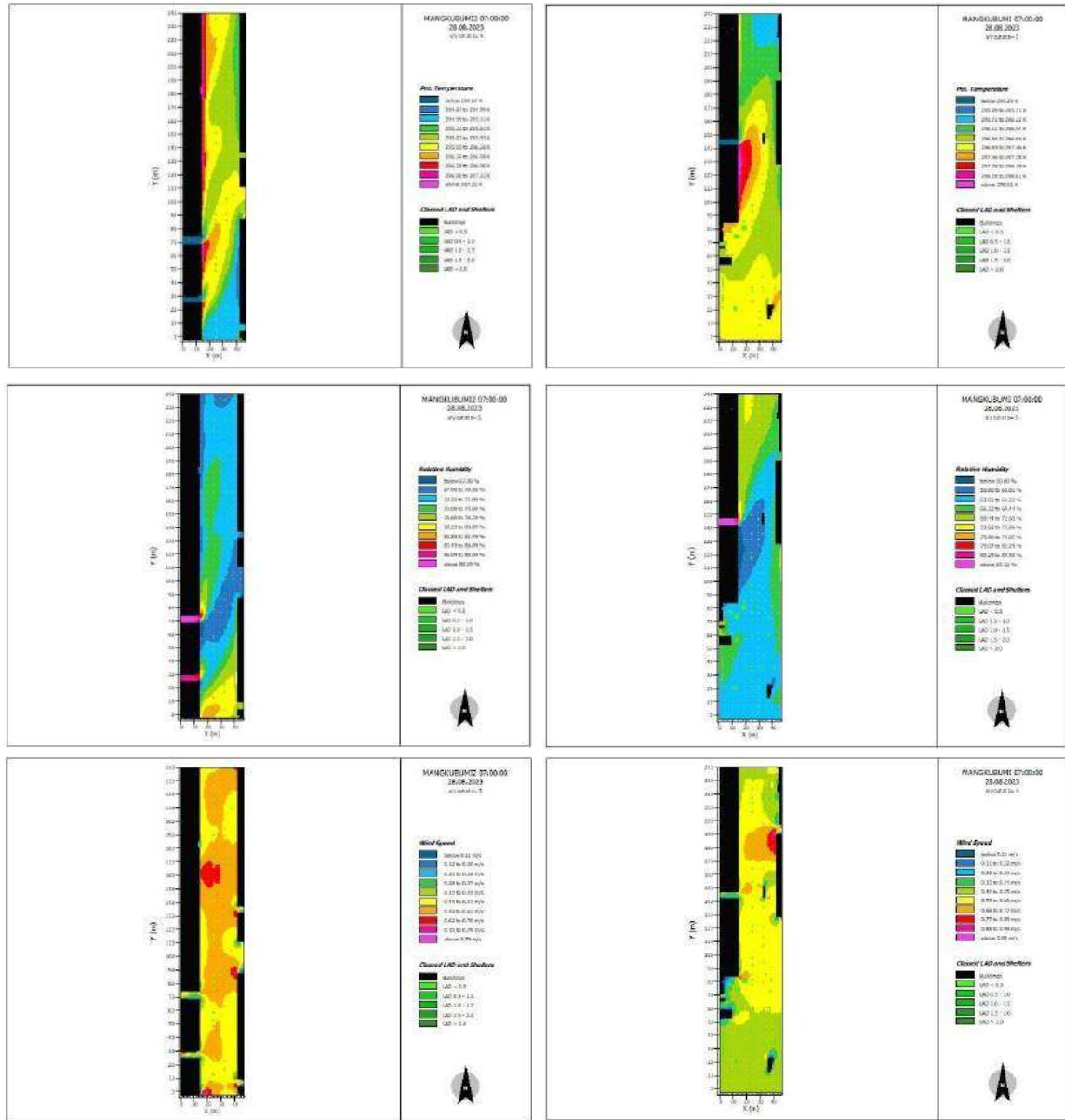
Gambar 12. Grafik Suhu, Kelembaban, Kecepatan Angin  
Sumber: Olahan Peneliti

**Tabel 3. Hasil Pengukuran Lapangan**

| Senin | Temp (°C) | Relative Humadity (%) | Wind Speed (m/s) |
|-------|-----------|-----------------------|------------------|
| 07.00 | 29.21     | 49.71                 | 0.60             |
| 10.00 | 34.64     | 35.24                 | 0.36             |
| 12.00 | 34.24     | 33.00                 | 0.20             |
| 16.00 | 30.23     | 38.41                 | 0.51             |

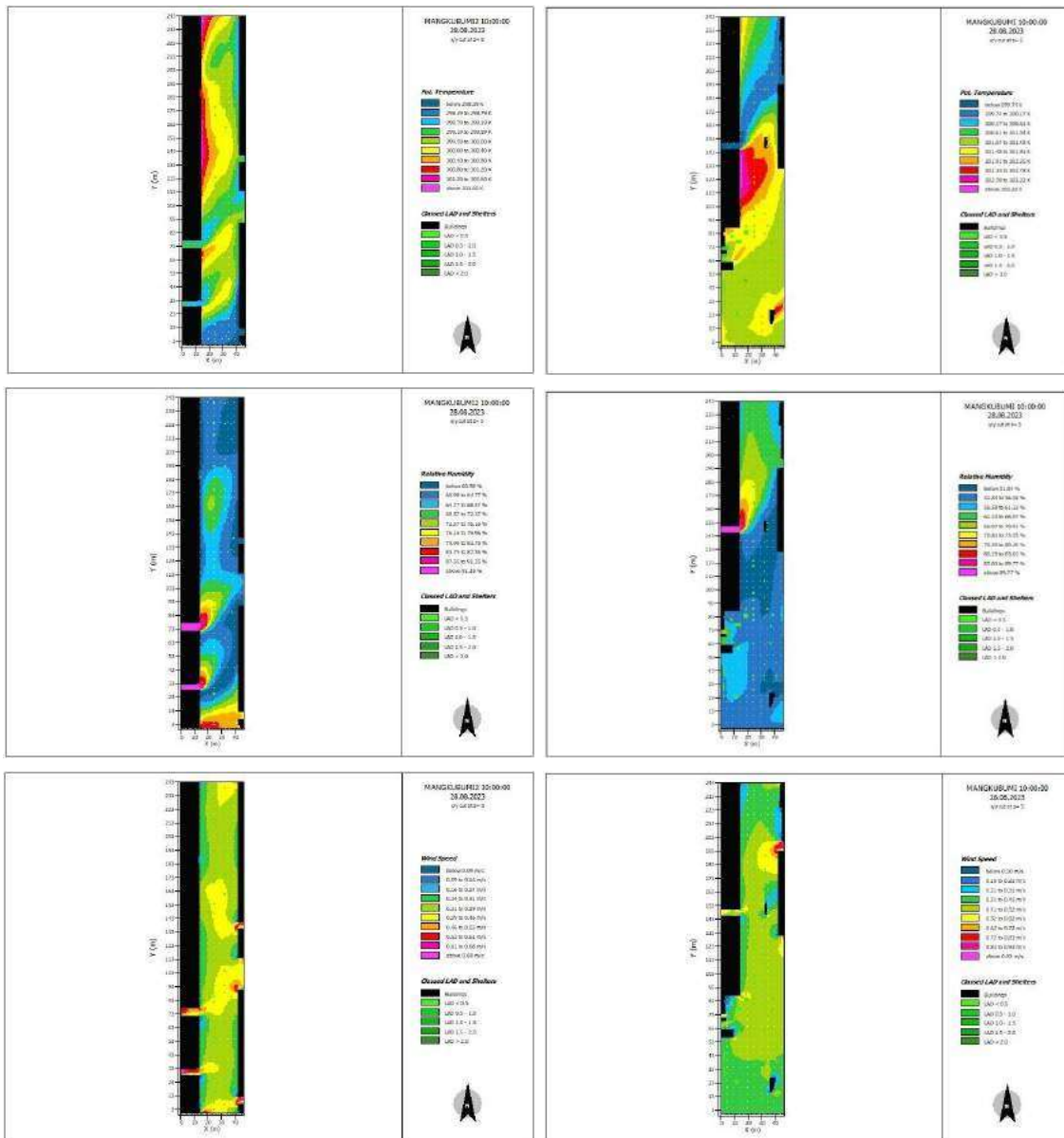
Selanjutnya gambar dibawah ini, hasil simulasi Envi-Met berupa model sebaran termal, Suhu (Temperature), Kelembaban (Relatif Humadity) dan kecepatan angin (Wind Speed) pada ketinggian di atas 1 meter berdasarkan kondisi iklim mikro ruang luar dan kenyamanan termal bagi manusia. Hasil simulasi tersebut didapat melalui input data kondisi iklim mikro pengukuran lapangan.

Pada pukul 07.00 WIB, Senin 28 Agustus 2023



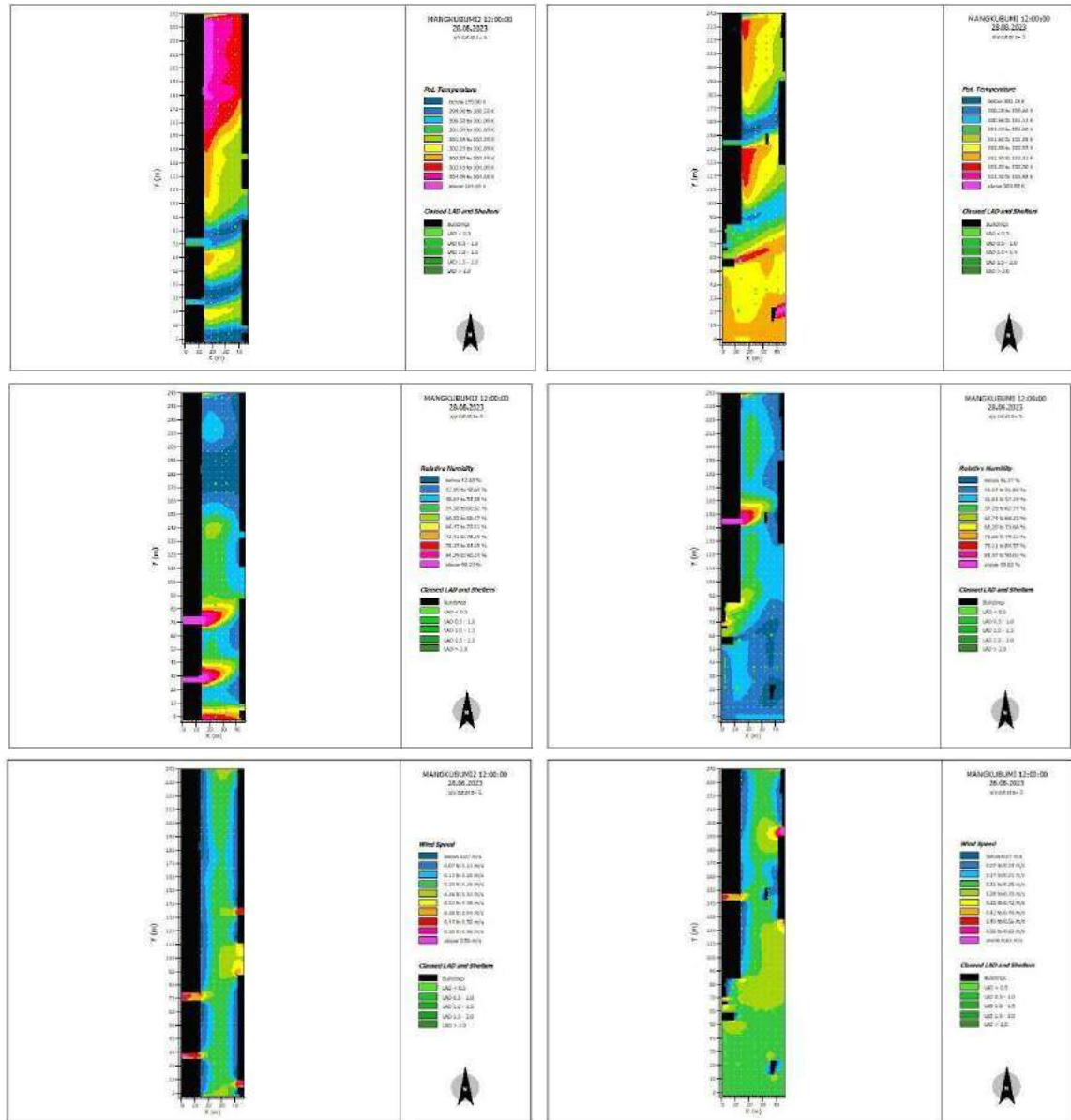
Gambar 13. Hasil Simulasi Envi-Met, Senin jam 07.00  
Sumber: Olahan Peneliti

Pada pukul 10.00 WIB, Senin 28 Agustus 2023



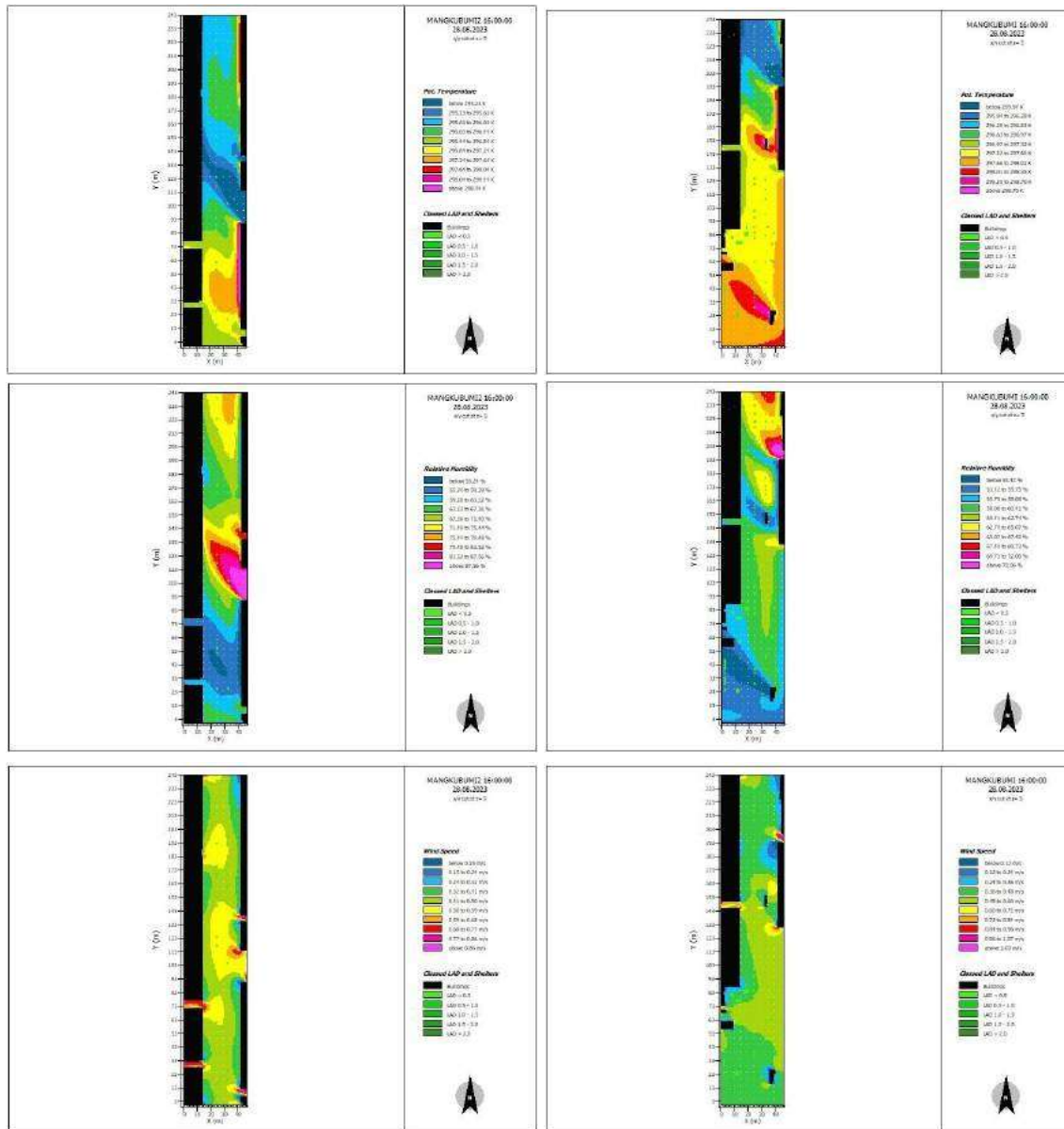
Gambar 14. Hasil Simulasi Envi-Met, Senin jam 10.00  
Sumber: Olahan Peneliti

Pada pukul 12.00 WIB, Senin 28 Agustus 2023



Gambar 15. Hasil Simulasi Envi-Met, Senin jam 12.00  
Sumber: Olahan Peneliti

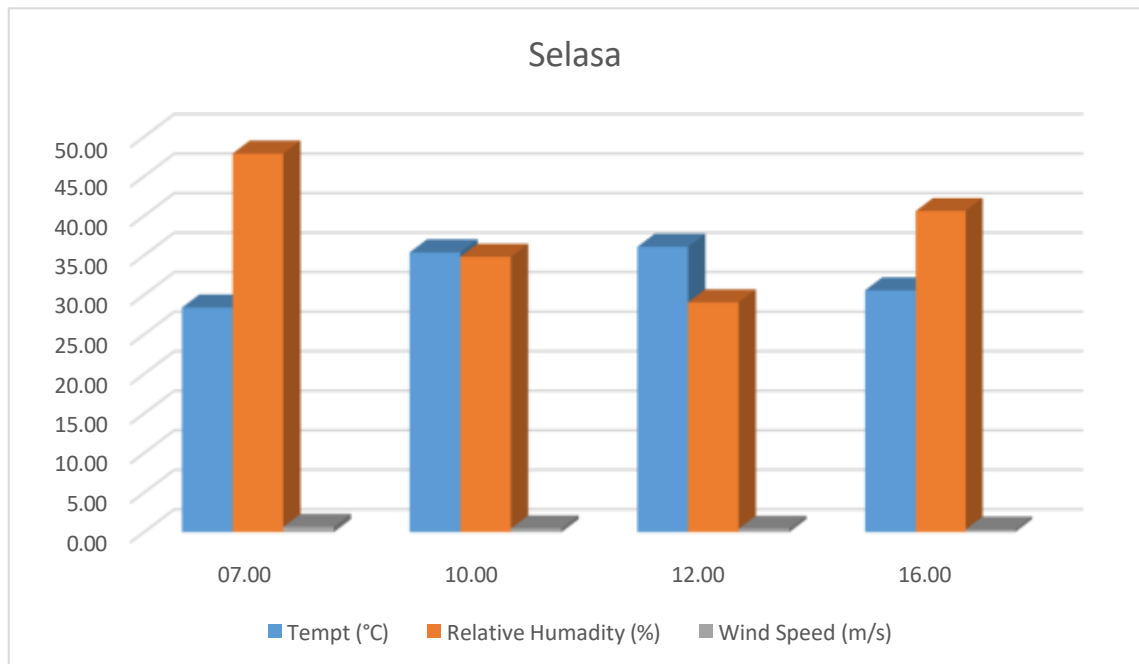
Pada pukul 16.00 WIB, Senin 28 Agustus 2023



Gambar 16. Hasil Simulasi Envi-Met, Senin jam 16.00  
Sumber: Olahan Peneliti

Pada Selasa, 29 Agustus 2023

Hasil pengukuran lapangan pada ketinggian di atas 1 meter berdasarkan kondisi iklim mikro ruang luar dan kenyamanan termal bagi manusia berupa angka suhu, kelembaban, kecepatan angin Selasa, 29 Agustus 2023 di lokasi penelitian jalan Mangkubumi pada pukul 07.00, 10.00, 12.00 dan 16.00 WIB seperti gambar dibawah ini :



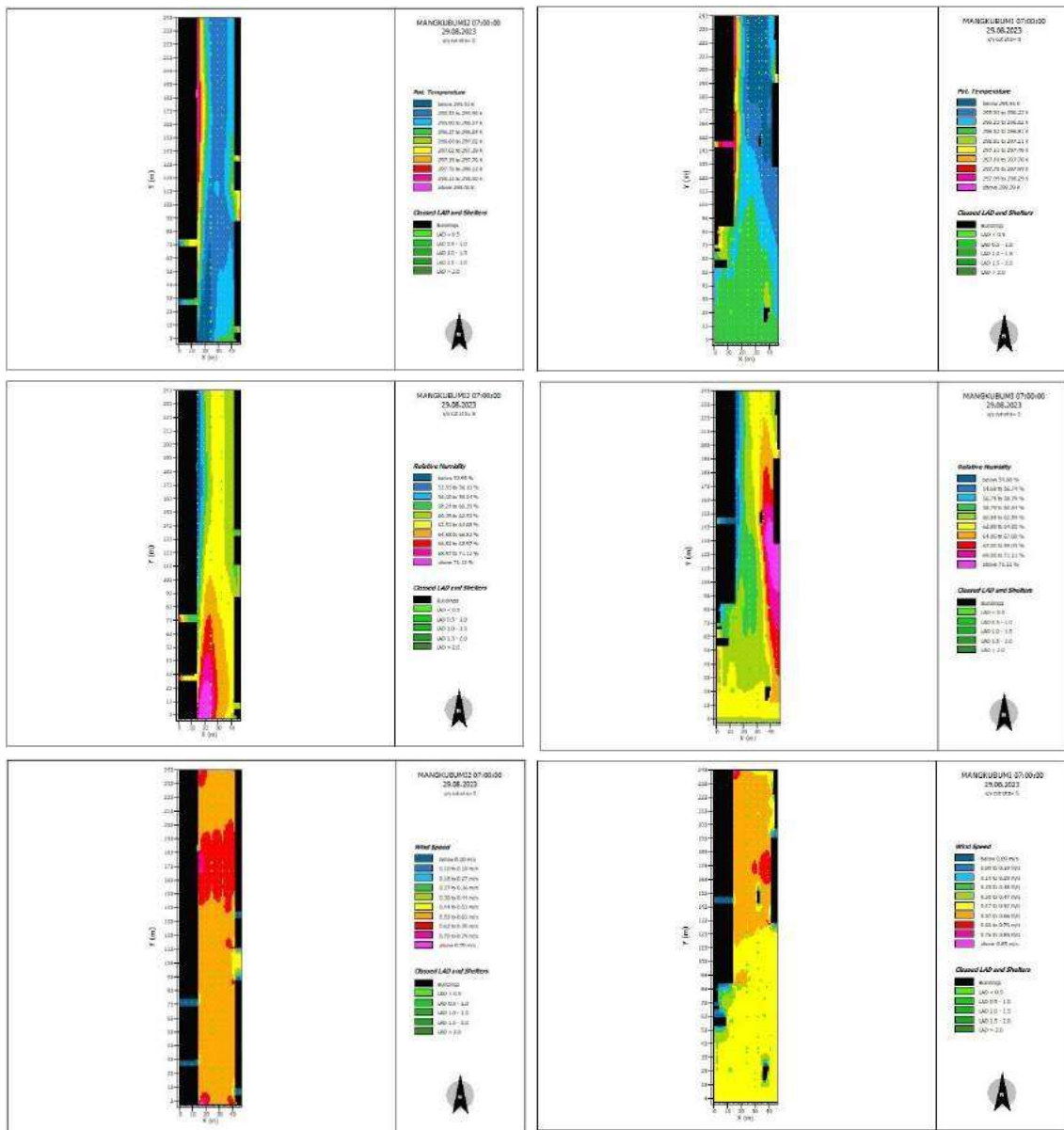
Gambar 17. Grafik Suhu, Kelembaban, Kecepatan Angin  
Sumber: Olahan Peneliti

**Tabel 4. Hasil Pengukuran Lapangan**

| Selasa | Temp (°C) | Relative Humadity (%) | Wind Speed (m/s) |
|--------|-----------|-----------------------|------------------|
| 07.00  | 28.41     | 47.88                 | 0.66             |
| 10.00  | 35.39     | 34.82                 | 0.47             |
| 12.00  | 36.09     | 29.06                 | 0.42             |
| 16.00  | 30.59     | 40.62                 | 0.33             |

Selanjutnya gambar dibawah ini, hasil simulasi Envi-Met berupa model sebaran termal, Suhu (Temperature), Kelembaban (Relatif Humadity) dan kecepatan angin (Wind Speed) pada ketinggian di atas 1 meter berdasarkan kondisi iklim mikro ruang luar dan kenyamanan termal bagi manusia. Hasil simulasi tersebut didapat melalui input data kondisi iklim mikro pengukuran lapangan.

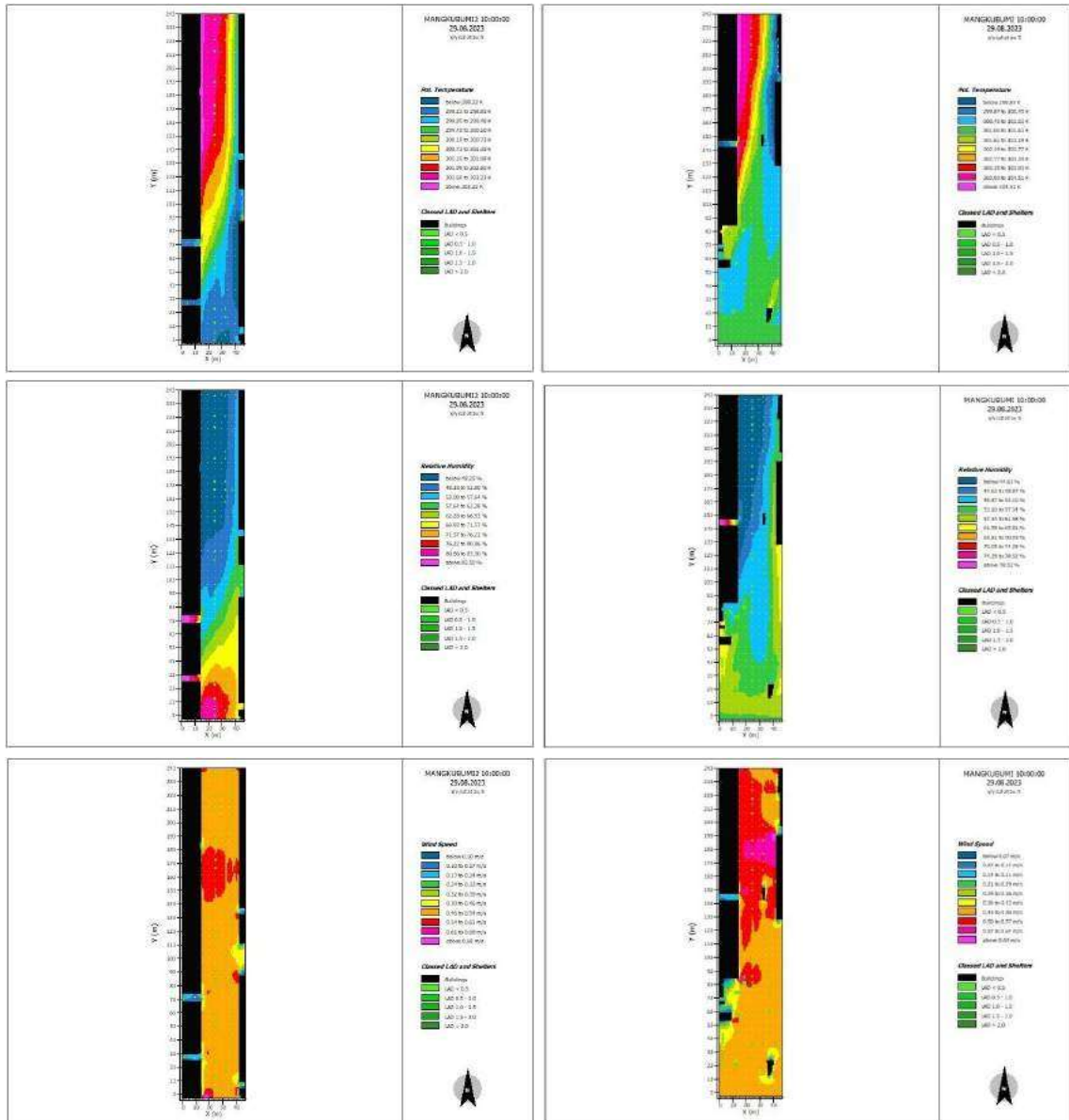
Pada pukul 07.00 WIB, Selasa 29 Agustus 2023



Gambar 18. Hasil Simulasi Envi-Met, Selasa jam 07.00  
Sumber: Olahan Peneliti

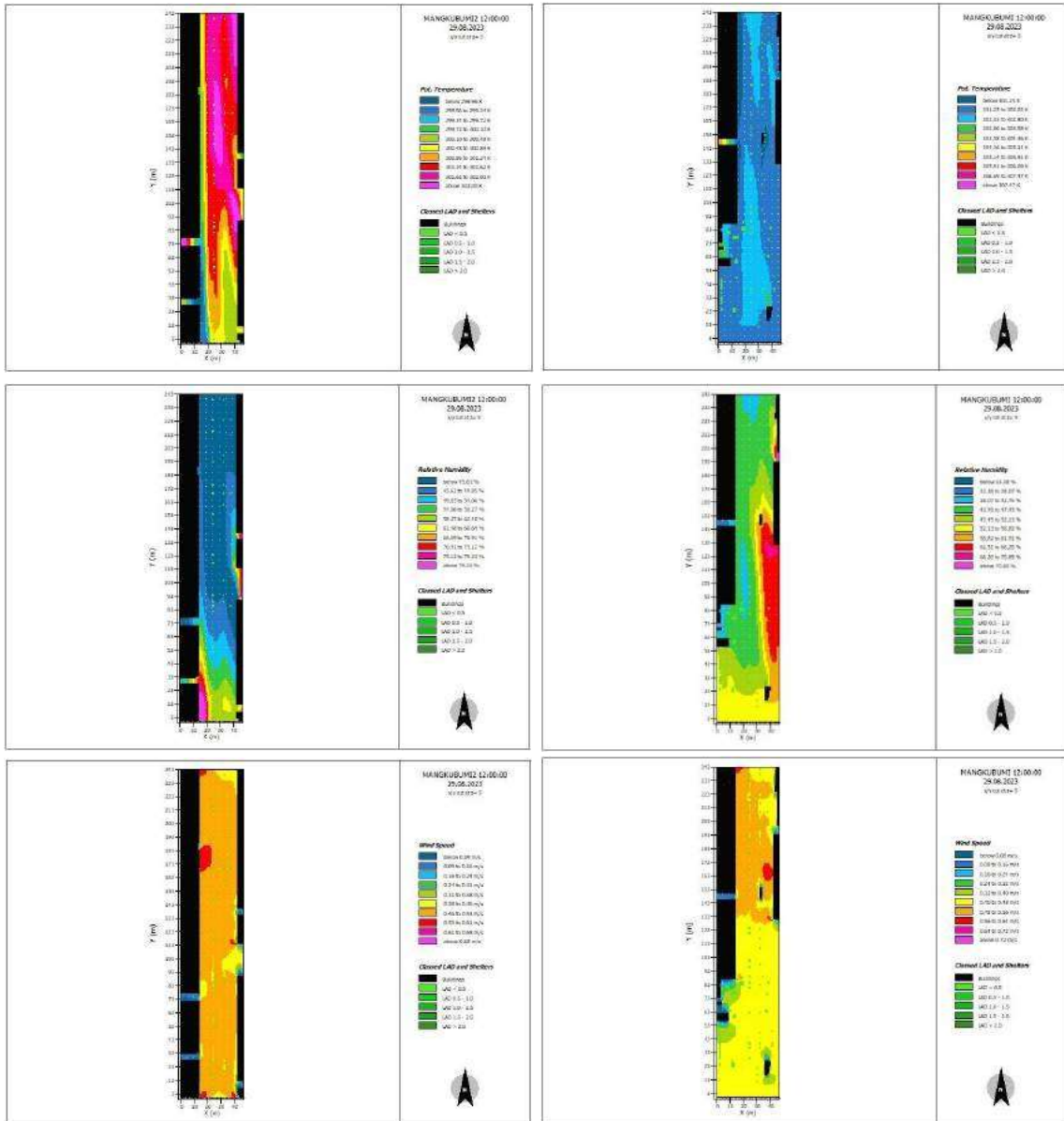


Pada pukul 10.00 WIB, Selasa 29 Agustus 2023



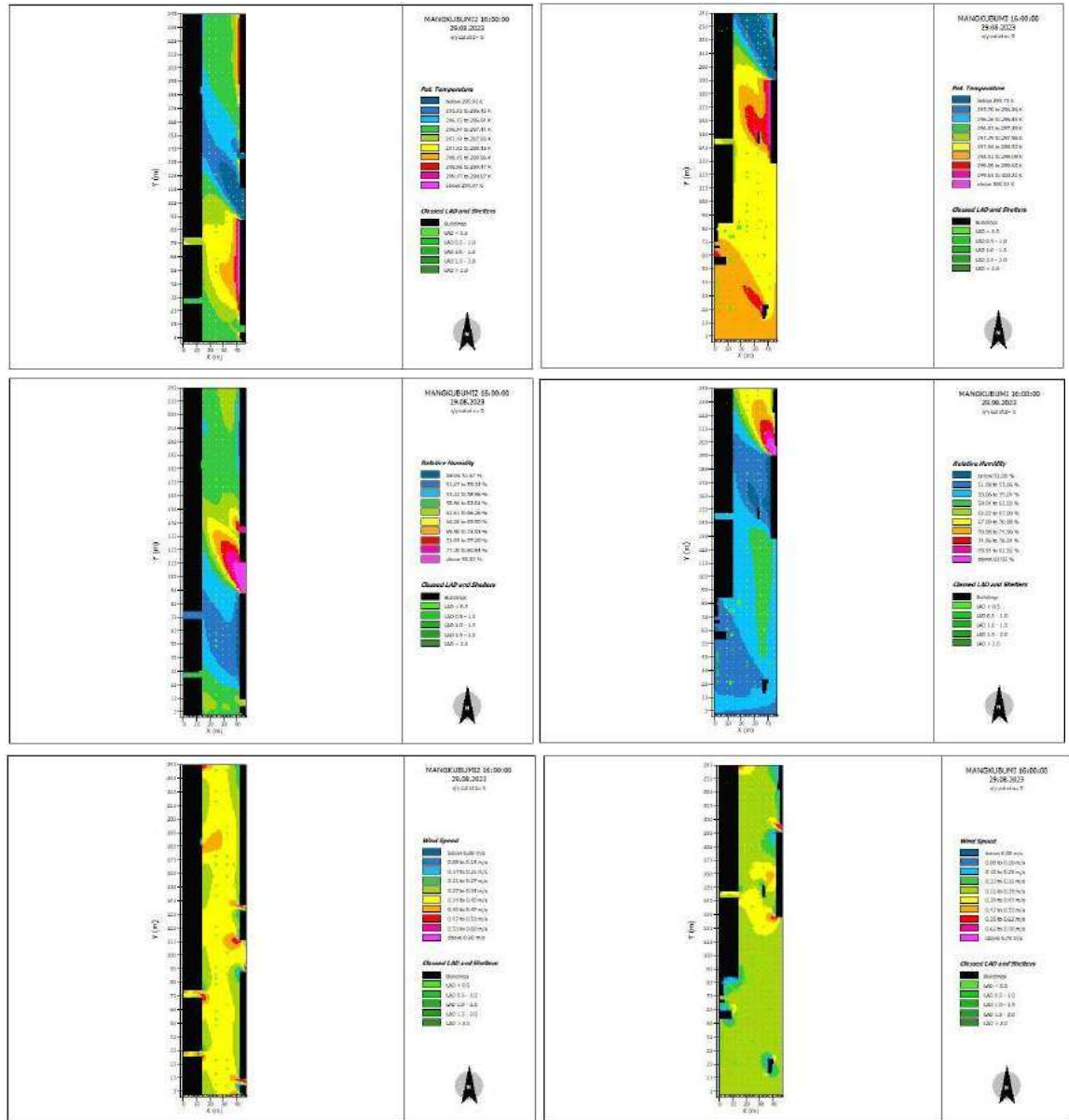
Gambar 19. Hasil Simulasi Envi-Met, Selasa jam 10.00  
Sumber: Olahan Peneliti

Pada pukul 12.00 WIB, Selasa 29 Agustus 2023



Gambar 20. Hasil Simulasi Envi-Met, Selasa jam 12.00  
Sumber: Olahan Peneliti

Pada pukul 16.00 WIB, Selasa 29 Agustus 2023



Gambar 21. Hasil Simulasi Envi-Met, Selasa jam 16.00  
Sumber: Olahan Peneliti

Selanjutnya menampilkan angka sebaran termal pada ketinggian di atas 1 (satu) meter dari permukaan tanah di jalur pedestrian hasil dari gambar sebaran termal hasil envimet. Berikut angka-angka sebaran simulasi Envi-Met yang sudah dihitung dengan menggunakan satuan Temperatur Efektif (TE) sesuai standar standar kenyamanan termal yang bersumber dari Mom.

Sabtu, 26 Agustus 2023

**Tabel 5. Angka Sebaran Termal Hasil Envi-Met**

| <b>Jam 7</b> |      | <b>Jam 10</b> |      | <b>Jam 12</b> |      | <b>Jam 16</b> |      |
|--------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|
| TE           | TE   | TE            | TE   | TE            | TE   | TE            | TE   |
| 23.9         | 23   | 26.5          | 23.7 | 24.8          | 24.3 | 22.2          | 22.2 |
| 24           | 22.7 | 26.2          | 23.9 | 24.3          | 24.5 | 22.1          | 22.5 |
| 23           | 23.4 | 26.2          | 24.6 | 24            | 25   | 22.3          | 22.2 |
| 23.5         | 23.4 | 26.2          | 23.7 | 23.9          | 25.8 | 21.6          | 22.7 |
| 21.9         | 24   | 24.9          | 23.9 | 23.8          | 26.5 | 21.3          | 22.8 |
| 22.2         |      | 24.8          |      |               | 27   | 21.4          | 21.8 |
| 22.6         |      | 24.1          |      |               | 24.7 |               | 22   |
|              |      |               |      |               | 24.5 |               | 21.6 |
|              |      |               |      |               |      |               | 21.7 |
|              |      |               |      |               |      |               |      |
| TE           | TE   | TE            | TE   | TE            | TE   | TE            | TE   |
| 23.9         | 23.3 | 26.5          | 25.3 | 27            | 25.7 | 22.2          | 22.2 |
| 23.9         | 23   | 26.5          | 25   | 25.5          | 26.1 | 22            | 22.4 |
| 23.5         | 22.5 | 27            | 25.8 | 26.1          | 25.1 | 22            | 22.2 |
| 23.4         | 23.6 | 27.1          | 26.2 | 25.4          | 25   | 21.4          | 22.7 |
| 23.8         | 23.5 | 27.8          | 25.7 | 25.8          | 25.2 | 21.5          | 22.8 |
| 22.6         | 23.7 | 26.1          | 26   | 26.4          | 25.8 | 22.6          | 22.4 |
| 22.3         |      | 25.6          | 26.2 | 26.6          | 26   | 22.4          | 23.1 |
| 22.3         |      | 26            | 26.5 | 24.8          | 24.1 | 22.7          | 23.3 |
|              |      |               | 25.7 | 25.4          | 24   | 22.9          | 23.8 |
|              |      |               | 26.2 | 25            |      | 23.1          |      |
|              |      |               | 26   |               |      |               |      |

Melihat tabel di atas pada jam 07.00 WIB angka-angka dengan satuan °C TE (Temperatur Efektif) dalam kondisi nyaman pada angka 21.9 °C TE - 24 °C TE. Pada jam 10.00 WIB terdapat variasi dalam kondisi nyaman pada angka 23.7 °C TE - 26 °C TE dan kurang nyaman pada angka 26.1 °C TE - 27.8 °C TE. Pada jam 12.00 WIB terdapat variasi dalam kondisi nyaman pada angka 24 °C TE - 25.8 °C TE dan kurang nyaman pada angka 26.1 °C TE -

26.6 °C TE. Pada jam 16.00 WIB dalam kondisi nyaman pada angka 21.3 °C TE - 23.8 °C TE.

Minggu, 27 Agustus 2023

**Tabel 6. Angka Sebaran Termal Hasil Envi-Met**

| <b>Jam 7</b> |       | <b>Jam 10</b> |      | <b>Jam 12</b> |      | <b>Jam 16</b> |      |
|--------------|-------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|
| TE           | TE    | TE            | TE   | TE            | TE   | TE            | TE   |
| 22.2         | 21.9  | 24.8          | 25.8 | 25.6          | 26.5 | 21.4          | 21.5 |
| 21.7         | 22.1  | 25            | 26   | 25.2          | 26.7 | 21.1          | 21.5 |
| 22.6         | 22.2  | 25            | 25.6 | 25.9          | 26.8 | 20.9          | 21.5 |
| 22.8         | 22.3  | 25.2          | 25   | 25.4          | 27.3 | 21.1          | 21.7 |
| 22.1         | 22.2  | 24.7          | 25   | 26            | 26   | 21.3          | 21.6 |
| 22.2         | 22.5  | 24.8          | 25   | 26.1          | 25.2 | 21.4          | 21.7 |
| 21.5         | 22.5  | 24.3          | 24.8 | 26.5          | 25.6 | 21            | 21.5 |
| 21.6         | 23    | 24.5          |      | 24.6          | 25.4 | 21.1          | 21.4 |
| 21.6         | 23.05 | 24.7          |      |               |      | 20.9          | 21.5 |
| 20.8         | 21.8  |               |      |               |      | 21            |      |
|              | 22    |               |      |               |      | 21            |      |
|              | 21.5  |               |      |               |      |               |      |
|              | 21.22 |               |      |               |      |               |      |
|              | 21    |               |      |               |      |               |      |
|              | 20.9  |               |      |               |      |               |      |
|              |       |               |      |               |      |               |      |
| TE           | TE    | TE            | TE   | TE            | TE   | TE            | TE   |
| 22           | 22    | 24.4          | 25.7 | 26            | 26.8 | 21.6          | 21.8 |
| 22.1         | 22.2  | 24.5          | 24.8 | 25.7          | 26.2 | 21.3          | 21.5 |
| 21.9         | 21.9  | 24.9          | 25   | 25.1          | 26.5 | 21.1          | 21.2 |
| 22.5         | 21.5  | 25            | 25.3 | 25.2          | 26   | 21.4          | 21.5 |
| 23.2         | 22    | 24.7          | 25.4 | 25            | 25.4 | 21.4          | 21.6 |
| 22.8         | 22.3  | 25.4          | 25.3 | 25.9          | 25.2 | 21.3          | 21.8 |
| 22.6         | 22.5  | 24.7          | 25   | 26.2          | 27.2 | 21.8          | 22   |
| 22           | 22.6  | 25.8          | 25.4 | 25.1          | 24.9 | 21.7          | 21   |
| 21.8         | 22.8  | 24.4          | 25.8 | 26.6          | 25.1 | 22.1          | 21.2 |
|              |       | 24.9          | 25.3 | 25.5          | 25.2 | 22.1          | 22.2 |
|              |       | 25.2          | 25   | 25.6          | 25.4 | 22.5          | 22.4 |
|              |       | 25.3          |      |               | 24.9 |               |      |

|  |  |  |  |  |      |  |  |
|--|--|--|--|--|------|--|--|
|  |  |  |  |  | 27.3 |  |  |
|  |  |  |  |  | 25.6 |  |  |

Melihat tabel di atas pada jam 07.00 WIB angka-angka dengan satuan °C TE (Temperatur Efektif) dalam kondisi nyaman pada angka 21.5 °C TE – 23.05 °C TE. Pada jam 10.00 WIB terdapat dalam kondisi nyaman pada angka 24.4 °C TE - 26 °C TE . Pada jam 12.00 WIB terdapat variasi dalam kondisi nyaman pada angka 25.1 °C TE - 26 °C TE dan kurang nyaman pada angka 26.1 °C TE - 27.3 °C TE. Pada jam 16.00 WIB dalam kondisi nyaman pada angka 20.9 °C TE - 22.4 °C TE.

Senin, 28 Agustus 2023

**Tabel 7. Angka Sebaran Termal Hasil Envi-Met**

| <b>Jam 7</b> |      | <b>Jam 10</b> |      | <b>Jam 12</b> |      | <b>Jam 16</b> |      |
|--------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|
| TE           | TE   | TE            | TE   | TE            | TE   | TE            | TE   |
| 21.7         | 21   | 25            | 23.5 | 26,6          | 25.7 | 21.7          | 22.8 |
| 22           | 20.9 | 25.4          | 23.7 | 26.8          | 25.3 | 21.5          | 22.5 |
| 21.7         | 21.3 | 25.6          | 23.8 | 26.7          | 25.4 | 20.8          | 22   |
| 21.9         | 21.5 | 25            | 24   | 26.8          | 25.5 | 20.9          | 22.1 |
| 22.4         | 20.5 | 25.2          | 24.1 | 26.4          | 25   | 21.3          | 21.5 |
| 21.4         | 21   | 25.5          | 24.5 | 25.9          | 25   | 21.5          | 21.2 |
| 21.7         | 21.1 | 24.9          | 24.6 | 25.8          | 24.5 | 21.3          | 21.5 |
| 21.5         | 21.2 | 25.2          | 24.3 | 27.3          | 24   | 21.8          | 21.2 |
| 22.5         |      | 25.5          | 24.5 | 25.7          | 24.5 | 21.6          | 22.1 |
| 21           |      | 24.5          | 24.3 | 26.2          |      |               | 22.6 |
| 21           |      | 24.8          |      | 24.9          |      |               | 22.8 |
| 21.2         |      | 24.6          |      | 25.3          |      |               | 22.5 |
|              |      | 24.8          |      |               |      |               |      |
|              |      | 25.1          |      |               |      |               |      |
|              |      | 24.8          |      |               |      |               |      |
|              |      | 25            |      |               |      |               |      |
|              |      | 25.2          |      |               |      |               |      |
|              |      |               |      |               |      |               |      |
| TE           | TE   | TE            | TE   | TE            | TE   | TE            | TE   |
| 22.5         | 21.4 | 26            | 24.4 | 26.3          | 25.5 | 20.8          | 21.3 |
| 22.2         | 21.3 | 25.6          | 24.7 | 26.5          | 25.2 | 21.2          | 21.7 |
| 22.2         | 21.8 | 26            | 25   | 25.8          | 24.8 | 21.5          | 21.6 |

|      |       |      |      |      |      |      |      |
|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 21.6 | 21.7  | 25.5 | 24.7 | 25.5 | 24.6 | 21.3 | 21.9 |
| 22.7 | 22    | 25.3 | 25   | 25.5 | 24.1 | 21.3 | 21.8 |
| 22.2 | 21.99 | 25   | 25   | 26.8 | 24.5 | 21.5 | 21   |
| 22.9 | 22.2  | 24.5 | 25.3 | 26.3 | 24   | 21.8 | 21.1 |
| 23   | 22.5  | 25.3 | 25.4 | 26   | 25.8 | 22.1 | 22   |
|      |       | 25   |      | 25.7 | 25.4 | 22.2 | 22.3 |
|      |       | 25.2 |      | 25   | 25.8 | 22.3 | 22.7 |
|      |       | 25.2 |      | 25.4 | 25.5 | 22.2 | 22.5 |
|      |       | 24.9 |      | 24.8 | 25.8 | 22.5 | 22.7 |
|      |       | 26.2 |      | 25.3 | 25.7 | 22.3 | 22.9 |
|      |       | 25.8 |      | 26   |      |      |      |

Melihat tabel di atas pada jam 07.00 WIB angka-angka dengan satuan °C TE (Temperatur Efektif) dalam kondisi nyaman pada angka 20.5 °C TE – 22.9 °C TE. Pada jam 10.00 WIB terdapat variasi dalam kondisi nyaman pada angka 23.5 °C TE - 26 °C TE dan dalam kondisi kurang nyaman pada angka 26.2 °C TE . Pada jam 12.00 WIB terdapat variasi dalam kondisi nyaman pada angka 24 °C TE - 26 °C TE dan kurang nyaman pada angka 26.2 °C TE - 26.8 °C TE. Pada jam 16.00 WIB dalam kondisi nyaman pada angka 20.8 °C TE - 22.9 °C TE.

Selasa, 29 Agustus 2023

**Tabel 8. Angka Sebaran Termal Hasil Envi-Met**

| <b>Jam 7</b> |      | <b>Jam 10</b> |      | <b>Jam 12</b> |      | <b>Jam 16</b> |      |
|--------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|
| TE           | TE   | TE            | TE   | TE            | TE   | TE            | TE   |
| 21.9         | 21   | 25.6          | 24.2 | 23.7          | 24.7 | 22.2          | 22.8 |
| 21.4         | 21.1 | 25.5          | 24.5 | 24            | 24.5 | 22.5          | 23.4 |
| 21           | 20.8 | 25            | 24.6 | 25            | 24.7 | 21.6          | 23.4 |
| 21.7         | 20.9 | 24.8          | 25   | 23.8          | 24.4 | 21.3          | 22.9 |
| 21.6         | 21.4 | 24.5          | 23.4 | 23.7          | 24.7 | 21.4          | 23.5 |
| 20.7         | 21.8 | 24.1          | 23.2 | 24            | 23.6 | 22.2          | 22.1 |
| 20.9         | 21.7 | 24.3          | 24.2 | 24.2          | 23.9 | 22.5          | 22.2 |
| 22.5         |      | 24.6          | 23.9 | 24            | 24.3 |               | 21.9 |
| 22.5         |      | 24            | 22.8 | 24.3          | 24.1 |               | 21.9 |
|              |      | 24.3          | 23.2 | 24.6          | 24.4 |               | 21.8 |
|              |      |               | 23.4 | 24.9          | 24.5 |               | 22   |
|              |      |               |      |               | 24.8 |               | 22.2 |

|      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
|      |      |      |      |      |      |      | 21.2 |
|      |      |      |      |      |      |      | 21.5 |
|      |      |      |      |      |      |      | 21.8 |
|      |      |      |      |      |      |      | 23.5 |
|      |      |      |      |      |      |      | 22.9 |
|      |      |      |      |      |      |      | 22.8 |
|      |      |      |      |      |      |      |      |
| TE   | TE   | TE   | TE   | TE   | TE   | TE   | TE   |
| 22.5 | 20.9 | 26.1 | 25.3 | 24.1 | 24.9 | 21   | 20.8 |
| 22.2 | 21   | 25.9 | 25   | 23.9 | 25.2 | 20.8 | 21   |
| 21.8 | 21.7 | 25.3 | 24.8 | 24.8 | 25.4 | 21.1 | 21.3 |
| 21.9 | 21.8 | 25   | 24.5 | 25.2 | 26.2 | 21.3 | 21.7 |
| 21   | 22   | 25.7 | 25.3 | 25.5 | 25.8 | 21.5 | 21.5 |
| 21.2 | 21.8 | 24.8 | 25   | 24.9 | 25.3 | 21.8 | 22   |
| 21.5 | 21.7 | 25.4 | 24.3 | 25.4 | 25.6 | 22.3 | 21.7 |
| 21.4 | 21.9 | 25   | 24.5 |      | 25.2 | 23   | 22.9 |
|      |      |      | 23.8 |      |      | 23   | 23   |
|      |      |      |      |      |      | 23.3 | 23   |
|      |      |      |      |      |      |      | 23.3 |
|      |      |      |      |      |      |      | 23.5 |
|      |      |      |      |      |      |      | 23.3 |

Melihat tabel di atas pada jam 07.00 WIB angka-angka dengan satuan °C TE (Temperatur Efektif) dalam kondisi nyaman pada angka 20.7 °C TE – 22.5 °C TE. Pada jam 10.00 WIB terdapat variasi dalam kondisi nyaman pada angka 22.8 °C TE – 25.9 °C TE dan dalam kondisi kurang nyaman pada angka 26.1 °C TE. Pada jam 12.00 WIB terdapat variasi dalam kondisi nyaman pada angka 23.6 °C TE – 25.8 °C TE dan kurang nyaman pada angka 26.2 °C TE. Pada jam 16.00 WIB dalam kondisi nyaman pada angka 20.8 °C TE - 23.5 °C TE.

Jalan Mangkubumi merupakan ruang terbuka yang berkontribusi terhadap perubahan iklim mikro berupa tatanan massa bangunan yang dilengkapi jalan utama, jalur pejalan kaki di sisi kanan dan kiri, terdapat vegetasi di pinggir kanan kiri jalan utama dan vegetasi berada di pinggir jalur pejalan kaki sebelah timur. Penelitian yang dilakukan selama 4 hari mulai pagi sampai dengan sore memperlihatkan bahwa pada pagi hari dalam kondisi nyaman dikarenakan posisi matahari mulai naik dan belum banyak menyinari sehingga tatanan massa bangunan, perkerasan masih dalam kondisi tidak panas, dan jalan mangkubumi masih dalam keadaan nyaman dikarenakan sinar matahari terhalangi oleh keberadaan tatanan massa



bangunan sebelah timur jalan akibat variasi ketinggian bangunan. Pada pagi hari mulai jam 10, jam 12 dalam kondisi ada yang nyaman dan kurang nyaman dikarenakan, perkerasan mulai panas dan mengeluarkan termal dan yang kondisi nyaman dikarena keberadaan tutupan vegetasi sebelah timur yang berkontribusi dalam mempertahankan kondisi termal. Terutama pada jam 12.00, posisi matahari tepat di atas yang memberikan kontribusi peningkatan termal selain itu tatanan massa bangunan dan perkerasan juga mempengaruhi. Pada sore hari mulai jam 16.00 dalam kondisi nyaman karena posisi matahari mulai turun dan termal menjadi turun dan berkurangnya radiasi matahari yang mengenai tatanan massa bangunan dan perkerasan

### **KESIMPULAN**

Bahwa tatanan massa bangunan berkontribusi terhadap termal, keberadaan tutupan vegetasi dapat membantu terhadap penurunan termal. *Hardscapes*, bangunan, jalan, jumlah vegetasi yang sedikit, ruang terbuka berkontribusi terhadap perubahan (kenaikan termal) iklim mikro diperkotaan.

### **SARAN**

Berdasarkan hasil pembahasan dan kesimpulan upaya peningkatan kenyamanan termal iklim mikro jalur pedestrian dan sekitarnya dapat dilakukan dengan memperbanyak tutupan vegetasi di jalur pejalan kaki, jalur pedestrian dengan cara pembuktian melalui optimalisasi tetap dengan menggunakan simulasi Envimet serta merubah penataan vegetasi untuk penelitian selajutnya.

### **REFERENSI**

- Aprodita Emma Yetti, I. P. (2019). Kajian toleransi keruangan pada kawasan pendukung pariwisata di Jalan Margo Utomo, Yogyakarta. *Jurnal Arsitektur Pendapa*, 2(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.37631/pendapa.v2i1.63>
- Ashari, D. R. (2022). KESAN PERTAMA CITRA KAWASAN BERDASARKAN PETA MENTAL WISATAWAN (Studi Kasus di Ruas Tugu Jogja – Titik Nol Km di Kawasan Malioboro). Universitas Islam Indonesia. Retrieved from <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/40960>
- Chafid Fandeli, Kaharuddin, M. (2004). *PERHUTANAN KOTA*. (F. K. U. G. Mada, Ed.) (1st ed.). Yogyakarta: Fakultas Kehutanan UNiversitas Gadjah Mada.
- Emiliana Yulistia Polawati, Cornelia Hildegardis AMN, Soludale. PENGARUH VEGETASI PADA JALUR PEDESTRIAN TERHADAP PERSEPSI PEJALAN KAKI Studi Kasus Pada Penggal Jalan Soekarno Hatta, Maumere, Nusa Tenggara Timur. *SMART #4 - Semin Archit Res Technol* [Internet]. 2019;4(1). Available from: <https://smartfad.ukdw.ac.id/index.php/smart/article/view/103>
- HeinzFrick, F. B. S. (2007). *Dasar-Dasar Arsitektur Ekologis*. (B. P. I. Yogyakarta: Penerbit Kanisius, Ed.).

- Khairani Ayu Rizqi, B. P. (2020). Optimization of Building Configuration in Vertical Residential Housing towards Outdoor Thermal Comfort: Case Study of Tambora Flats, Jakarta, Indonesia. *ASEAN Journal on Science & Technology for Development*, 37. <https://doi.org/https://doi.org/10.29037/ajstd.614>
- Lestari, S. M. (2020). Pengaruh Tata Bangunan dan Jalan terhadap Aliran Udara pada Kawasan Perkotaan. *TATALOKA*, 23(1). Retrieved from <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/tataloka/article/view/6517/0>
- Lippsmeier, D. I. G. (1994). *BANGUNAN TROPIS*. (P. ERLANGGA, Ed.) (Edisi ke-2).
- Pawitra Sari, Aris Munandar, I. S. F. (2019). KAJIAN PLACE DEPENDENCE WARISAN BUDAYA WUJUD PADA SUMBU FILOSOFI DI KOTA YOGYAKARTA. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jli/article/view/20834/20311>
- Permata Hudaya, Suwandi, M. N. F. A. (2021). PENGARUH LUAS AREA DAN KONFIGURASI RUANG TERBUKA HIJAU TERHADAP IKLIM MIKRO KAWASAN (Studi Kasus: Laboratorium Kawasan Hunian Rendah Energi). *E-Proceeding of Engineering*, 8(1). Retrieved from <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/14286/14070>
- PRASETYO, V. F. A. L. (2018). STUDI FASAD BANGUNAN SEBAGAI ELEMEN FISIK PEMBENTUK IDENTITAS KAWASAN Studi Kasus: Koridor Jalan Marga Utama (Mangkubumi) Yogyakarta. UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA. Retrieved from <https://e-journal.uajy.ac.id/17656/1/MTA026600.pdf>
- Satwiko, P. (2009). *Fisika Bangunan*. (P. A. Yogyakarta, Ed.).
- Septian Eka Prayoga, A. K. (2019). THERMAL COMFORT SIMULATION ON CIK DITIRO CORRIDOR. *DIMENSI Journal of Architecture and Built Environment*, 46. <https://doi.org/https://doi.org/10.9744/dimensi.46.1.67-78>
- Syaiful Muazir, L. (2019). BUILT ENVIRONMENT IMPACT TO MICROCLIMATE (AIR TEMPERATURE). *DIMENSI – Journal of Architecture and Built Environment*, 46(1), 23–34. Retrieved from <https://dimensi.petra.ac.id/index.php/ars/article/view/21511>