

Analisis Tren Perubahan Suhu Berdasarkan Data Iklim Harian BMKG dengan Metode Regresi Linear pada Python

Muhammad Irfansyah Adam

1306622055

Jurusan S1 Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Jakarta

muhammadirfansyahadam@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tren perubahan suhu berdasarkan data iklim harian yang diperoleh dari BMKG. Metode time series dan model regresi linear digunakan untuk mengidentifikasi pola perubahan suhu pada tahun 2024. Dengan menggunakan Python dan data iklim harian BMKG, data diproses dan dianalisis secara komputasional. Hasil penelitian menunjukkan adanya tren penurunan suhu 6 bulan terakhir sejak penelitian dimulai.

Kata Kunci : Regresi Linear, *TimeSeries*, Tren Suhu, *Python*

I. PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan salah satu tantangan terbesar yang dihadapi umat manusia di abad ke-21. Peningkatan suhu rata-rata global, yang sering disebut sebagai pemanasan global, telah berdampak signifikan terhadap ekosistem alam, cuaca ekstrem, dan kehidupan manusia. Beberapa fenomena alam seperti mencairnya es di kutub, naiknya permukaan laut, dan perubahan pola curah hujan adalah bukti nyata dari dampak perubahan iklim¹. Kondisi ini tidak hanya memengaruhi kehidupan sehari-hari, tetapi juga mengancam keberlangsungan berbagai spesies di bumi dan stabilitas lingkungan secara global².

Indonesia sebagai negara kepulauan dengan keragaman geografis dan iklim tropis, rentan terhadap dampak perubahan iklim³. Data iklim harian yang direkam oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) memberikan pandangan yang

¹ IPCC, "Climate Change 2021: The Physical Science Basis," Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021

² United Nations, "Climate Action and the Path to Net-Zero," United Nations Climate Report, 2020.

³ World Bank, "Climate Risk Profile: Indonesia," World Bank Group, 2021.

penting tentang bagaimana perubahan iklim mempengaruhi suhu di wilayah Indonesia. Data ini mencakup pengamatan cuaca harian, termasuk suhu udara, yang berfungsi sebagai indikator penting dalam memantau perubahan iklim secara regional⁴. Pemanfaatan data ini dalam penelitian memungkinkan kita untuk mengeksplorasi tren jangka panjang serta mengidentifikasi pola yang mungkin mendukung pemahaman tentang dinamika perubahan suhu.

Untuk menganalisis tren perubahan suhu, metode komputasi berbasis data menjadi semakin penting. Analisis deret waktu (time series analysis) dan model regresi linier merupakan pendekatan yang sering digunakan dalam studi perubahan iklim untuk memahami pola perubahan suhu dalam kurun waktu tertentu⁵. Dengan menerapkan metode ini, tren perubahan suhu dapat diidentifikasi secara lebih jelas, yang membantu dalam mengantisipasi serta memprediksi perubahan di masa depan⁶.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tren perubahan suhu regional berdasarkan data iklim harian yang diambil dari BMKG dengan menggunakan metode regresi linier. Melalui pendekatan ini, kami berharap dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana suhu di Indonesia berubah dari waktu ke waktu terutama diakhir tahun 2024 ini, serta mengidentifikasi tren yang mungkin terkait dengan perubahan iklim regional. Selain itu, penelitian ini akan menyediakan dasar yang kuat untuk melakukan prediksi lebih lanjut mengenai pola suhu di masa depan, yang pada akhirnya dapat digunakan untuk merancang strategi adaptasi terhadap perubahan iklim di tingkat nasional⁷.

II. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan data suhu harian dari **Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG)** untuk menganalisis tren perubahan suhu di Indonesia. Metode yang digunakan meliputi pengolahan data deret waktu dan

⁴ BAPPENAS, "Strategi Adaptasi Perubahan Iklim di Indonesia," Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional, 2020.

⁵ Wei, W., and Wang, L., "Time Series Analysis in Climate Data," Journal of Environmental Data Science, 2019

⁶ Hsiang, S. M., "Climate, Conflict, and Social Stability: Trends from Historical Data," Nature Climate Change, 2020.

⁷ Fawcett, L., and Walshaw, D., *Applied Statistical Methods in Climate Science*, Springer, 2016.

penerapan model regresi linier sederhana untuk mengidentifikasi tren perubahan suhu. Analisis ini dilakukan dalam beberapa tahapan, mulai dari pengumpulan data hingga interpretasi hasil melalui visualisasi. Berikut adalah langkah-langkah rinci yang diambil dalam penelitian ini.

1. Pengumpulan Data

Data suhu harian yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari BMKG. Data ini mencakup suhu harian selama 6 bulan terakhir (Mei – Oktober) di berbagai provinsi di Indonesia. Setiap titik data terdiri dari tanggal pengamatan dan suhu rata-rata harian.

2. Pra-Pemrosesan Data

Sebelum analisis dimulai, dilakukan beberapa langkah pra-pemrosesan data untuk memastikan data bersih dan dapat dianalisis:

- **Mengonversi Format Tanggal:** Data suhu yang awalnya disajikan dalam format tanggal diubah ke format numerik (ordinal), sehingga dapat digunakan dalam model regresi.
- **Handling Missing Values:** Nilai suhu yang hilang (missing values) diolah dengan menghapus baris yang tidak memiliki data lengkap atau menggantinya dengan *NaN(Not a Number)*.
- **Normalisasi Data:** Untuk menghindari fluktuasi yang sangat besar pada data suhu, data dinormalisasi sehingga lebih mudah untuk dianalisis.

3. Analisis Regresi Linier

Regresi linier digunakan untuk melihat tren perubahan suhu harian terhadap waktu. Dalam hal ini, waktu (tanggal numerik) berfungsi sebagai variabel independen, dan suhu harian berfungsi sebagai variabel dependen. Model regresi linier sederhana dibangun dengan persamaan:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x$$

Di mana:

- y adalah suhu harian,
- x adalah waktu (tanggal numerik),

- β_0 adalah intercept : Titik awal prediksi suhu (suhu rata-rata saat waktu = 0), dan
- β_1 adalah slope yang menunjukkan tingkat perubahan suhu per unit waktu.
 - ☐ Jika $\beta_1 > 0$, ada tren kenaikan suhu.
 - ☐ Jika $\beta_1 < 0$, ada tren penurunan suhu.
 - ☐ Jika $\beta_1 \approx 0$, suhu cenderung stabil.

Regresi linier ini kemudian digunakan untuk memprediksi tren jangka panjang dari suhu dan menentukan apakah suhu menunjukkan tren peningkatan, penurunan, atau konstan dari waktu ke waktu.

4. Visualisasi Data

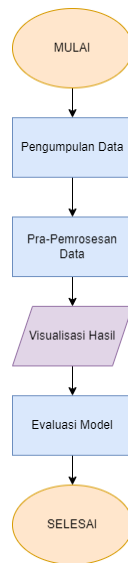
Hasil dari regresi linier divisualisasikan menggunakan plot garis untuk mempermudah interpretasi. Pada visualisasi ini, suhu aktual ditampilkan bersama dengan garis tren yang dihasilkan oleh model regresi. Hal ini membantu dalam memverifikasi apakah tren perubahan suhu mengikuti pola yang signifikan secara statistik.

5. Evaluasi Model

Setelah model regresi linier dibangun, evaluasi model dilakukan untuk mengukur seberapa baik model tersebut memprediksi tren perubahan suhu. Beberapa metrik yang digunakan termasuk:

- **Koefisien Determinasi (R^2):** Untuk mengukur seberapa besar variabilitas dalam data suhu yang dapat dijelaskan oleh model regresi linier.
 - ☐ R^2 mendekati 1: Model sangat baik.
 - ☐ R^2 rendah: Model kurang cocok
- **Mean Squared Error (MSE):** Untuk mengukur seberapa besar rata-rata kesalahan prediksi yang dilakukan oleh model.

DIAGRAM ALIR



ALGORITMA

1. **Pengumpulan Data:** Data suhu harian dikumpulkan dari BMKG.
2. **Pra-pemrosesan Data:** Data dibersihkan dan dipersiapkan untuk analisis.
3. **Regresi Linier:** Model regresi linier dibuat untuk mengidentifikasi tren suhu terhadap waktu.
4. **Visualisasi Hasil:** Hasil model divisualisasikan dalam bentuk grafik tren suhu.
5. **Evaluasi Model:** Performa model dievaluasi menggunakan metrik statistik seperti R^2 dan MSE.

ALAT & BAHAN

- Laptop dengan aplikasi vscode
- Dataset excel iklim harian BMKG

TOOLS & LIBRARY

Dalam penelitian ini, digunakan beberapa tools dan library komputasi pada vscode, di antaranya:

- **Python** untuk implementasi algoritma dan pemrosesan data.
- **Pandas** untuk manipulasi data dan analisis deret waktu.
- **Scikit-learn** untuk penerapan regresi linier dan evaluasi model.
- **Matplotlib** dan **Seaborn** untuk visualisasi data.

- **Scipy** untuk interpolasi data yang kosong
- **Cartopy** untuk visualisasi bentuk map peta

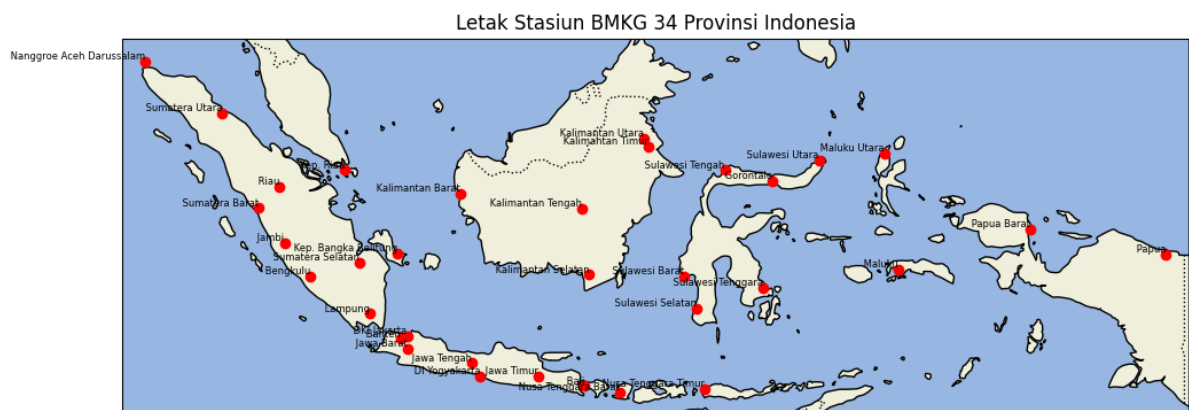
RESEARCH PLAN

NO	Jenis Kegiatan	Pekan ke-						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Pengumpulan Data							
2	Pra-pemrosesan Data							
3	Analisis Regresi Linear							
4	Visualisasi Data							
5	Evaluasi Model							
6	Analisis Tren Hasil Data							
7	Penyusunan Paper Akhir							

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Data Bersih

Hasil dari data yang telah diolah, menghasilkan data bersih berformat .xlsx yang meliputi letak geografis, suhu rata-rata, dan waktu dari tiap 34 stasiun masing-masing provinsi di Indonesia. Data ini akan diproses untuk menghasilkan visualisasi dan mode regresi linear. Visualisasi pertama yang didapat yaitu letak dari setiap Stasiun dari 34 Provinsi pada peta.

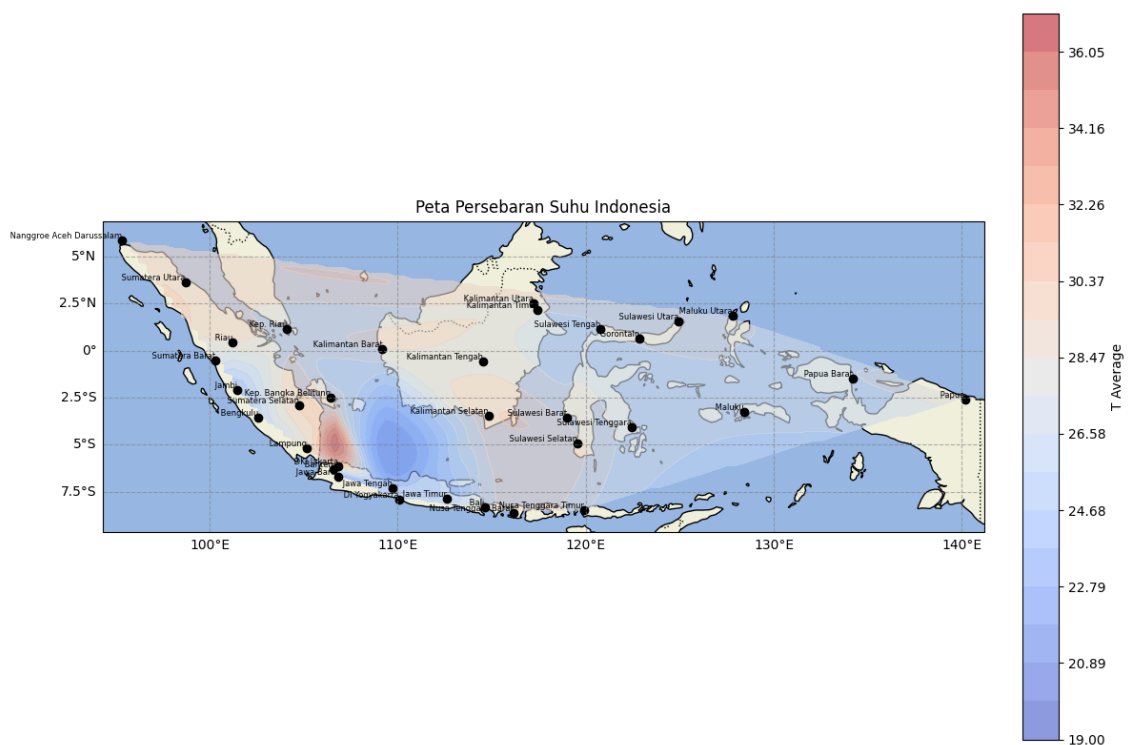


Gambar 1. Peta Letak Stasiun BMKG tiap Provinsi

Letak geografis dari setiap masing-masing stasiun sangat berpengaruh terhadap data yang didapat pada tiap provinsi, maka penting untuk divisualisasikan dalam bentuk peta untuk memberi kejelasan dimana letaknya. Visual tersebut didapat dari data garis lintang dan bujur

Persebaran Suhu rata-rata

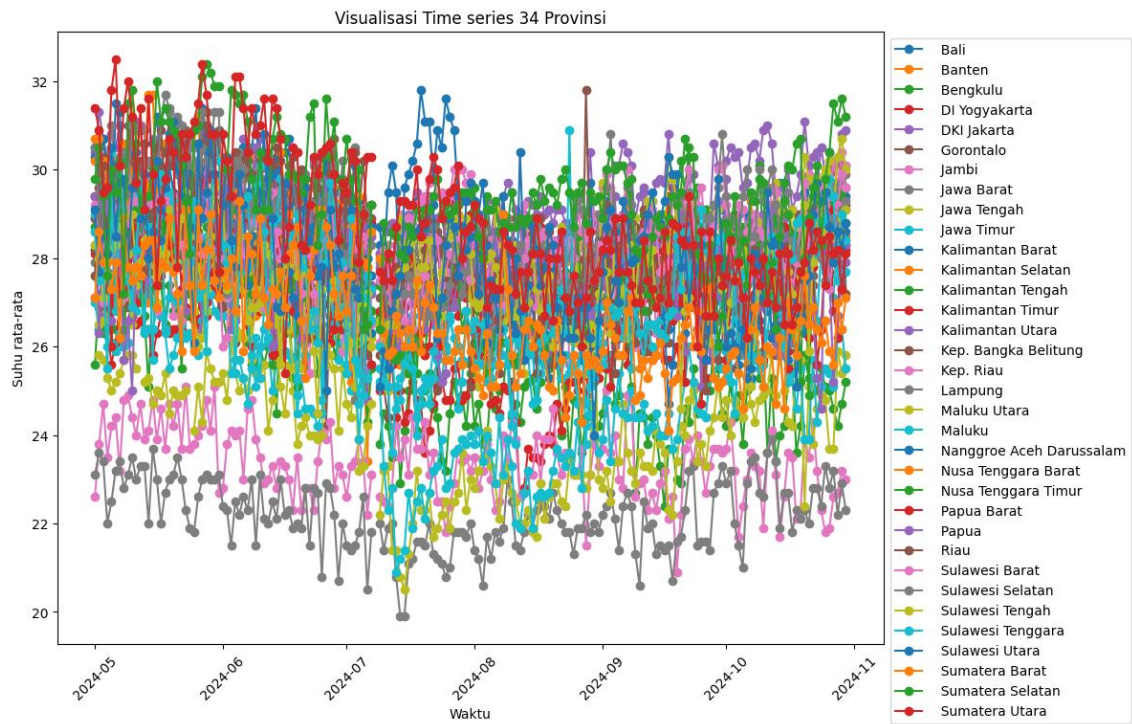
Selanjutnya terdapat visualisasi persebaran suhu dari dalam bentuk peta, menggunakan contourmap



Gambar 2. Peta Persebaran Suhu di Indonesia

Dapat dilihat persebaran suhu rata rata yang terdapat pada contourmap diatas, menjadi visualisasi yang jelas dimana daerah yang berwarna lebih biru suhunya rendah, dan daerah yang berwarna lebih merah suhunya lebih tinggi.

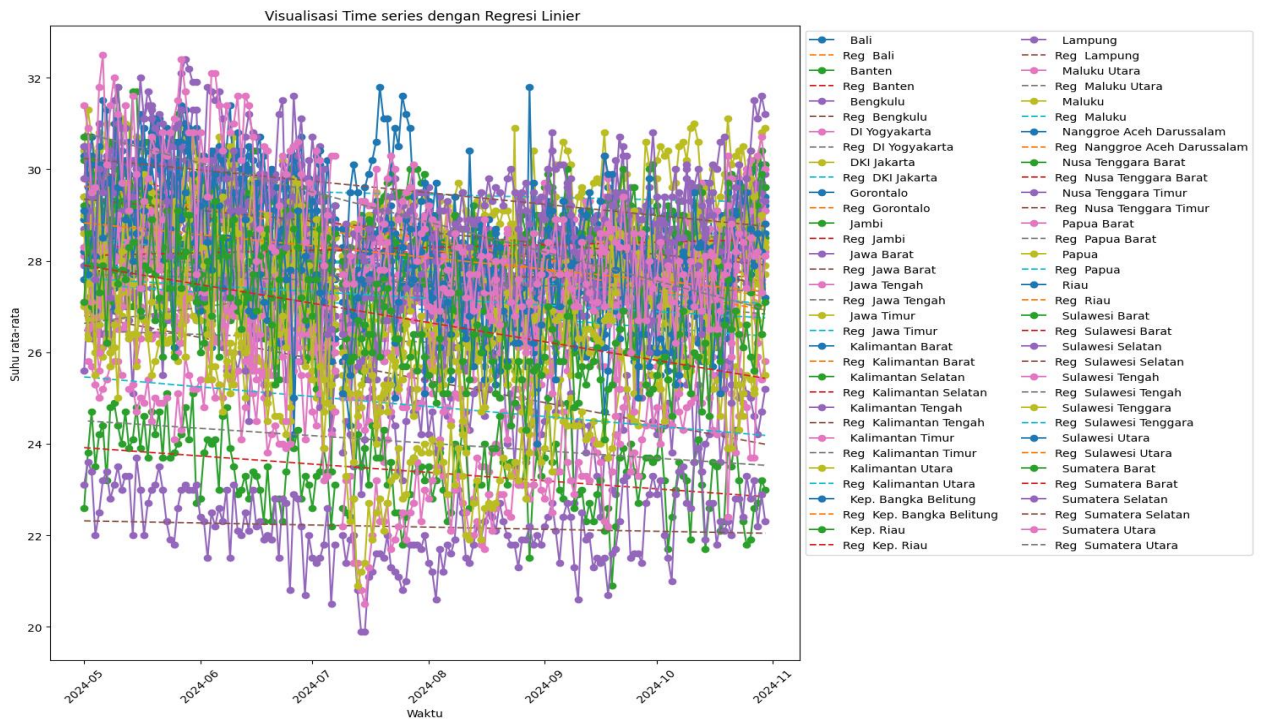
Grafik Timeseries



Gambar 3. Visualisasi Grafik Timeseries Provinsi di Indonesia

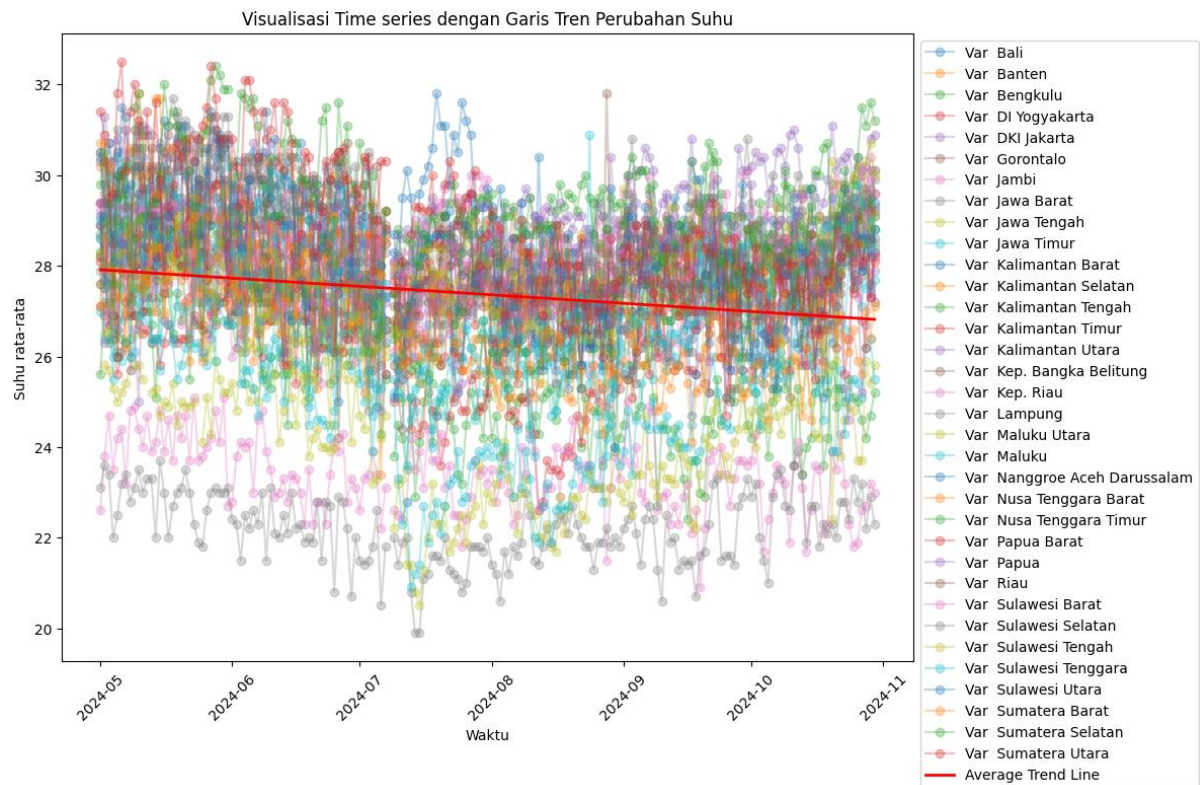
Grafik menunjukkan perbandingan antara Suhu rata-rata dengan waktu dimana mencakup 6 bulan terakhir sejak penelitian dimulai yaitu bulan Mei – Oktober.

Model Regresi Linear



Gambar 4. Timeseries dengan garis regresi linear tiap Provinsi

Pada gambar tersebut dapat dilihat garis regresi yang dimiliki setiap provinsi yang ada di Indonesia, yang dimana banyak dari 34 provinsi memiliki garis yang menurun tiap bulannya



Gambar 5. Garis Tren Perubahan Suhu rata-rata Indonesia

Dari gambar diatas, dapat dilihat garis Tren perubahan suhu rata-rata di Indonesia yang menurun, yang mengartikan Suhu rata-rata yang terjadi di Indonesia mengalami penurunan yang cukup signifikan jika dilihat dari garis Tren model Regresi Linear tersebut.

Koefisien Regresi

```
Interpretasi Koefisien:  
Slope (Kemiringan): -0.0060 menunjukkan perubahan rata-rata per unit waktu.  
Intercept: 4476.6922 menunjukkan nilai prediksi saat waktu = 0 (awal ordinal).  
  
Evaluasi Model:  
Mean Squared Error (MSE): 4.0411  
R-squared (R2): 0.0247 menunjukkan proporsi variasi yang dijelaskan oleh model.
```

Gambar 6. Nilai hasil dari program

- **Slope (Kemiringan):** -0.0060

Menunjukkan bahwa suhu rata-rata cenderung mengalami penurunan sebesar 0.006 derajat per hari dalam periode data yang dianalisis.

- **Intercept:** 4476.6922

Memberikan nilai prediksi suhu rata-rata pada waktu ordinal nol

Evaluasi Model:

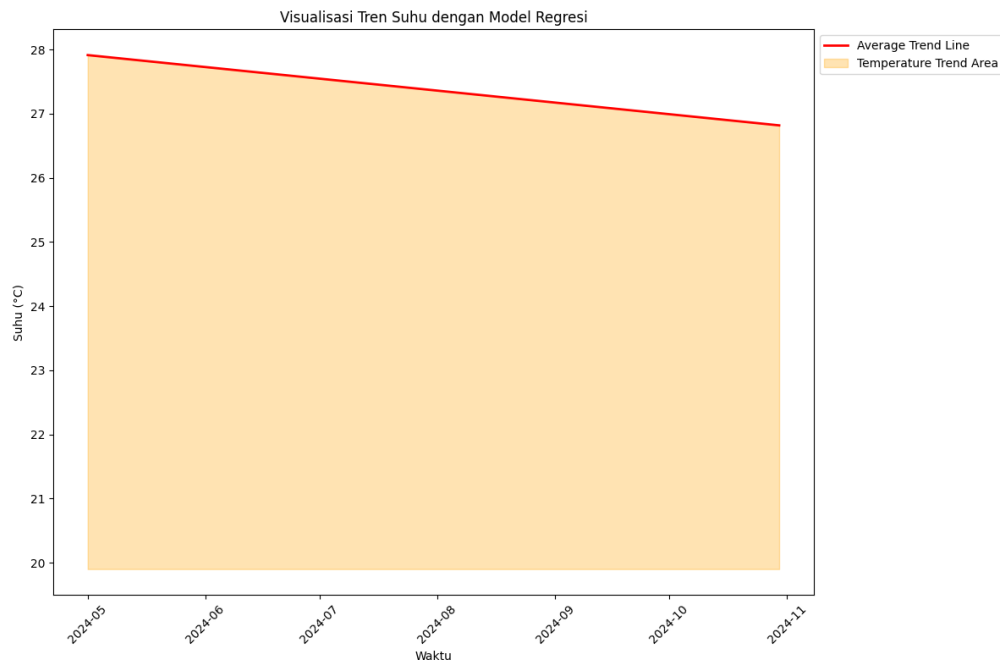
- **Mean Squared Error (MSE):** 4.0411

Rata-rata kesalahan kuadrat antara prediksi model dengan data aktual menunjukkan bahwa terdapat variabilitas suhu yang cukup besar yang tidak dapat dijelaskan oleh model ini.

- **R-squared (R²):** 0.0247

Hanya sekitar 2.47% dari variasi suhu rata-rata yang dijelaskan oleh model regresi linear ini. Hal ini menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan yang terbatas dalam menjelaskan pola perubahan suhu.

Visualisasi Tren



Gambar 7. Visualisasi hasil suhu dengan garis Tren

Interpretasi Hasil

Hasil regresi menunjukkan bahwa suhu rata-rata di wilayah Indonesia cenderung menurun secara perlahan selama periode analisis. Namun, nilai slope yang sangat kecil (-0.006) menunjukkan bahwa penurunan ini tidak signifikan secara klimatologis atau statistik. Penurunan yang terdeteksi oleh model bisa jadi merupakan fluktuasi sementara yang dipengaruhi oleh variasi musiman.

Nilai R^2 yang rendah (0.0247) mengindikasikan bahwa sebagian besar variabilitas suhu tidak dijelaskan oleh model linear. Ini menunjukkan bahwa suhu rata-rata kemungkinan dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan dalam model, seperti curah hujan, kelembapan, urbanisasi, atau perubahan iklim global. Model regresi linear sederhana mungkin tidak cukup untuk menangkap pola kompleks dalam data suhu, terutama jika ada komponen musiman atau perubahan non-linear.

IV. KESIMPULAN

Hasil analisis Tren perubahan suhu dengan metode Regresi Linear menunjukkan adanya penurunan suhu rata-rata yang sangat kecil di wilayah Indonesia, namun model regresi linear memiliki keterbatasan dalam menjelaskan variabilitas data secara keseluruhan. Banyak kemungkinan yang menyebabkan keterbatasan dalam penelitian ini, seperti banyak data dari BMKG yang tidak lengkap/kosong pada tanggal tertentu, cakupan periode waktu yang terbatas untuk mengunduh data harian bmkg, serta banyak nilai yang tidak sesuai dengan data yang lain. Untuk analisis yang lebih , diperlukan pendekatan yang lebih kompleks seperti menambahkan variabel curah hujan, fenomena atmosfer, atau data iklim jangka panjang, untuk memahami hubungan antara suhu dan faktor-faktor lingkungan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

BAPPENAS, "Strategi Adaptasi Perubahan Iklim di Indonesia," Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional, 2020.

Fawcett, L., and Walshaw, D., *Applied Statistical Methods in Climate Science*, Springer, 2016.

Hsiang, S. M., "Climate, Conflict, and Social Stability: Trends from Historical Data," Nature Climate Change, 2020.

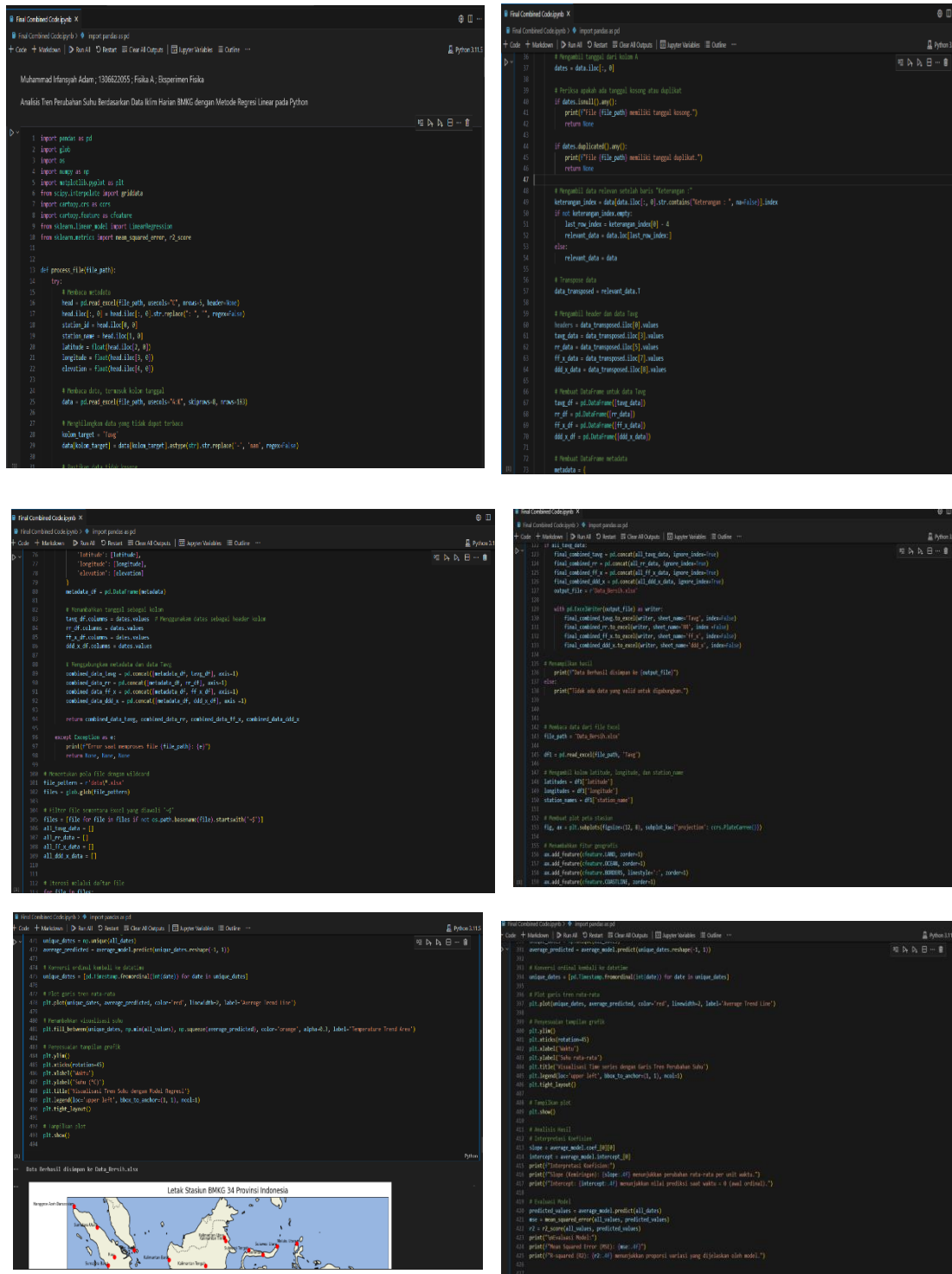
IPCC, "Climate Change 2021: The Physical Science Basis," Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021

United Nations, "Climate Action and the Path to Net-Zero," United Nations Climate Report, 2020.

Wei, W., and Wang, L., "Time Series Analysis in Climate Data," Journal of Environmental Data Science, 2019

World Bank, "Climate Risk Profile: Indonesia," World Bank Group, 2021.

LAMPIRAN



Link drive file code dan dataset lengkap :

https://drive.google.com/drive/folders/1sjIm_sGrz4KCBgEIkGY1NBu5_9AZcYwl?usp=sharing