

## **Analisis Kenyamanan Termal Berdasarkan *Temperature Humidity Index* yang Dipengaruhi oleh Curah Hujan di Kota Balikpapan**

<sup>1</sup>Try Yuliana Kartika, <sup>2</sup>\*Idris Mandang, <sup>1</sup>Devina Rayzy Perwitasari Sutaji Putri

<sup>1</sup>Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

<sup>2</sup>Program Studi Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

\*Corresponding Author: [Idris@fmipa.unmul.ac.id](mailto:Idris@fmipa.unmul.ac.id)

Manuscript received: 15 April, 2025; Received in revised form: 27 February, 2026;

Accepted: 28 February, 2026.

### **ABSTRACT**

*Thermal comfort is an important element of comfort in an area, because it reflects comfortable environmental temperature conditions. As is known, humans perceive heat or cold through the skin's sensory response to the surrounding temperature. This research aims to determine the percentage of thermal comfort levels in Balikpapan City and to examine whether rainfall influences the resulting comfort levels across five sub-district (kecamatan) observation points. Comfort levels were assessed using the Temperature Humidity Index (THI), calculated from daily air temperature and relative humidity data for the 2010–2020 period obtained from the Meteorology, Climatology, and Geophysics Agency (BMKG) Balikpapan station and the ECMWF ERA5 reanalysis dataset. The results show that the average THI value in Balikpapan City remains within the comfortable category, with 95% (345 days per year) classified as comfortable and 5% (20 days per year) classified as partially comfortable. A statistically positive, moderate correlation ( $r = 0.370\text{--}0.478$ ) was found between rainfall and THI at all five observation points, indicating that the rise in relative humidity following rainfall events tends to outweigh the accompanying decrease in air temperature, so that increased rainfall is generally followed by a slight increase in THI.*

**Keywords:** Thermal Comfort, Temperature Humidity Index, Rainfall

### **ABSTRAK**

Kenyamanan Termal merupakan salah satu unsur kenyamanan yang penting dalam suatu daerah, karena menyangkut kondisi suhu lingkungan yang nyaman. Seperti diketahui, manusia merasakan panas atau dingin merupakan wujud dari sensor perasa kulit terhadap suhu di sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui presentase tingkat kenyamanan termal di Kota Balikpapan serta mengetahui apakah curah hujan berpengaruh terhadap tingkat kenyamanan yang terjadi pada lima titik kajian kecamatan. Tingkat kenyamanan dinilai menggunakan metode Temperature Humidity Index (THI) yang dihitung dari data suhu udara dan kelembaban relatif harian periode 2010–2020 yang bersumber dari Stasiun Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Balikpapan serta data reanalysis ECMWF ERA5. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata THI di Kota Balikpapan masih berada dalam kategori nyaman, dengan persentase 95% (345 hari per tahun) kategori nyaman dan 5% (20 hari per tahun) kategori sebagian nyaman. Hasil analisis korelasi menunjukkan hubungan positif dengan kekuatan sedang ( $r = 0,370\text{--}0,478$ ) antara curah hujan dan THI pada seluruh lima titik kajian, yang

mengindikasikan bahwa peningkatan kelembaban relatif pasca-hujan cenderung lebih dominan dibandingkan penurunan suhu udara yang menyertainya, sehingga peningkatan curah hujan umumnya diikuti oleh sedikit kenaikan nilai THI.

**Kata Kunci:** Curah Hujan, Indeks Tingkat Kenyamanan, Kenyamanan Termal

## 1. PENDAHULUAN

Letak Balikpapan yang strategis pada posisi silang jalur perhubungan nasional dan internasional berpengaruh pada perkembangan kota sebagai pusat jasa, perdagangan, dan industri. Guna mewujudkan penataan ruang Kota Balikpapan yang *Vibrant, Harmony and Green*, tentunya harus memperhatikan aspek iklim. Masalah yang ditimbulkan oleh daerah beriklim tropis basah di antaranya berupa: jumlah curah hujan yang tinggi, suhu udara yang umumnya berada di atas toleransi kenyamanan, radiasi matahari yang cukup menyengat, serta kelembaban udara yang cukup basah bagi pencapaian kenyamanan termal. Tingkat kenyamanan manusia dikatakan nyaman secara termal apabila tidak membutuhkan sesuatu untuk meningkatkan ataupun menurunkan suhu di ruangan dalam maupun luar [1].

*Temperature Humidity Index* (THI) merupakan suatu metode yang dapat digunakan untuk menguji tingkat kenyamanan di suatu daerah. Metode ini menghasilkan suatu indeks untuk menentukan efek dari kondisi panas pada kenyamanan manusia yang mengkombinasikan antara unsur suhu dan kelembaban [2].

Letak Kota Balikpapan yang strategis dan memiliki potensi sumber daya yang besar membuat wilayah Balikpapan semakin padat, namun belum ada penelitian lebih lanjut terkait kenyamanan termal di wilayah Balikpapan, khususnya yang mengaitkannya secara spasial dengan pengaruh curah hujan. Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini untuk mengetahui tingkat kenyamanan termal di Kota

Balikpapan menggunakan metode *Temperature Humidity Index* serta mengetahui pengaruh curah hujan terhadap *Temperature Humidity Index* di lima titik kajian Kota Balikpapan dengan menggunakan batas kenyamanan berdasarkan iklim tropis.

## 2. TEORI

Kota Balikpapan termasuk dalam wilayah beriklim tropis basah (tipe Af menurut klasifikasi Köppen-Geiger), yang dicirikan oleh suhu udara rata-rata bulanan di atas 18°C sepanjang tahun, kelembaban udara yang tinggi, serta curah hujan yang relatif merata tanpa periode kemarau yang tegas [3]. Sebagai kota pesisir yang berbatasan langsung dengan Selat Makassar dan Teluk Balikpapan, kondisi iklimnya turut dipengaruhi oleh sirkulasi angin darat-laut (*land-sea breeze*) yang berperan dalam mendistribusikan kelembaban dan menstabilkan suhu udara, terutama di wilayah yang berdekatan dengan garis pantai dibandingkan wilayah yang lebih jauh ke daratan. Karakteristik iklim tropis-maritim inilah yang mendasari pentingnya kajian kenyamanan termal berbasis THI di Kota Balikpapan, mengingat kombinasi suhu tinggi dan kelembaban tinggi merupakan faktor utama penentu tingkat kenyamanan pada wilayah tropis basah.

Prinsip dari kenyamanan termal sendiri yaitu terciptanya keseimbangan antara suhu tubuh manusia dengan suhu tubuh sekitarnya [4]. Suhu udara merupakan

salah satu faktor dominan dalam menentukan kenyamanan termal. Satuan yang digunakan untuk suhu udara adalah Celcius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin [5].

*Temperature Humidity Index* merupakan suatu metode yang dapat digunakan untuk mengkaji tingkat kenyamanan di suatu daerah [6]. Indeks kenyamanan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$THI = 0,8 \times T + (RH \times T)/500 \quad (1)$$

Dimana:

T = Suhu Udara (°C)

RH = Kelembaban Relatif (%)

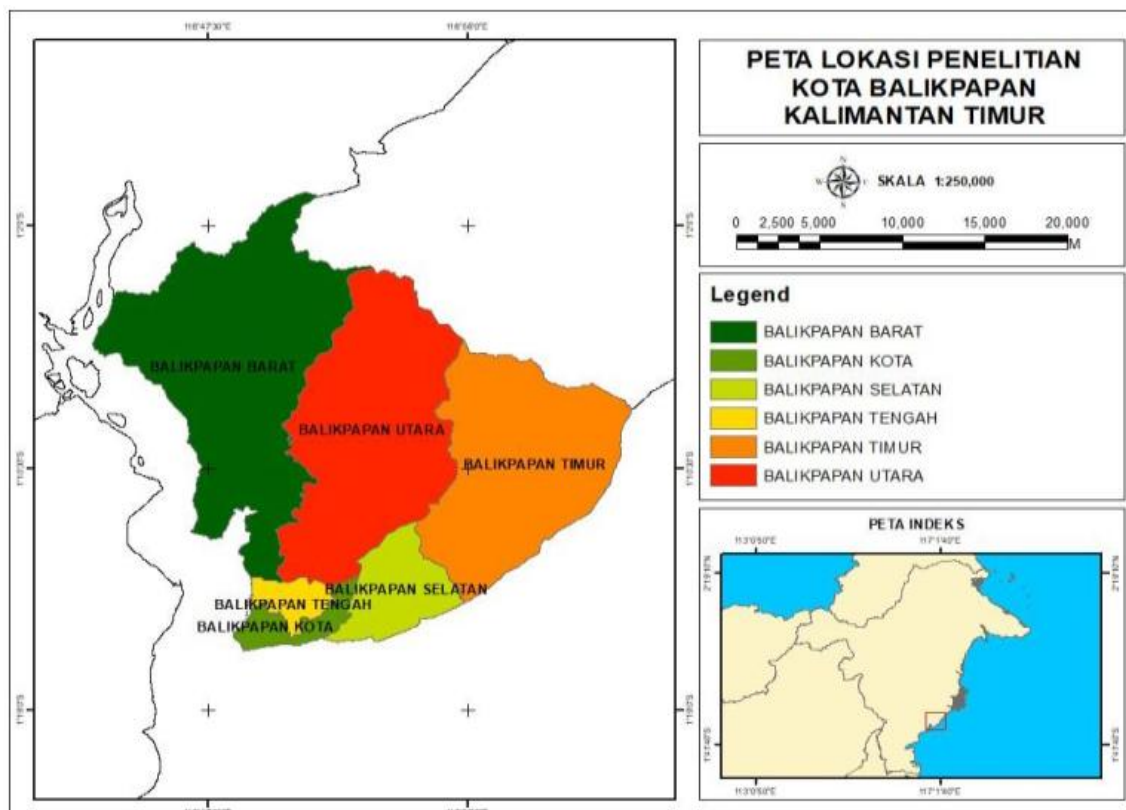
THI = Temperature Humidity Index

Tabel 1. Persentase tingkat kenyamanan [2]

| THI (°C) | Kategori        |
|----------|-----------------|
| 21-24    | Nyaman          |
| 25-27    | Sebagian Nyaman |
| >27      | Tidak Nyaman    |

### 3. METODE

Penelitian ini dilakukan mulai dari studi literatur pada bulan Desember 2021 dan direncanakan selesai pada bulan Juli 2022, dengan pengolahan data dimulai pada bulan Mei sampai dengan bulan Juli 2022. Lokasi penelitian ini berada pada regional Balikpapan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1, dengan data acuan in-situ yang diambil di titik Stasiun Meteorologi dan Klimatologi Balikpapan dengan titik koordinat 1°15'47,10" Lintang Selatan dan 116°53'43,33" Bujur Timur.



Gambar 1. Lokasi Penelitian dan Sebaran Lima Titik Kajian di Kota Balikpapan

Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1, wilayah kajian mencakup lima kecamatan yang membentuk Kota Balikpapan, yaitu Balikpapan Selatan,

Balikpapan Tengah, Balikpapan Barat, Balikpapan Utara, dan Balikpapan Timur. Pemilihan lima titik kajian ini didasarkan pada upaya merepresentasikan keragaman karakteristik geografis wilayah administratif Kota Balikpapan, khususnya jarak terhadap garis pantai dan tingkat urbanisasi. Balikpapan Selatan dan Balikpapan Timur mewakili wilayah pesisir yang berbatasan langsung dengan Selat Makassar dan Teluk Balikpapan; Balikpapan Barat juga berhadapan dengan Teluk Balikpapan pada sisi barat; sedangkan Balikpapan Tengah mewakili wilayah pusat kota dengan tingkat urbanisasi tinggi, dan Balikpapan Utara mewakili wilayah yang secara relatif lebih jauh dari garis pantai serta lebih didominasi oleh tutupan lahan non-terbangun. Pendekatan multi-titik kajian semacam ini juga telah diterapkan pada penelitian sejenis di wilayah tropis lain, misalnya kajian kenyamanan termal klimatologis di beberapa kota besar Pulau Sulawesi yang menggunakan beberapa titik pengamatan untuk merepresentasikan masing-masing kota [7].

Dalam penelitian ini digunakan data sekunder berupa data suhu udara, kelembaban relatif, dan curah hujan harian wilayah Balikpapan pada tahun 2010–2020. Data suhu udara dan kelembaban relatif harian pada titik Stasiun Meteorologi dan Klimatologi Balikpapan diperoleh langsung dari BMKG sebagai data pengamatan in-situ. Oleh karena stasiun BMKG hanya mewakili satu titik pengamatan permukaan, sementara kajian ini memerlukan data pada lima titik kecamatan yang berbeda, maka digunakan data satelit reanalysis ERA5 dari ECMWF [8] untuk mengestimasi suhu udara pada

ketinggian 2 meter (*2-metre temperature*), kelembaban relatif, dan curah hujan total (*total precipitation*).

Data ERA5 memiliki resolusi spasial sekitar  $0,25^\circ \times 0,25^\circ (\pm 28 \text{ km})$  dan resolusi temporal per jam (*hourly*), yang selanjutnya diagregasi menjadi nilai rata-rata harian dan diekstraksi pada koordinat titik pusat (*centroid*) masing-masing kecamatan. Sebagai langkah validasi, nilai ERA5 pada koordinat Stasiun BMKG dibandingkan terlebih dahulu dengan data observasi in-situ untuk memastikan kesesuaian pola sebelum data ERA5 diterapkan pada empat titik kajian lainnya.

Nilai THI harian pada setiap titik selanjutnya dihitung menggunakan Persamaan (1) dan diklasifikasikan ke dalam tiga kategori kenyamanan pada Tabel 1, kemudian dihitung persentase jumlah hari pada setiap kategori selama periode 2010–2020 (total 4017 hari) untuk masing-masing titik kajian. Korelasi antara curah hujan harian dan nilai THI harian pada tiap titik selanjutnya dihitung menggunakan koefisien korelasi *Pearson*.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

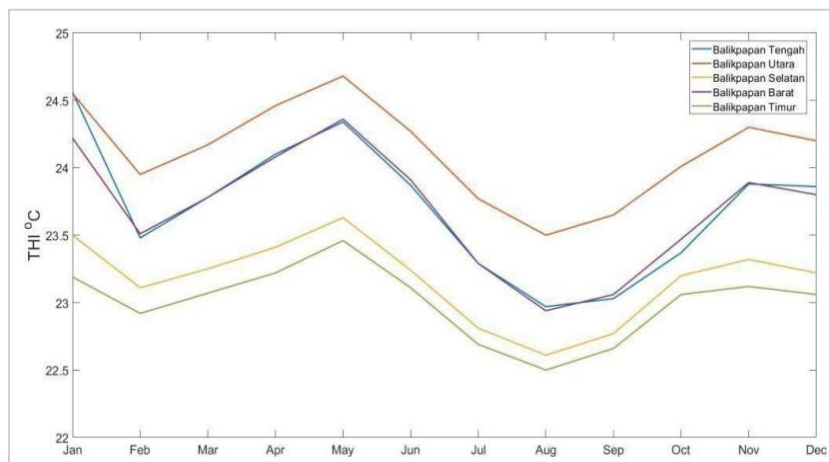
Berdasarkan analisis suhu yang ditunjukkan pada Gambar 2, rata-rata suhu udara tahun 2010–2020 di Kota Balikpapan sebesar  $24,03^\circ\text{C}$ . Kelembaban udara rata-rata tahun 2010–2020 sebesar 83,3%. Suhu rata-rata yang tinggi pada bulan Mei terjadi dikarenakan Kota Balikpapan memiliki iklim tropis yang pada dasarnya hampir sama dengan wilayah lainnya, yaitu adanya musim kemarau serta musim penghujan, dan musim kemarau biasa terjadi pada bulan Mei hingga Oktober. Sebaliknya,

kelembaban rata-rata tertinggi ada di bulan Januari sebesar 84,5% dan rata-rata terendah ada pada bulan September sebesar 81,5%.



Gambar 2. Rata-rata Suhu dan Kelembaban di Balikpapan Periode 2010-2020

Hasil perhitungan pada Gambar 3 di wilayah Balikpapan menunjukkan rata-rata nilai Temperature Humidity Index bulanan berkisar antara 23°C hingga 24,5°C. Nilai ini menunjukkan bahwa kondisi di Kota Balikpapan masih dalam kategori nyaman.



Gambar 3. Pola Temperature Humidity Index Bulanan di Balikpapan

Tabel 2. Presentase Tingkat Kenyamanan Harian di Kota Balikpapan Periode 2010-2020

| THI (°C) | KATEGORI        | PERSENTASE (%)     |                   |                  |                  |                  |
|----------|-----------------|--------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
|          |                 | Balikpapan Selatan | Balikpapan Tengah | Balikpapan Barat | Balikpapan Utara | Balikpapan Timur |
| 21-24    | Nyaman          | 99                 | 96                | 100              | 99               | 100              |
| 25-27    | Sebagian Nyaman | 1                  | 4                 | 0                | 1                | 0                |
| >27      | Tidak Nyaman    | 0                  | 0                 | 0                | 0                | 0                |

Tingkat kenyamanan pada titik Balikpapan Selatan dikategorikan nyaman sebesar 99%. Pada titik Balikpapan Tengah dikategorikan nyaman sebesar 96%. Pada titik Balikpapan Barat dikategorikan nyaman sebesar 100%. Pada titik Balikpapan Utara dikategorikan nyaman sebesar 99%. Sedangkan pada titik Balikpapan Timur dikategorikan nyaman sebesar 100%, atau 4017 hari.

Korelasi curah hujan terhadap *Temperature Humidity Index* Kota Balikpapan ditunjukkan pada Gambar 4 sampai dengan Gambar 8. Dari lima titik yang dikaji, seluruhnya menunjukkan nilai korelasi yang positif antara curah hujan dan nilai THI, dengan kisaran koefisien korelasi  $r = 0,370$  hingga  $r = 0,478$ , sehingga secara umum dapat disimpulkan bahwa curah hujan yang terjadi di Kota Balikpapan berpengaruh terhadap nilai THI dengan kekuatan hubungan yang tergolong sedang, di mana semakin tinggi curah hujan yang terjadi, nilai THI cenderung semakin meningkat.

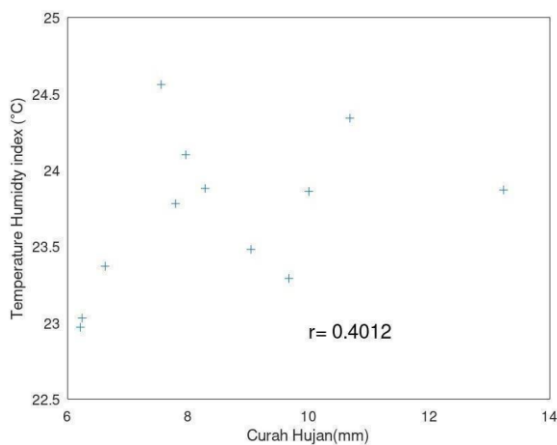
Untuk memahami penyebab pola korelasi positif tersebut, dilakukan penelusuran terhadap pola harian suhu dan kelembaban pada hari-hari dengan kejadian hujan. Curah hujan di Kota Balikpapan umumnya terjadi dalam bentuk hujan konvektif berdurasi singkat pada siang hingga sore hari, yang merupakan ciri khas iklim tropis basah. Pada hari-hari tersebut, suhu udara memang mengalami penurunan sesaat setelah kejadian hujan akibat efek pendinginan evaporatif, namun radiasi matahari yang kuat pada pagi hari serta durasi hujan yang relatif singkat menyebabkan suhu rata-rata harian tidak menurun secara signifikan dibandingkan

hari tanpa hujan. Sebaliknya, kelembaban relatif meningkat secara nyata dan bertahan lebih lama akibat penguapan dari permukaan basah pasca-hujan, sehingga peningkatan kelembaban harian secara proporsional lebih besar dibandingkan penurunan suhu.

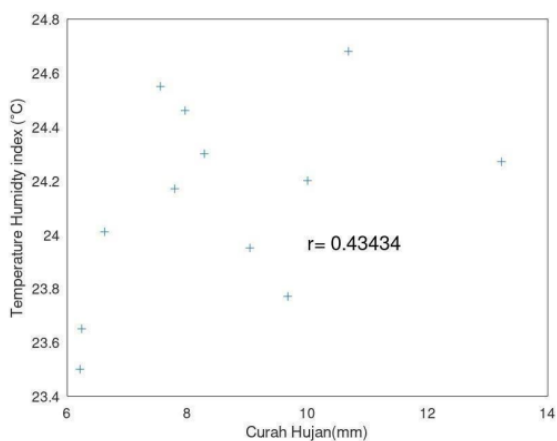
Mengingat Persamaan (1) menunjukkan bahwa nilai THI dipengaruhi baik oleh suhu secara langsung ( $0,8T$ ) maupun oleh interaksi antara suhu dan kelembaban ( $RH \times T/500$ ), peningkatan kelembaban yang dominan tersebut menyebabkan nilai THI secara keseluruhan tetap meningkat meskipun suhu udara sedikit menurun. Pola ini sejalan dengan temuan Acero dkk. [9], yang menunjukkan bahwa hujan pada wilayah tropis memang menurunkan suhu udara secara langsung, namun peningkatan kelembaban yang menyertainya dapat memberikan kontribusi yang lebih besar terhadap indeks kenyamanan komposit seperti THI, terutama pada kondisi hujan dengan intensitas rendah hingga sedang sebagaimana umum terjadi di Balikpapan.

Nilai koefisien korelasi antar titik kajian juga menunjukkan variasi, dari  $r = 0,370$  di Balikpapan Barat hingga  $r = 0,478$  di Balikpapan Utara. Variasi ini diduga berkaitan dengan karakteristik geografis masing-masing wilayah. Balikpapan Selatan, Balikpapan Timur, dan Balikpapan Barat merupakan wilayah yang berbatasan langsung dengan garis pantai (Selat Makassar dan Teluk Balikpapan), sehingga kondisi suhu dan kelembaban udaranya turut dipengaruhi oleh sirkulasi angin laut yang relatif stabil sepanjang hari. Kondisi ini cenderung meredam fluktuasi suhu dan kelembaban akibat hujan, sehingga korelasi antara curah hujan

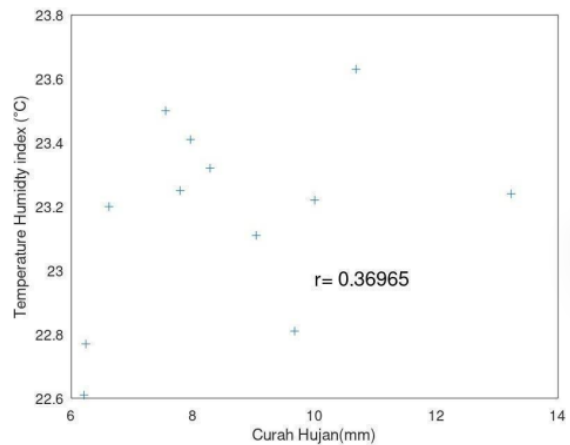
dan THI pada titik-titik tersebut relatif lebih lemah. Sebaliknya, Balikpapan Utara dan Balikpapan Tengah yang secara relatif lebih jauh dari garis pantai dan lebih dipengaruhi oleh karakter daratan, memiliki fluktuasi suhu dan kelembaban harian yang lebih besar sehingga responsnya terhadap kejadian hujan tercermin lebih jelas pada nilai korelasinya. Interpretasi ini bersifat indikatif berdasarkan posisi geografis kecamatan yang bersangkutan, dan akan lebih kuat apabila diverifikasi lebih lanjut menggunakan data jarak aktual tiap titik terhadap garis pantai serta data angin permukaan.



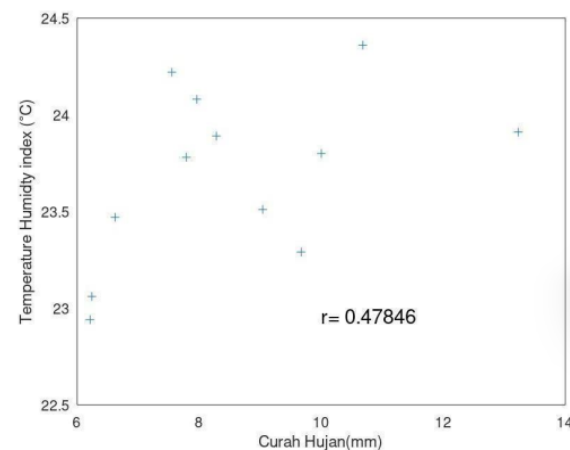
Gambar 4. Korelasi Curah Hujan Terhadap THI Pada Titik 1



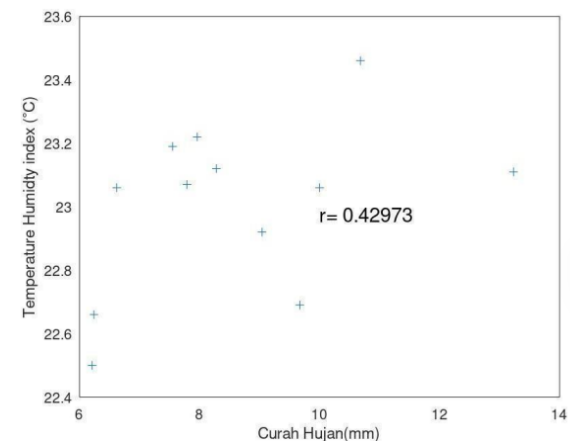
Gambar 5. Korelasi Curah Hujan Terhadap THI Pada Titik 2



Gambar 6. Korelasi Curah Hujan Terhadap THI Pada Titik 3



Gambar 7. Korelasi Curah Hujan Terhadap THI Pada Titik 4



Gambar 8. Korelasi Curah Hujan Terhadap THI Pada Titik 5

Meskipun nilai koefisien korelasi yang diperoleh ( $r = 0,370-0,478$ ) tergolong dalam kategori sedang berdasarkan

pedoman umum interpretasi kekuatan hubungan korelasi, konsistensi arah hubungan yang positif pada seluruh lima titik kajian memperkuat indikasi bahwa curah hujan memang berpengaruh terhadap nilai THI di Kota Balikpapan, meskipun bukan merupakan satu-satunya faktor yang dominan. Faktor lain seperti radiasi matahari, kecepatan angin, dan tutupan awan turut berkontribusi terhadap variabilitas THI yang tidak dijelaskan oleh curah hujan semata, sehingga nilai korelasi yang diperoleh secara wajar berada pada kategori sedang dan bukan kategori kuat.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan data iklim periode 2010–2020 di Kota Balikpapan, hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata Temperature Humidity Index di Kota Balikpapan masih berada dalam kategori nyaman, dengan persentase 95% (345 hari per tahun) kategori nyaman dan 5% (20 hari per tahun) kategori sebagian nyaman. Hasil analisis korelasi curah hujan terhadap THI pada lima titik kajian (Balikpapan Selatan, Tengah, Barat, Utara, dan Timur) menunjukkan hubungan positif dengan kekuatan sedang ( $r = 0,370-0,478$ ), yang mengindikasikan bahwa peningkatan curah hujan cenderung diikuti oleh peningkatan nilai THI. Kondisi ini terjadi karena peningkatan kelembaban relatif pasca-hujan memberikan kontribusi yang lebih dominan terhadap nilai THI dibandingkan penurunan suhu udara yang menyertainya. Variasi nilai korelasi antar titik kajian diduga berkaitan dengan jarak wilayah terhadap garis pantai, di mana wilayah pesisir menunjukkan korelasi yang relatif lebih lemah dibandingkan wilayah yang secara relatif lebih jauh dari pantai. Untuk

memperkuat pemahaman mengenai pengaruh curah hujan terhadap kenyamanan termal di wilayah pesisir tropis seperti Balikpapan, penelitian lanjutan disarankan untuk melibatkan variabel suhu permukaan laut (*Sea Surface Temperature/SST*) serta data angin permukaan dan tutupan awan, mengingat interaksi darat-laut diduga turut berperan dalam membentuk pola kenyamanan termal di wilayah tersebut.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ajeng, N.D., Mega, U., & Ariyaningsih. (2018). Pola Sebaran Ruang Terbuka Hijau (RTH) Publik di Kota Balikpapan Berdasarkan Jenis dan Karakteristiknya. Institut Teknologi Kalimantan.
- [2] Wati, T., & Fatkhuroyan, F. (2017). Analisis Tingkat Kenyamanan Di DKI Jakarta Berdasarkan Indeks THI (Temperature Humidity Index). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 15(1), 57–63.
- [3] Peel, M.C., Finlayson, B.L., & McMahon, T.A. (2007). Updated World Map of the Köppen-Geiger Climate Classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11(5), 1633–1644.
- [4] 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.
- [5] Istiningrum, D. T., Arumintia W.S, R. L., Mukhlisin, M., & Rochadi, M. T. (2010). Kajian Kenyamanan Termal Ruang Kuliah Pada Gedung Sekolah C Lantai 2 Politeknik Negeri Semarang. *Wahana Teknik Sipil*, 22(1), 1–16.
- [6] Hasanah, N.A.I., Maryetnowati, D., Edelweis, F.N., Indriyani, F., & Nugrahayu, Q. (2020). The Climate Comfort Assessment for Tourism

- Purposes in Borobudur Temple, Indonesia. *Heliyon*, 6(12), e05828.
- [7] Barung, F.M., Pattipelohy, W.J., & Virgianto, R.H. (2019). Kenyamanan Termal Klimatologis Kota-Kota Besar Di Pulau Sulawesi Berdasarkan Temperature Humidity Index (THI). *Jurnal Saintika UNPAD*, 1(2).
- [8] Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Hirahara, S., Horányi, A., Muñoz-Sabater, J., et al. (2020). The ERA5 Global Reanalysis. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 146(730), 1999–2049.
- [9] Acero, J.A., Kestel, P., Dang, H.T., & Norford, L.K. (2024). Impact of Rainfall on Air Temperature, Humidity and Thermal Comfort in Tropical Urban Parks. *Urban Climate*, 56, 102051.