

Bab I

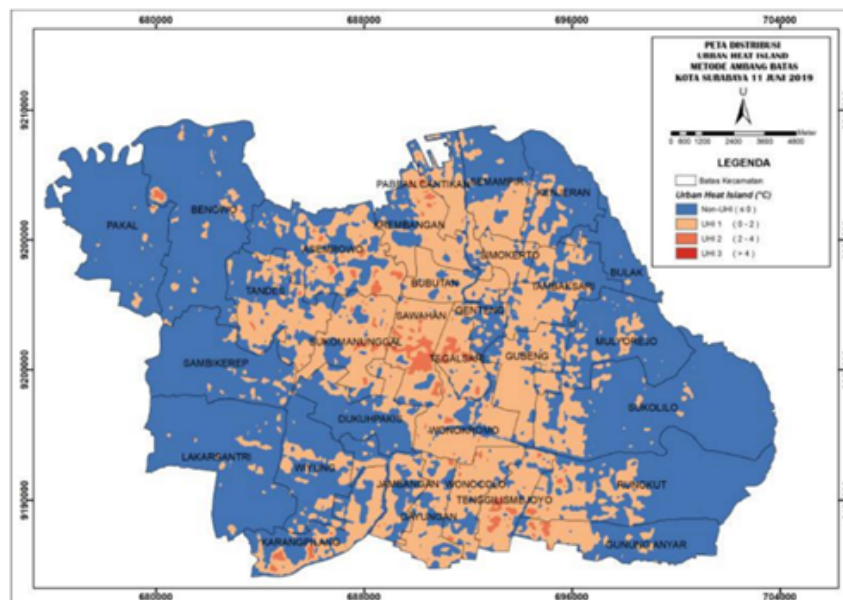
Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim global merupakan isu kritis yang mempengaruhi banyak aspek dan memberikan dampak langsung terhadap kehidupan manusia, lingkungan dan perekonomian. Peningkatan suhu udara permukaan bumi akibat *pemanasan global* disebabkan oleh beberapa aktivitas manusia seperti *urbanisasi*, *deforestasi* dan emisi gas rumah kaca. Salah satu bentuk *pemanasan global* yang dirasakan secara langsung adalah peningkatan temperatur suhu udara. Suhu udara adalah tingkat atau derajat panas dari kegiatan molekul dalam atmosfer yang secara umum dinyatakan dengan skala *Celcius* (Putri et al. 2023). *Pemanasan global* merupakan penyebab utama terjadinya perubahan iklim (Alfitri & Purnami 2021). Menurut Putri et al. (2023) perubahan iklim global diprediksi akan menyebabkan peningkatan temperatur suhu udara sebesar 0,8 derajat *Celcius* pada tahun 2030. Menurut Alauddin & Mustamin (2020) perubahan temperatur suhu udara disebabkan oleh adanya kombinasi kerja antara udara, perbedaan kecepatan proses pendinginan dan pemanasan suatu daerah dan jumlah kadar air di permukaan bumi. Dampak tersebut dirasakan tidak hanya dalam skala internasional, tetapi juga dalam skala lokal salah satunya adalah Ibu Kota Jawa Timur yaitu Kota Surabaya yang padat penduduk.

Sebagai kota terbesar di Indonesia dengan populasi yang terus meningkat, Surabaya menghadapi tantangan terkait perubahan iklim global yang mengakibatkan ketidakstabilan suhu udara. Perubahan temperatur suhu yang tidak terduga dapat mempengaruhi aktivitas masyarakat dan meningkatkan risiko masalah kesehatan terkait cuaca. Salah satu faktor risiko kesehatan terhadap perubahan iklim adalah *Vektor borne disease* (penyakit tular *vektor*) yang diantaranya seperti *DBD*, *Chikungunya*, *Filariasis*, *Malaria* dan lain-lain. *Susilawati Suhu* mempunyai hubungan erat dengan siklus perkembangan nyamuk dan berpengaruh langsung terhadap perkembangan parasit dalam tubuh *vektor* (Susilawati 2021). Masalah lain yang dialami oleh Kota Surabaya adalah fenomena *Urban Heat Island (UHI)*, dimana suhu di area perkotaan lebih tinggi daripada di daerah sekitarnya akibat aktivitas manusia. Kasus *UHI* me-

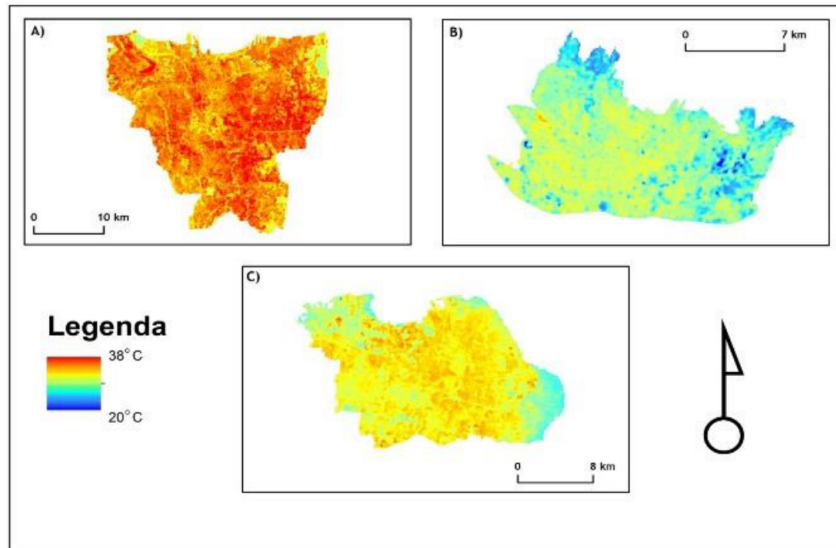
ningkat sebagai akibat dari *urbanisasi* dan peningkatan suhu global (Wibowo 2013). Berdasarkan penelitian, suhu udara permukaan rata-rata di Surabaya mengalami fluktuasi dari tahun 2002 sampai 2019 (Pratiwi & Jaelani 2020). Menurut penelitian dari Pratiwi & Jaelani (2020), distribusi *UHI* di Surabaya menunjukkan pola konsisten, terutama di area yang mengalami *urbanisasi* tinggi, seperti kawasan industri dan pusat kota. Penelitian ini menggunakan citra satelit *multitemporal* untuk memetakan intensitas *UHI* yang terjadi selama beberapa tahun terakhir. Wilayah yang terkena dampak *Urban Heat Island (UHI)* dibagi lagi menjadi tiga kategori berdasarkan besarnya nilai *UHI* (Pratiwi & Jaelani 2020). Kategori pertama, *UHI* kelas 1, memiliki rentang nilai *UHI* antara 0–2°C. Kategori kedua, *UHI* kelas 2, mencakup nilai *UHI* antara 2–4°C, sementara kategori ketiga, *UHI* kelas 3, mencakup nilai *UHI* di atas 4°C. Semakin tinggi nilai *UHI* suatu area, semakin panas wilayah tersebut dan semakin besar dampaknya akibat *UHI* (Pratiwi & Jaelani 2020).



Gambar 1.1: Peta Distribusi UHI Metode Ambang Batas Kota Surabaya 29 Juni 2019

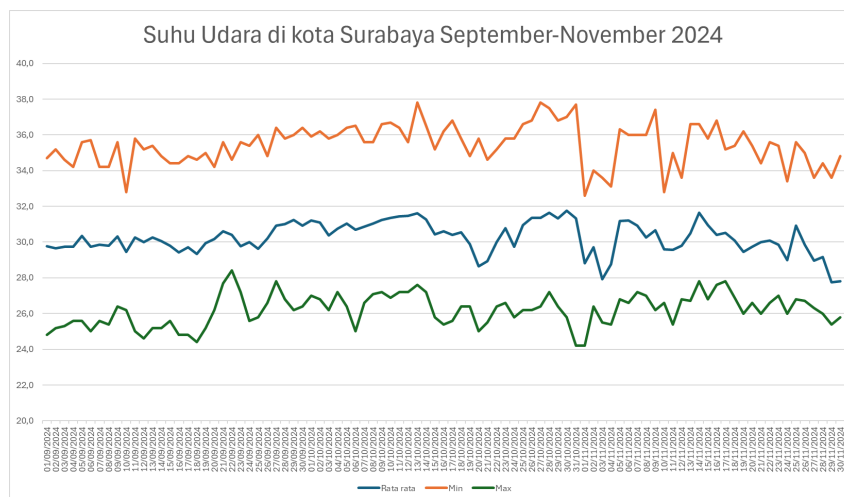
Pada gambar 1.1 merupakan peta distribusi *UHI* Kota Surabaya dengan menggunakan metode ambang batas yang ditangkap oleh citra satelit pada penelitian Pratiwi & Jaelani (2020). Pada kota besar lain seperti Kota Jakarta juga mengalami fenomena terkait yang menunjukkan bahwa dengan tingkat emisi *CO₂* yang mencapai 84,95% menyebabkan terjadinya *Urban Heat Island (UHI)* yang mempunyai efek lanjut suhu permukaan yang tinggi mencapai lebih dari 34°C terjadi di dalam kota (Zulfikar et al. 2022). Oleh karena itu diperlukan sistem peramalan suhu udara untuk mengantisipasi dampak yang

lebih buruk.



Gambar 1.2: Suhu permukaan tanah Kota Jakarta (A), Kota Bandung (B), Kota Surabaya (C)

Menurut Muzaky & Jaelan (2019), Gambar 1.2 menunjukkan bahwa Kota Bandung memiliki suhu permukaan rata-rata terendah di antara kota-kota besar, yaitu $28,54^{\circ}\text{C}$, sedangkan Jakarta memiliki suhu rata-rata tertinggi sebesar $35,21^{\circ}\text{C}$, diikuti oleh Kota Surabaya dengan suhu rata-rata $31,69^{\circ}\text{C}$.



Gambar 1.3: Grafik Suhu Udara Di Surabaya

Gambar 1.3 menunjukkan variasi suhu udara di Kota Surabaya selama periode September hingga November 2024 berdasarkan data dari *BMKG*. Terdapat

tiga garis utama yang merepresentasikan suhu maksimum, suhu rata-rata, dan suhu minimum harian. Suhu maksimum berkisar antara 34°C hingga 37°C, sementara suhu rata-rata berada di kisaran 30°C hingga 32°C. Di sisi lain, suhu minimum bervariasi dari 25°C hingga 28°C. Fenomena *Urban Heat Island (UHI)* dapat dikaitkan dengan pola suhu yang ditampilkan dalam grafik ini. *UHI* terjadi ketika area perkotaan, seperti Surabaya, mengalami suhu yang lebih tinggi dibandingkan daerah pedesaan sekitarnya. Hal ini disebabkan oleh aktivitas manusia yang intensif, material bangunan yang menyerap dan memancarkan panas lebih tinggi, serta minimnya tutupan vegetasi. Grafik tersebut menunjukkan bahwa suhu maksimum yang konsisten tinggi dan rentang suhu rata-rata yang tidak jauh dari suhu maksimum mendukung adanya pengaruh *UHI* di Surabaya. Fenomena ini menunjukkan pentingnya inisiatif seperti penghijauan kota dan peningkatan efisiensi energi untuk mengurangi dampak *UHI*.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Ahmed et al. (2020), mereka menggunakan model ARIMA dan *Fourier ARIMA* untuk memprediksi permintaan listrik di wilayah Sulaimani. Penelitian ini mengidentifikasi model ARIMA musiman yang sesuai berdasarkan kriteria *AIC*, *RMSE*, dan *MAPE*, menemukan bahwa model *FSARIMA (0,0,0)(2,1,0)* menghasilkan nilai *AIC* terendah, sehingga dianggap paling akurat untuk prediksi permintaan listrik bulanan. Penelitian lain yang menggunakan model ARIMA dilakukan oleh Liu et al. (2022) untuk prediksi cuaca ekstrem pada lereng. Sistem ini menggunakan sensor nirkabel dan platform *cloud* untuk mengumpulkan dan memproses data mikrometeorologi seperti suhu, kelembaban, dan curah hujan yang membantu melindungi vegetasi lereng dan mengurangi biaya pemantauan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Micheal Eze et al. (2020) mengembangkan model ARIMA yang dimodifikasi dengan residu *Fourier* untuk memprediksi tingkat insiden malaria pada wanita hamil. Dengan menerapkan model *ARIMA (3,1,1)* pada data selama 10 tahun, mereka meningkatkan akurasi model menggunakan modifikasi residu *Fourier* yang menunjukkan hasil prediksi lebih baik dibandingkan model ARIMA standar. Penelitian lain yang dilakukan oleh Rahma et al. (2024) melakukan perbandingan metode *Fourier Series* dan ARIMA untuk memprediksi harga minyak mentah di Indonesia. Hasilnya menunjukkan bahwa metode *Fourier Series* dengan fungsi *Cos-Sin* memberikan hasil prediksi yang lebih akurat dengan nilai *RMSE* dan *MAPE* masing-masing sebesar 7,93% dan 8,4% dibandingkan ARIMA.

Dalam penelitian ini, digunakan metode *ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)* dan *ARIMAX Fourier* untuk memprediksi suhu udara di Surabaya. ARIMA merupakan metode yang telah banyak digunakan dalam analisis deret waktu untuk memodelkan dan memprediksi data masa depan berdasarkan data historis. Namun, ARIMA memiliki keterbatasan dalam memodelkan pengaruh variabel eksternal. Oleh karena itu, digunakan juga

metode ARIMAX Fourier untuk menangkap pola musiman dan siklus yang tidak bisa ditangkap oleh ARIMA. ARIMAX Fourier mampu menguraikan data menjadi komponen-komponen frekuensi yang dapat menangkap variasi periodik yang ada pada data suhu. Harapan peneliti dengan menggabungkan kedua model ini, prediksi suhu udara menjadi akurat karena ARIMA mengelola tren data jangka panjang sedangkan ARIMAX Fourier menangani fluktuasi musiman dan pola siklik yang berulang.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini difokuskan pada beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengembangkan model peramalan suhu udara di Surabaya menggunakan metode ARIMA yang dapat memberikan prediksi yang akurat?
2. Bagaimana cara mengembangkan model peramalan suhu udara menggunakan metode ARIMAX Fourier untuk mengidentifikasi pola musiman dan fluktuasi suhu secara efisien?
3. Bagaimana hasil perbandingan antara metode ARIMA dan metode ARIMAX Fourier dalam melakukan peramalan ke depan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan model peramalan suhu udara di Surabaya menggunakan metode ARIMA untuk menghasilkan peramalan suhu yang akurat.
2. Menerapkan metode ARIMAX Fourier untuk menganalisis pola musiman dan fluktuasi suhu udara secara efisien, serta memberikan solusi peramalan yang lebih terstruktur dan tepat.
3. Menganalisis dan membandingkan performa metode ARIMA dan metode ARIMAX Fourier dalam menghasilkan peramalan ke depan, sehingga dapat menentukan metode yang lebih optimal.

1.4 Batasan dan Asumsi Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa batasan untuk memastikan fokus dan relevansi kajian:

1. Analisis hanya dilakukan untuk data suhu udara di wilayah Kota Surabaya, Jawa Timur.
2. Model yang digunakan adalah metode ARIMA dan ARIMAX Fourier.

3. Penelitian difokuskan pada data suhu udara harian dari periode tertentu, yaitu tahun 2020 hingga 2024.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. **Bagi Telkom University**, penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan metode peramalan berbasis data deret waktu, khususnya penerapan model ARIMA dan pengembangan lebih lanjut melalui integrasi model *ARIMA-Fourier* dalam konteks prediksi suhu udara.
2. **Bagi peneliti lain**, penelitian ini dapat menjadi referensi dalam membandingkan efektivitas model ARIMA dan *ARIMAX-Fourier* dalam melakukan peramalan data iklim, serta membuka peluang eksplorasi model hybrid lainnya untuk menangkap pola musiman dan tren jangka panjang.
3. **Bagi pemerintah kota**, hasil peramalan suhu dari model ARIMA dan *ARIMAX-Fourier* dapat dijadikan dasar pertimbangan dalam perumusan kebijakan mitigasi perubahan iklim, perencanaan tata ruang, dan pengelolaan dampak *Urban Heat Island (UHI)* di wilayah perkotaan seperti Surabaya.
4. **Bagi masyarakat**, khususnya pelajar dan praktisi, penelitian ini dapat menjadi sarana edukasi dalam memahami bagaimana metode statistik digunakan untuk memprediksi perubahan suhu, serta mendorong kesadaran akan pentingnya pengelolaan lingkungan berbasis data ilmiah.

1.6 Sistematika Penulisan

Penelitian ini diuraikan dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

- **Bab I Pendahuluan**

Berisi uraian mengenai konteks permasalahan, latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

- **Bab II Kajian Pustaka**

Memuat literatur yang relevan dengan permasalahan yang diteliti dan hasil-hasil penelitian terdahulu. Peninjauan literatur mencakup suhu udara, fenomena *Urban Heat Island (UHI)*, metode ARIMA, metode ARIMAX Fourier, serta indikator evaluasi model seperti *MAPE* dan *RMSE*.

- **Bab III Metodologi Penelitian**

Menjelaskan metodologi penelitian yang digunakan, yaitu pendekatan *CRISP-DM*. Langkah-langkah meliputi pemahaman masalah (*business understanding*), pemahaman data (*data understanding*), persiapan data (*data preparation*), pemodelan (*modeling*), evaluasi model (*evaluation*), dan penerapan hasil (*deployment*).

- **Bab IV Pengumpulan dan Pengelolaan Data**

Menyajikan informasi mengenai sumber data yang digunakan dalam penelitian, variabel-variabel yang diamati, serta karakteristik statistik dari data suhu udara yang dianalisis.

- **Bab V Analisis dan Pembahasan**

Berisi hasil analisis data dan implementasi metode ARIMA serta metode ARIMAX Fourier. Evaluasi dilakukan berdasarkan performa model dalam meramalkan suhu udara, dilengkapi dengan pembahasan terhadap hasil yang diperoleh.

- **Bab VI Kesimpulan dan Saran**

Menyajikan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan, menjawab pertanyaan penelitian, serta memberikan rekomendasi untuk penelitian lanjutan di masa mendatang.