



Pengaruh Kondisi Lingkungan Fisik Terhadap Perubahan Suhu Udara Di Universitas Negeri Malang

Deniar Emilia Rahma, Jalu Paka Alya Rinando, Muhammad Zidan Malik, Nurul Afifah, Qurratu Aini, Sahrul Gunawan, Sugeng Utaya*

Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5 Malang, Jawa Timur, Indonesia

Corresponding author, email: sugeng.utaya.fis@um.ac.id

Paper received: 3-4-2023; accepted: 15-4-2023; published: 30-4-2023

Abstract

The UM University has morphological variations and different surface characteristics, resulting in differences in air temperature between one location and another. The purpose of this study is to determine the distribution of air temperature, map isotherms and determine the relationship between environmental conditions and air temperature on the UM campus. This research was conducted at 12.00, 13.00, and 14.00 WIB with 32 points. The method used is descriptive analysis of quantitative approaches with data processing using SPSS software. This study obtained results including: (1) There are temperature differences at several points in the UM campus area due to the lack of dense vegetation which is inversely proportional to the density of buildings; (2) There are several hot centers in the UM campus environment with the hottest point at the Cakrawala Stadium, due to the absence of vegetation; and (3) The difference in air temperature in the UM campus environment is due to the lack of even distribution of vegetation and the high density of buildings. Even distribution of vegetation needs to be done at UM to reduce the increase in air temperature.

Keywords: *Temperature; UM University; Chi-Square*

Abstrak

Wilayah UM memiliki variasi morfologi dan karakteristik permukaan yang berbeda-beda, sehingga menimbulkan perbedaan suhu udara antara satu lokasi dengan lokasi lainnya. Tujuan dari penelitian ini guna mengetahui persebaran suhu udara, dapat memetakan isoterm dan mengetahui hubungan kondisi lingkungan dengan suhu udara di kampus UM. Penelitian ini dilakukan pada pukul 12.00, 13.00, dan 14.00 WIB dengan 32 titik. Metode yang digunakan yaitu analisis deskriptif pendekatan kuantitatif dengan pengolahan data menggunakan *software* SPSS. Penelitian ini mendapatkan hasil di antaranya: (1) Terdapat perbedaan suhu pada beberapa titik di kawasan kampus UM dikarenakan kurang rapatnya vegetasi yang berbanding terbalik dengan rapatnya bangunan; (2) Terdapat beberapa pusat panas di lingkungan kampus UM dengan titik terpanas di Stadion Cakrawala, disebabkan karena tidak adanya vegetasi; dan (3) Perbedaan suhu udara di lingkungan kampus UM disebabkan karena kurangnya pemerataan vegetasi dan kerapatan gedung yang tergolong tinggi. Pemerataan vegetasi perlu dilakukan di UM untuk mengurangi peningkatan suhu udara.

Kata kunci: Suhu; Kampus UM; Chi-Square

1. Introduction

Suhu udara merupakan salah satu parameter iklim mikro yang berpengaruh terhadap kenyamanan termal manusia. Suhu udara adalah ukuran panas atau dinginnya udara di suatu tempat dan waktu tertentu. Suhu udara dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti radiasi matahari, ketinggian, kelembaban, angin, dan awan (Octarino, 2019). Distribusi suhu udara di permukaan bumi sangat bervariasi. Secara umum, suhu lebih tinggi di daerah tropis dan lebih rendah di daerah kutub. Suhu juga menurun dengan kenaikan elevasi atau ketinggian; ini disebabkan oleh fakta bahwa udara di tempat dengan posisi elevasi yang lebih tinggi akan lebih tipis dan oleh karena itu kurang mampu menyerap dan mempertahankan panas dari matahari. Musim juga mempengaruhi suhu udara (Utina, 2009). Dimana daerah beriklim sedang, suhu udara biasanya lebih tinggi di musim panas dan lebih rendah di musim dingin, sementara di daerah tropis, suhu udara biasanya lebih tinggi di musim kemarau dan lebih rendah di musim hujan (Sagita, dkk. 2022).

Suhu udara memiliki dampak besar terhadap kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Suhu udara yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menyebabkan *heat stress* atau hipotermia, yang dapat mengancam kesehatan dan keselamatan (Dewi, dkk. 2021). Suhu udara juga mempengaruhi pertanian, industri, transportasi, dan aktivitas lainnya. Suhu udara yang ekstrim dapat mengganggu pertumbuhan tanaman, kerja mesin, penerbangan pesawat, dan sebagainya. Oleh karena itu, penting bagi manusia untuk memantau dan mengelola suhu udara agar tetap dalam batas yang wajar. Suhu udara juga mempengaruhi aktivitas pembelajaran manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung, suhu udara yang terlalu tinggi atau rendah dapat mengganggu kenyamanan dan kesehatan peserta didik dan pendidik (Festiawan, 2020). Suhu udara yang terlalu tinggi dapat menyebabkan dehidrasi, kelelahan, pusing, dan bahkan heat stroke. Suhu udara yang terlalu rendah dapat menyebabkan hipotermia, pilek, flu, dan bahkan frostbite. Kondisi ini dapat mengurangi konsentrasi, motivasi, dan prestasi belajar. Secara tidak langsung, suhu udara yang ekstrim dapat mempengaruhi infrastruktur dan fasilitas pendidikan. Misalnya, suhu udara yang terlalu tinggi dapat merusak peralatan elektronik, seperti komputer, proyektor, dan AC. Suhu udara yang terlalu rendah dapat membekukan pipa air, mengganggu sistem pemanas, dan merusak bangunan. Kondisi ini dapat menghambat proses pembelajaran yang efektif dan efisien. Suhu dalam ruangan dapat dikontrol atau disesuaikan sesuai kebutuhan, misalnya dengan menggunakan kipas angin atau pendingin udara (AC). Sebaliknya, suhu dan kelembaban di ruangan luar tidak dapat dikontrol karena dipengaruhi oleh faktor-faktor alam seperti cahaya matahari dan iklim di daerah tersebut. (Hamidy, dkk. 2021).

Suatu lingkungan dengan tingkat populasi dan aktivitas yang padat akan mempengaruhi iklim mikro pada kawasan didalam maupun di sekitarnya. Iklim mikro adalah kondisi iklim lokal yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti topografi, vegetasi, bangunan, dan sumber-sumber panas (Baroroh & Pangi, 2018). Perubahan iklim mikro dapat berdampak pada kesehatan, kenyamanan, dan produktivitas manusia, serta ekosistem dan biodiversitas di dalam dan di sekitar lingkungan (Saroh, 2020). ASHRAE *Standard* 55 menjelaskan bahwa Kenyamanan termal merujuk pada keadaan subjektif manusia yang merasa puas dengan kondisi termal lingkungan sekitarnya, yang meliputi suhu udara, kecepatan aliran udara, dan kelembaban udara. Dalam konteks ilmiah, kenyamanan termal dapat diartikan sebagai persepsi individu terhadap kondisi lingkungan sekitarnya.

Wilayah Universitas Negeri Malang memiliki variasi morfologi dan karakteristik permukaan yang berbeda-beda, sehingga dapat menimbulkan perbedaan suhu udara antara satu lokasi dengan lokasi lainnya. Penelitian yang dilakukan pada Universitas Negeri Malang, apabila mengacu pada kondisi fisiografi UM, wilayah kampus UM memiliki karakteristik yang beragam mulai dari vegetasi, luas RTH, tutupan lahan dan mobilitas kendaraan yang ada. Keberagaman yang paling dapat peneliti amati adalah sebaran vegetasi dan penggunaan moda transportasi motor. Keberagaman jumlah kendaraan bermotor mengakibatkan keberagaman emisi gas rumah kaca (GRK) yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor, dimana dengan semakin banyaknya jumlah kendaraan yang lewat maka akan semakin banyak jumlah emisi gas rumah kaca yang dihasilkan (Seo, dkk. 2013).

Dalam atmosfer bumi terdapat beberapa macam gas, dan salah satu gas yang mengakibatkan panas terperangkap dalam bumi karena terhalang oleh efek rumah kaca adalah gas karbondioksida (CO₂) yang merupakan hasil dari emisi gas buang kendaraan bermotor. Emisi tersebut dapat meningkatkan suhu di permukaan bumi yang berkaitan dengan adanya pencemaran udara yang dihasilkan dari gas buang bahan bakar fosil pada kendaraan bermotor (wardhana, 2004). Bahan bakar fosil merupakan suatu bahan bakar yang memiliki kandungan yang berupa hidrokarbon yang ditemukan dalam lapisan kulit bumi dengan keberadaan yang paling dalam yang merupakan sumber penghasil polutan yang berasal dari gas buang karbon dioksida dan gas emisi lainnya (Santoso & Subchan, 2010). Sehingga kendaraan bermotor adalah salah satu sumber penghasil emisi. Jumlah kendaraan bermotor yang berlebihan dapat menimbulkan emisi yang berlebihan juga (Sudarti, dkk. 2022).

Vegetasi memiliki peran yaitu meminimalkan suhu udara dengan memanfaatkan sinar matahari untuk fotosintesis dan dapat menahan sinar matahari di atas kanopi menyebabkan suhu di bawah tegakan lebih rendah karena naungan, dan memanfaatkan proses evapotranspirasi untuk mendinginkan diri dan lingkungan (Dewi, dkk. 2023). Kondisi Vegetasi pada wilayah perkotaan pada umumnya jauh lebih sedikit dibandingkan dengan wilayah pinggiran kota sehingga suhu perkotaan lebih tinggi daripada daerah sekitarnya. Kerapatan vegetasi semakin tinggi pada suatu area, maka suhu pada area tersebut akan cenderung semakin rendah, begitu juga sebaliknya. Jika ditemui suhu permukaan lahan di daerah perkotaan tinggi, biasanya daerah tersebut memiliki kerapatan vegetasi yang rendah (Indrawati, 2020).

Elemen ruang terbuka hijau, yaitu vegetasi, dapat menurunkan suhu udara lingkungan dibandingkan dengan daerah yang tidak memiliki vegetasi. Selain itu vegetasi juga dapat mengurangi efek polusi udara. Ruang terbuka hijau yang sempit menyebabkan radiasi panas dari sinar matahari tidak dipantulkan, namun langsung diserap oleh gedung-gedung, dinding, dan atap. Sarana dan prasarana seperti fasilitas gedung, jalan, pertokoan, permukiman, pabrik menyebabkan berkurangnya jumlah ruang vegetasi di kota. Sarana transportasi yang semakin meningkat menyebabkan naiknya kuantitas gas CO₂. Sedikit ruang vegetasi yang ada menyebabkan berkurangnya penyerapan CO₂, akibatnya terjadi ketidakseimbangan komposisi udara (Hidayat, 2016).

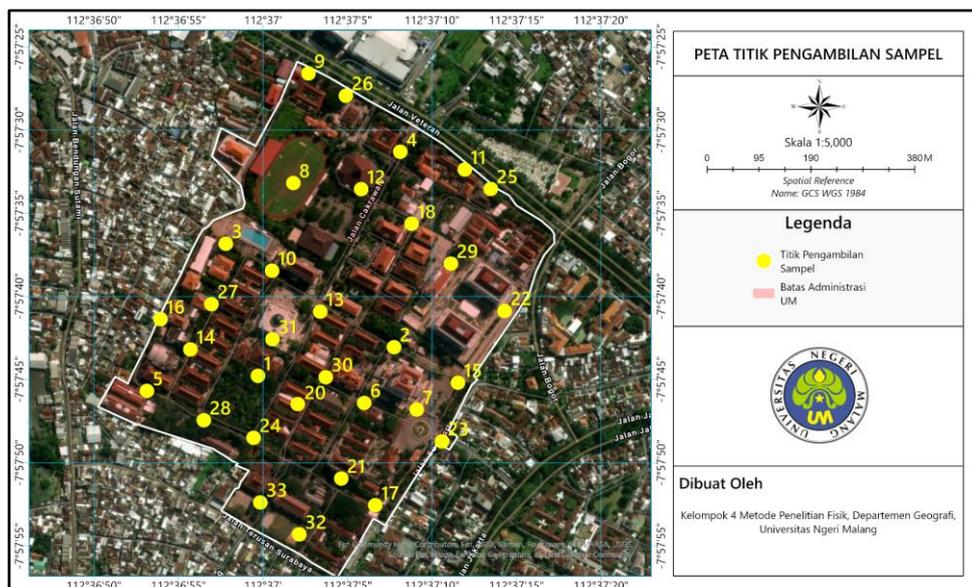
Berdasarkan latar belakang di atas, maka diperoleh tujuan penelitian ini yaitu mengetahui persebaran suhu udara di lingkungan kampus Universitas Negeri Malang, memetakan isoterm di lingkungan kampus Universitas Negeri Malang, dan mengetahui

hubungan kondisi lingkungan dengan suhu udara di kampus UM. Selain itu, penelitian ini bermanfaat bagi peneliti dan pembaca untuk mengetahui sebaran suhu udara, memberikan visualisasi persebaran suhu melalui peta isoterm, dan menemukan hubungan kondisi lingkungan dengan suhu udara di lingkungan kampus UM.

2. Method

Penelitian ini dilakukan di Universitas Negeri Malang, Kota Malang, Jawa Timur pada tanggal 18 September 2023 tepatnya pada pukul 12.00 WIB, 13.00 WIB dan 14.00 WIB. Penelitian ini dilakukan pada 33 titik yang tersebar di area Universitas Negeri Malang. Dalam penelitian ini dilakukan pengamatan secara langsung di lapangan terhadap sampel yang diteliti. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisis deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Pada penelitian ini terdapat 3 tahapan yang dilakukan yaitu tahap pra survei, tahap survei, dan tahap pasca survei. Tahap pra survei merupakan tahapan yang penting dilakukan sebelum survei yang meliputi identifikasi masalah, penentuan lokasi kajian, penentuan titik-titik pengamatan dan pengambilan sampel serta penyusunan rancangan penelitian. Tahap survei merupakan tahapan ketika pengamatan dan pengambilan sampel lapangan. Tahap pasca survei merupakan tahapan setelah dilakukannya survei atau tahap pengolahan data. Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan *software* SPSS untuk mengetahui hubungan kondisi lingkungan fisik terhadap suhu.

Subjek pada penelitian ini yaitu 33 titik pengamatan yang tersebar di antara wilayah Universitas Negeri Malang. Penentuan titik pengamatan menggunakan metode *systematic area sampling* yang disesuaikan dengan kondisi wilayah *sampling*. Sampel pada penelitian ini merupakan 7 variabel kondisi lingkungan fisik yang berkaitan dengan suhu udara. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas berupa jumlah kendaraan, kerapatan vegetasi, yang bangunan, tutupan lahan, luas RTH, dan keterbukaan lahan sedangkan variabel terikat berupa suhu udara. Dari sampel yang diambil kemudian dilakukan analisis keterkaitan terhadap suhu udara pada wilayah Universitas Negeri Malang. Adapun lokasi pengambilan sampel disajikan pada peta berikut :



Gambar 1. Persebaran Lokasi Titik Pengambilan Sampel di Kawasan UM
Sumber: Olah Data Sekunder 2023

Pada penelitian ini menggunakan instrumen dan alat berupa tabel pengamatan dan termometer. Tabel pengamatan yang digunakan berisi parameter yang sudah ditentukan pada masing-masing sampel. Masing-masing sampel memiliki nilai dengan parameter yang sudah ditetapkan dengan nilai paling kecil 1 dan nilai paling besar 5. Sampel yang dibutuhkan didasarkan dengan variabel yang digunakan, diantaranya : (1) Suhu udara pada jam 12.00, 13.00, dan 14.00 WIB (variabel terikat); (2) Kerapatan vegetasi; (3) Luas ruang terbuka hijau; (4) Jenis lantai; (5) Kerapatan bangunan; (6) Jenis tutupan lahan; dan (7) Jumlah kendaraan yang melintas pada jam 12.00, 13.00, dan 14.00.

Pengumpulan data suhu dilakukan menggunakan termometer dengan suhu awal berada suhu 27°C. Pengumpulan data ini dilakukan di sebanyak 32 titik pengamatan tepat pada pukul 12.00, 13.00, dan 14.00 WIB. Pengambilan data dilakukan sebanyak 3 kali untuk variabel terikat yakni suhu udara dan variabel bebas yakni jumlah kendaraan. Pengukuran yang dilakukan sebanyak 3 kali ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan suhu yang diukur setiap 5 menit pada jam ke 12.00, 13.00 dan 14.00. Pada variabel bebas yakni kerapatan vegetasi, kepadatan bangunan, keterbukaan lahan, luas RTH, dan penutup lahan diperoleh dengan melakukan pengamatan secara langsung dan melakukan penilaian secara subjektif. Metode ini memungkinkan peneliti untuk mendapatkan gambaran yang lebih akurat dan komprehensif tentang kondisi lingkungan fisik di wilayah penelitian. Dengan demikian, penelitian ini menggunakan pendekatan yang sistematis dan teliti dalam pengumpulan dan analisis data, yang mencakup berbagai variabel lingkungan yang berpotensi mempengaruhi suhu udara. Pengumpulan data pada variabel kerapatan vegetasi memiliki nilai klasifikasi sangat rapat (1), rapat (2), Sedang (3), Kurang (4), dan Tidak Rapat (5). Nilai klasifikasi sesuai dengan persepsi peneliti dimana pada klasifikasi sangat rapat ditunjukkan dengan banyaknya tanaman yang ada pada titik pengumpulan data. Sedangkan pada klasifikasi tidak rapat ditunjukkan dengan kurangnya tanaman yang ada pada titik pengumpulan data. Pada variabel kepadatan bangunan memiliki nilai klasifikasi sangat rapat (1), rapat (2), Sedang (3), Kurang (4), dan Tidak Rapat (5). Nilai klasifikasi sesuai dengan persepsi peneliti dimana pada klasifikasi sangat rapat ditunjukkan dengan rapatnya bangunan yang ada pada titik pengumpulan data. Sedangkan pada klasifikasi tidak rapat ditunjukkan dengan sedikitnya bangunan yang ada pada titik pengumpulan data.

Tabel 1. Variabel Pengukuran Parameter Pengaruh Perubahan Suhu

Parameter	Skor				
	1	2	3	4	5
Kerapatan Vegetasi	Sangat Rapat	Rapat	Sedang	Kurang Rapat	Tidak Rapat
Kepadatan Bangunan	Sangat Rapat	Rapat	Sedang	Kurang Rapat	Tidak Rapat
Luas Ruang Terbuka Hijau	Sangat Luas	Luas	Sedang	Kurang Luas	Tidak Luas
Keterbukaan Lahan	Sangat Terbuka	Terbuka	Sedang	Kurang Terbuka	Tidak Terbuka
Jumlah Kendaraan	Sangat Padat (>3000)	Padat (2251-3000)	Sedang (1501-2250)	Kurang Padat (751-1500)	Tidak Padat (<750)
Jenis Lantai	Tanah	Rumput	Paving	Semen	Aspal

Sumber: Olah Data Primer 2023

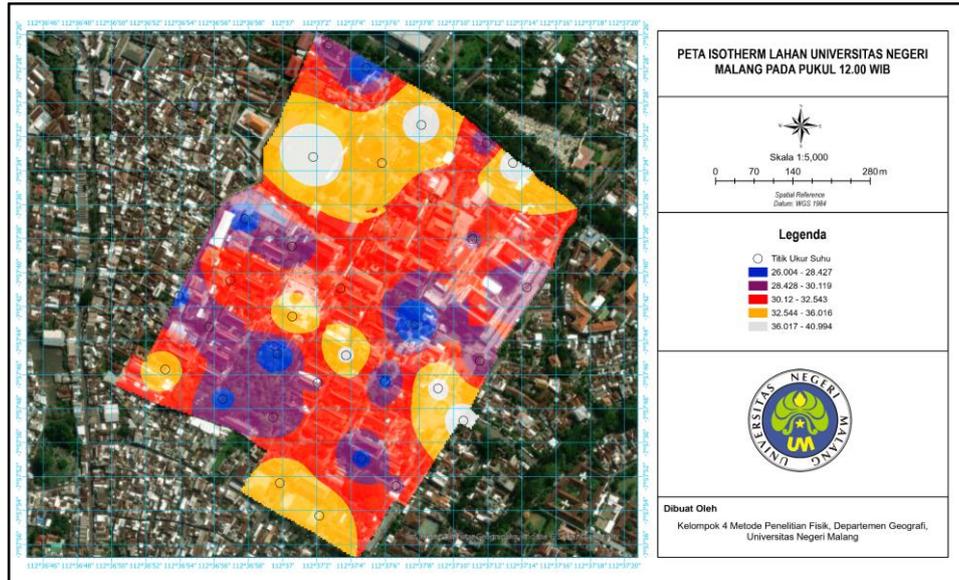
Analisis data yang diperoleh pada penelitian ini diolah menggunakan Microsoft Excel dan *software* SPSS. Pengolahan data menggunakan *Microsoft Excel* dilakukan dengan memasukkan data setiap variabel kemudian diklasifikasikan berdasarkan nilai yang telah ditentukan. Pengolahan data menggunakan *SPSS* dilakukan dengan memasukkan data setiap variabel yang sudah diolah pada *Microsoft Excel*. Untuk variabel jumlah kendaraan dan suhu pengolahan data langsung dilakukan pada *software* SPSS. Data variabel diolah menggunakan metode *Chi Square Test* dan *Correlation* untuk mengetahui hubungan antara variabel terikat dan variabel bebas. Hasil dari pengolahan *Chi Square Test* untuk mengetahui hubungan antara variabel dapat dibaca melalui Pearson Chi-Square pada bagian *Asymptotic Significance*. Apabila nilai asymptotic $< 0,05$ maka H_0 ditolak H_a diterima maka dapat diartikan bahwa antar variabel ini memiliki hubungan dan sebaliknya. Penentuan hubungan kuat atau tidaknya antara kedua variabel ditentukan dengan *Correlation*.

3. Results and Discussion

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran suhu udara di Kawasan Universitas Negeri Malang. Pengukuran suhu udara ini dilakukan pada pukul 12.00, 13.00, dan 14.00 dengan terdapat beberapa variabel yang menjadi variabel yang berpengaruh terhadap kenaikan dan penurunan suhu udara. Dengan adanya variabel ini dapat diketahui seberapa besar pengaruh variabel tersebut terhadap persebaran udara di Kawasan Universitas Negeri Malang. Beberapa variabel yang menjadi indikator pengaruh terhadap suhu udara yaitu kerapatan vegetasi, luas ruang terbuka hijau, jenis lantai, kerapatan bangunan, jenis tutupan lahan, dan jumlah kendaraan. Hasil pengukuran suhu udara di Kawasan Universitas Negeri Malang diperoleh persebaran udara di Universitas Negeri Malang, peta isoterm, dan hubungan antara variabel yang berpengaruh terhadap suhu udara di Universitas Negeri Malang. Hasil tersebut dijelaskan dalam penjelasan sebagai berikut.

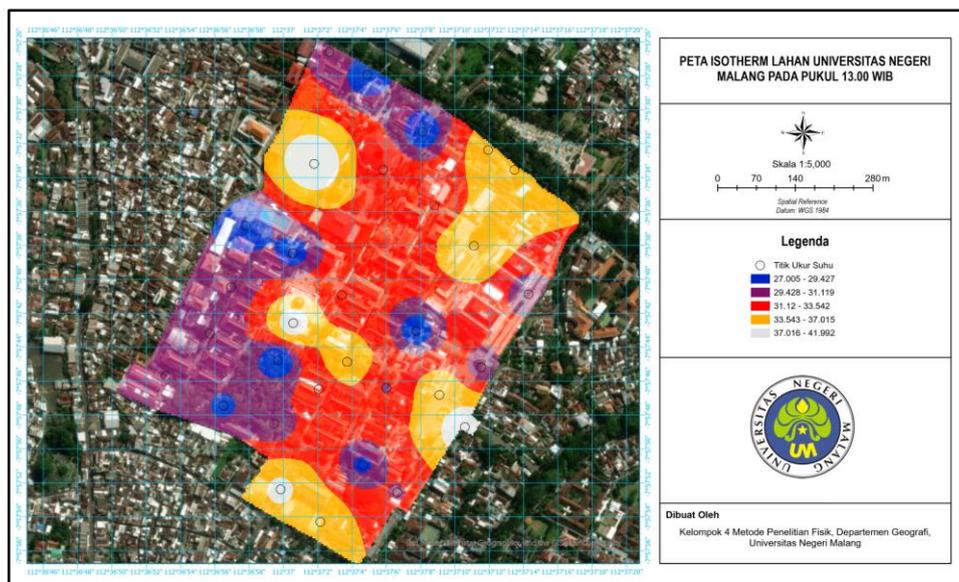
Visualisasi Isoterm di Universitas Negeri Malang

Pada penelitian ini, menggunakan visualisasi data persebaran suhu di lingkungan kampus UM dalam bentuk peta isoterm. Peta ini diharapkan mampu mempermudah pembaca untuk mengetahui kawasan-kawasan di lingkungan kampus UM yang memiliki suhu terendah hingga tertinggi. Visualisasi peta ditunjukkan per jam sesuai dengan waktu pengambilan data, yakni pada jam 12.00, 13.00, dan 14.00 WIB. Terdapat lima kelas klasifikasi yang digunakan pada setiap waktu pengukuran. Titik suhu terendah disimbolkan dengan warna biru, sedangkan titik suhu tertinggi disimbolkan dengan warna putih.



Gambar 4. Peta Sebaran Suhu Udara di UM pukul 12.00

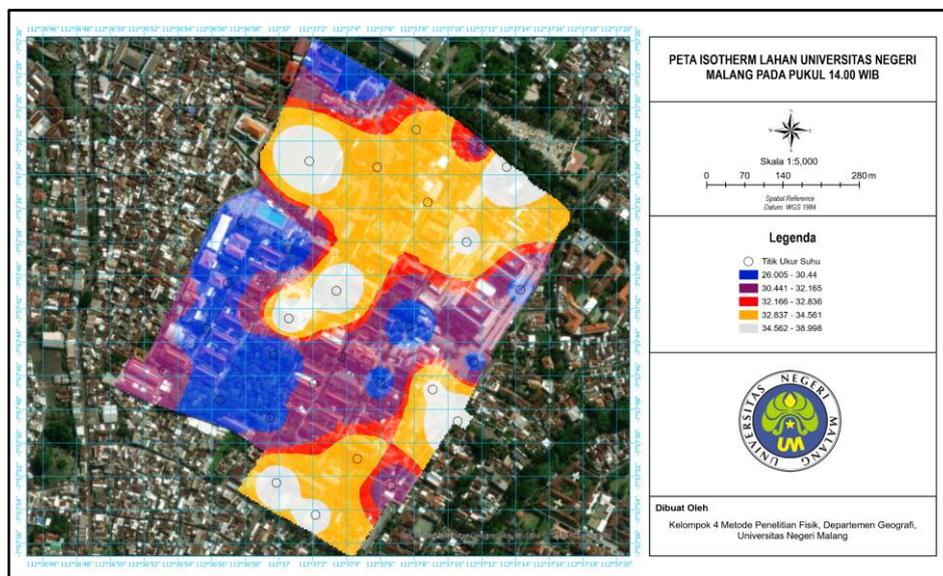
Pada tampilan peta diatas, dapat diketahui bahwa suhu terendah di kampus UM pada jam 12.00 dengan rentang nilai 26 - 28^oC adalah di beringin baca, poliklinik UM, gerbang Ambarawa, sisi samping FIS (parkir mobil), sekret OPIUM FIP, Sasana Budaya, Fakultas Teknik, depan FIS, Sasana Krida, dan Asrama Lili. Sementara itu, untuk suhu tertinggi dengan rentang nilai 36 - 41^oC terdapat di beberapa titik seperti di gerbang Veteran, Graha Rektorat (samping kanan), jalan Semarang, jalan Veteran Fakultas Vokasi, gedung B12 Fakultas Teknik, dan belakang perpustakaan (masjid). Perbedaan suhu di beberapa titik ini disebabkan oleh kerapatan vegetasi dan kerapatan bangunan.



Gambar 5. Peta Sebaran Suhu Udara di UM pukul 13.00

Pada pukul 13.00 dapat diketahui bahwa terdapat beberapa titik yang memiliki suhu terendah. Titik-titik tersebut diantaranya adalah di beringin baca, poliklinik UM, gerbang

Ambarawa, pertigaan Sastra-Masjid-FIK, depan FIS, Sasana Krida, dan Asrama Lili. Rentang nilai suhu terendah adalah 27 - 29^oC. Titik-titik dengan suhu tertinggi terdapat di gerbang Veteran, Stadion Cakrawala, Jl. Semarang, parkir GKB Pascasarjana, gedung B12 Fakultas teknik, dan belakang perpustakaan (masjid). Rentang nilai suhu tertinggi adalah pada 37 - 42^oC. Kerapatan vegetasi dan kerapatan bangunan merupakan variabel yang mempengaruhi perbedaan suhu di setiap titik pengambilan data tersebut.



Gambar 6. Peta Sebaran Suhu Udara di UM pukul 14.00

Pada pukul 14.00, rentang suhu terendahnya adalah sebesar 26 - 30^oC. Beberapa titik yang termasuk ke dalam klasifikasi suhu terendah adalah di beringin baca, poliklinik UM, gerbang Ambarawa, sisi samping FIS (parkir mobil), Asrama Internasional, pertigaan Sastra-Masjid-FIK, FIP, pertigaan antara Gedung Rektorat dan GKB, GKB A20, pertigaan barat perpustakaan, Sasana Krida, depan gedung B15 Sastra, dan Asrama Lili. Suhu tertinggi dengan rentang nilai 34 -39^oC terdapat di beberapa titik seperti di Graha Rektorat (samping kanan), Stadion Cakrawala, Menara Masjid Al-Hikmah UM, depan FIS, Jl. Semarang, Jl. Veteran Fakultas Vokasi, parkir GKB Pascasarjana, belakang perpustakaan (masjid), lapangan basket, dan depan gedung pimpinan FK. Variabel kerapatan vegetasi dan kerapatan bangunan juga menjadi penyebab perbedaan suhu di kawasan UM khususnya pada jam 14.00.

Nilai temperatur yang ada di Kampus UM terbilang cukup tinggi jika dibandingkan dengan nilai temperatur Standar Indonesia (SNI). Standar zona kenyamanan termal di Indonesia (berdasarkan temperatur efektif) : SNI T-14-1993-037 berkisar antara 20,5 - 27,2 derajat. Dengan melihat kisaran suhu udara antara 26-42 derajat, maka suhu di lingkungan kampus UM dapat dikategorikan sebagai suhu yang tidak ideal bagi kenyamanan manusia. Istilah kenyamanan mengacu pada pengaruh keadaan lingkungan fisik atmosfer atau iklim terhadap manusia. Kondisi ini bersifat variatif antar individu sehingga sering bersifat subjektif.

Hubungan Kondisi Lingkungan Terhadap Suhu Udara

Dalam mengetahui hubungan antara kondisi lingkungan terhadap suhu udara dilakukan pengolahan data melalui software SPSS dengan dua tahap. Tahap pertama melalui uji chi-square untuk mengetahui hubungan antar variabel. Tahap kedua melalui uji korelasi yang

bertujuan untuk mengetahui kuat atau tidaknya hubungan antar variabel. Uji korelasi memiliki kriteria sebagai berikut.

Tabel 2. Kriteria Uji Korelasi

Kriteria Uji Korelasi	
$r < 0,2$	Sangat Lemah
$r 0,21 - 0,40$	Lemah
$r 0,41 - 0,70$	Kuat
$r 0,71 - 0,90$	Sangat Kuat
$r 0,91 - 0,99$	Kuat Sekali
$r 1,0$	Sempurna
Nilai signifikan variabel 99% - 0,01	Signifikan
Nilai signifikan variabel 95% - 0,05	Tidak Signifikan

Berdasarkan pengolahan data terhadap variabel terkait menggunakan uji chi-square dan uji korelasi didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel. 3 Hasil Pengolahan Data

No	Variabel	Suhu Udara					
		12.00 WIB		13.00 WIB		14.00 WIB	
		r	sig	r	sig	r	sig
1.	Kerapatan vegetasi	0,32	5%	0,48	5%	0,42	5%
2.	Penutup lantai	0,19	Tdk sig	0,18	Tdk sig	0,15	Tdk sig
3.	Kerapatan bangunan	0,36	5%	0,31	Tdk sig	0,33	5%
4.	Luas Ruang Terbuka	0,2	Tdk sig	0,18	Tdk sig	0,16	Tdk sig
5.	Keterbukaan lahan	0,2	Tdk sig	0,23	Tdk sig	0,17	Tdk sig
6.	Kepadatan lalu lintas	0,06	Tdk sig	0,01	Tdk sig	0,02	Tdk sig

Sumber: Olah Data Primer 2023

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui bahwa terdapat hubungan signifikan antara suhu udara dengan kerapatan vegetasi dan kerapatan bangunan. Hubungan antara kerapatan vegetasi dan suhu udara adalah negatif, artinya semakin tinggi kerapatan vegetasi, maka suhu udara akan semakin rendah. Pada daerah yang ditumbuhi vegetasi maka suhu permukaannya akan lebih rendah dibandingkan dengan daerah yang tidak terdapat vegetasi, karena radiasi matahari yang sampai ke permukaan selain dimanfaatkan juga untuk transpirasi sehingga menurunkan suhu permukaan (Rushayati, 2012). Hubungan antara kerapatan bangunan dan suhu udara positif, artinya semakin tinggi kerapatan bangunan, maka suhu udara akan semakin tinggi. Adanya penambahan bangunan secara terus menerus akan berdampak kepada suhu permukaan lahan yang mana terdapat kenaikan suhu yang cukup signifikan. Kedua variabel ini merupakan variabel yang mempengaruhi kenaikan suhu udara di lingkungan kampus UM karena memiliki hubungan yang kuat dan signifikan atau meyakinkan.

Kerapatan vegetasi memiliki nilai r yang tergolong lemah yakni 0,32 pada jam 12.00, kemudian pada jam 13.00 nilai r sebesar 0,48 yang tergolong kuat, dan pada jam 14.00 nilai r sebesar 0,42 yang tergolong kuat dengan nilai signifikan sebesar 5% pada setiap waktu pengukuran. Kerapatan vegetasi dapat mempengaruhi suhu udara dengan cara menyerap panas dari radiasi matahari. Vegetasi memiliki warna hijau yang dapat menyerap sinar matahari dengan baik. Semakin tinggi kerapatan vegetasi, maka semakin banyak sinar matahari yang diserap oleh vegetasi. Hal ini akan menyebabkan penurunan suhu udara di sekitarnya.

Variabel penutup lantai memiliki nilai r sebesar 0,19 pada jam 12.00 yang tergolong lemah, nilai r sebesar 0,18 pada jam 13.00 yang tergolong lemah, dan nilai r sebesar 0,15 pada jam 14.00. Pada variabel penutup lantai ini memiliki nilai yang tidak signifikan. Dalam artian penutup lantai tidak mempengaruhi suhu udara di lingkungan kampus UM. Lingkungan kampus UM umumnya sebagian besar kawasannya didominasi oleh penutup lantai berupa paving daripada penutup lantai berupa aspal. Paving memiliki pengaruh yang kecil jika dibandingkan dengan aspal yang dapat meningkatkan suhu udara di area tersebut. Aspal memiliki tingkat albedo yang lebih rendah dikarenakan warna pada aspal cenderung gelap sehingga daya serapan panas lebih tinggi. Berbeda halnya dengan paving yang terbuat dari semen, material perkerasan ini memiliki albedo 5-20% (Hamdani, et al., 2019). Hal ini mengartikan bahwa *paving block* lebih tinggi memantulkan dan lebih rendah menyerap dibandingkan aspal.

Pada variabel kerapatan bangunan memiliki nilai r sebesar 0,36 pada jam 12.00 yang tergolong lemah, lalu pada jam 13.00 nilai r sebesar 0,31 tergolong lemah, dan pada jam 14.00 memiliki nilai r sebesar 0,33 yang juga tergolong lemah namun memiliki nilai signifikan pada dua waktu pengukuran yakni pada jam 12.00 dan 14.00 sebesar 5%. Kerapatan bangunan dapat mempengaruhi suhu udara dengan cara memantulkan panas dari radiasi matahari. Kerapatan bangunan dapat mempengaruhi perubahan suhu permukaan. Semakin rapat bangunan, suhu permukaan akan semakin tinggi dan sebaliknya. Hal ini disebabkan oleh kemampuan bangunan dalam menyimpan dan memantulkan radiasi panas matahari yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah atau bahan alami lainnya (Adeanti, 2019). Bangunan memiliki warna cerah yang dapat memantulkan sinar matahari dengan baik. Semakin tinggi kerapatan bangunan, maka semakin banyak sinar matahari yang dipantulkan oleh bangunan. Hal ini akan menyebabkan peningkatan suhu udara di sekitarnya.

Luas Ruang Terbuka Hijau (RTH) memiliki nilai r sebesar 0,2 pada jam 12.00, nilai r sebesar 0,18 pada jam 13.00, dan nilai r sebesar 0,16. Dimana pada ketiga jam ini tergolong sangat lemah dan tidak signifikan, dalam artiannya bawa pada variabel luas ruang terbuka tidak mempengaruhi suhu udara di lingkungan kampus UM. Umumnya luas ruang terbuka hijau dapat mempengaruhi suhu di suatu tempat seperti penelitian yang dilakukan Zubair (2017) dan Indrawati, dkk (2020) dimana kerapatan vegetasi RTH akan mempengaruhi suhu di suatu wilayah. Namun hasil penelitian yang dilakukan di UM tidak mempengaruhi suhu udara. Hal tersebut dapat disebabkan adanya persebaran luas ruang terbuka hijau yang tidak merata sehingga tidak berpengaruh terhadap rata-rata suhu udara di Universitas Negeri Malang.

Keterbukaan lahan memiliki nilai r sebesar 0,2 pada jam 12.00, nilai r sebesar 0,23 pada jam 13.00, dan nilai r sebesar 0,17 pada jam 14.00. Variabel keterbukaan lahan tergolong

kriteria lemah pada jam 12.00 dan 13.00, tergolong sangat lemah pada jam 14.00 dimana nilai ini tidak signifikan. Dalam artian, variabel ini tidak mempengaruhi suhu udara di lingkungan kampus UM. Semakin tertutup sebuah lahan maka semakin banyak udara panas yang terperangkap. Hal tersebut dapat meningkatkan suhu udara di wilayah tersebut. Variabel keterbukaan lahan tidak mempengaruhi suhu udara di lingkungan UM dapat disebabkan pada lokasi pengambilan sampel memiliki area yang terbuka sehingga suhu udara juga dipengaruhi oleh angin yang berhembus. Angin dapat mempengaruhi ventilasi yang merupakan aspek penting dari penghawaan alami. Pergerakan aliran angin yang kecil digabung dengan tingginya temperatur dan kelembaban dapat dengan mudah menyebabkan ketidaknyamanan termal.

Pada variabel kepadatan kendaraan memiliki nilai r sebesar 0,06 pada jam 12.00, nilai r sebesar 0,01 pada jam 13.00, dan nilai r sebesar 0,02 pada jam 14.00. Variabel ini tergolong kedalam kategori sangat lemah dan tidak signifikan. Dalam artian, variabel ini tidak mempengaruhi suhu udara yang terjadi di lingkungan UM. Hal ini dapat disebabkan karena kepadatan lalu lintas (sepeda motor dan mobil) di UM hanya terjadi di beberapa lokasi saja. Lokasi pertama berada di depan gedung FIS, kedua di Gerbang Semarang, dan ketiga berada di depan Graha Rektorat Universitas Negeri Malang. Kepadatan lalu lintas yang tinggi dapat mengakibatkan naiknya suhu udara di wilayah tersebut dikarenakan polutan gas yang ditimbulkan kendaraan bermotor tersebut.

4. Conclusion

Berdasarkan pengukuran suhu pada Universitas Negeri Malang, penelitian ini memperoleh kesimpulan sebagai berikut: (1) Terdapat perbedaan suhu pada beberapa titik di kawasan kampus UM yang disebabkan oleh kurang rapatnya vegetasi yang berbanding terbalik dengan rapatnya bangunan; (2) Terdapat beberapa pusat panas di lingkungan kampus UM dengan titik terpanas di Stadion Cakrawala, hal ini disebabkan karena tidak adanya vegetasi; dan (3) Perbedaan suhu udara di lingkungan kampus UM disebabkan karena kurangnya pemerataan vegetasi dan kerapatan gedung yang tergolong tinggi. Berdasarkan pengolahan data yang dilakukan, didapatkan bahwa semakin tinggi kerapatan vegetasi, maka semakin banyak sinar matahari yang diserap oleh vegetasi. Hal ini akan menyebabkan penurunan suhu udara di sekitarnya. Semakin tinggi kerapatan bangunan, maka semakin banyak sinar matahari yang dipantulkan oleh bangunan. Hal ini akan menyebabkan peningkatan suhu udara di sekitarnya.

Berdasarkan kesimpulan tersebut maka direkomendasikan: (1) Menambah vegetasi dengan jenis vegetasi yang memiliki tajuk yang lebar dengan memperhatikan jarak tanam, tata letak, serta kondisi ekologis tetap disesuaikan; (2) Penanaman pohon dapat dilakukan secara merata, diutamakan pada spot-spot yang memiliki suhu tinggi sehingga tidak terdapat perbedaan suhu yang signifikan dengan pola yang menarik dengan memperhatikan konsep penanaman; (3) Usahakan kerapatan vegetasi berbanding lurus dengan kerapatan bangunan; dan (4) Penerapan ruang terbuka hijau bangunan/ bangunan beratap hijau dalam mengatasi efek pemanasan global salah satunya peningkatan suhu udara pada kawasan padat akan bangunan.

References

Adeanti, Mega & Harist, Muhammad. (2019). Analisis Spasial Kerapatan Bangunan Dan Pengaruhnya Terhadap Suhu Studi Kasus di Kabupaten Bogor. Seminar Nasional Geomatika. 3. 529. 10.24895/SNG.2018.3-0.1005.

- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. (2020). ASHRAE Standard 55 – Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.
- Baroroh, N., & Pangi, P. (2018). Perubahan Penutup Lahan Dan Kerapatan Vegetasi Terhadap Urban Heat Island Di Kota Surakarta (Doctoral dissertation, undip).
- Dewi, W. C., Raharjo, M., & Wahyuningsih, N. E. (2021). Literatur Review: Hubungan Antara Kualitas Udara Ruang Dengan Gangguan Kesehatan Pada Pekerja. *An-Nadaa: Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 8(1), 88-94.
- Dewi, A. R., Taryana, D., & Astuti, I. S. (2023). Pengaruh perubahan kerapatan bangunan dan vegetasi terhadap Urban Heat Island di Kota Bekasi menggunakan citra penginderaan jauh multitemporal. *Jurnal Integrasi dan Harmoni Inovatif Ilmu-Ilmu Sosial*, 3(6), 604-625.
- Festiawan, R. (2020). Belajar dan pendekatan pembelajaran. *Universitas Jenderal Soedirman*, 11.
- Hamdani, N., & Nugroho, N. Y. (2019). Effect of Building Form With Inner Court and Height Variations on Thermal Comfort Outdoor Space in Sudirman Suites Apartment Bandung. *Riset Arsitektur (RISA)*, 3(04), 414-431.
- Hamidy, A. N., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2021). Analisis Perubahan Suhu Lingkungan Terhadap Kenyamanan Masyarakat Di Desa Sumber Tengah. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 10(2), 70-76.
- Hidayat, M. S. (2016). Kenyamanan termal pada ruang terbuka hijau di Jakarta Pusat. *Vitruvian: Jurnal Arsitektur, Bangunan, dan Lingkungan*, 6(1), 185909.
- Indrawati, D. M., Suharyadi, S., & Widayani, P. (2020). Analisis Pengaruh Kerapatan Vegetasi Terhadap Suhu Permukaan dan Keterkaitannya Dengan Fenomena UHI. *Media Komunikasi Geografi*, 21(1), 99-109.
- Octarino, C. (2019). KARAKTERISTIK IKLIM MIKRO DI RUANG PUBLIK Studi Kasus: Jalur Pedestrian Malioboro, Yogyakarta. *Jurnal Arsitektur GRID*, 1(2).
- Rushayati, S. B. (2012). Model Kota Hijau di Kabupaten Bandung
- Sagita, A. R., Margaliu, A. S. C., Rizal, F., & Mazzaluna, H. P. (2022). Analisis Korelasi Suhu Permukaan, NDVI, Elevasi dan Pola Perubahan Suhu Daerah Panas Bumi Rendingan-Ulubelu-Waypanas, Tanggamus Menggunakan Citra Landsat 8 OLI/TIRS. *Jurnal Geosains dan Remote Sensing*, 3(1), 43-51.
- Santoso, D. E. B., & Subchan, M. (2010). Potensi Clean Development Mechanism pada Pembangkit Mikrohidro 120 KW. *MEDIA ELEKTRIKA*, 3(2).
- Saroh, I. (2020). Manfaat Ekologis Kanopi Pohon Terhadap Iklim Mikro Di Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*, 136-145.
- Seo, Y., & Kim, S. M. 2013. Estimation Of Greenhouse Gas Emissions From Road Traffic: A Case Study In Korea. *Journal of Elsevier Renewable And Sustainable Energy Reviews*. 28: 777-787.
- Sudarti, S., Yushardi, Y., & Kasanah, N. (2022). Analisis potensi emisi CO2 oleh berbagai jenis kendaraan bermotor di jalan raya Kemantren kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 9(2), 70-75.
- Utina, R. (2009). Pemanasan global: dampak dan upaya meminimalisasinya. *Jurnal Saintek UNG*, 3(3), 1-11.
- Wardhana, Wisnu Arya. (2004). Dampak Pencemaran Lingkungan. Penerbit Andi : Yogyakarta.
- Wibisono, P., Miladan, N., & Utomo, R. P. Hubungan Perubahan Kerapatan Vegetasi dan Bangunan terhadap Suhu Permukaan Lahan: Studi Kasus di Aglomerasi Perkotaan Surakarta. *Desa-Kota: Jurnal Perencanaan Wilayah, Kota, dan Permukiman*, 5(1), 148-162.
- Zubair, A.M. (2017). Pengaruh Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Terhadap Iklim Mikro di Kota Makassar. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Universitas Hasanuddin Makassar.