

ANALISIS TREN CUACA KAB KOTAWARINGIN TIMUR PERIODE 2010-2024

Felicia June¹

¹Prodi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi,
Universitas Tarumanagara
Jl. Letjen S. Parman No.1, Grogol petamburan, Jakarta
Barat, 11440, DKI Jakarta, Indonesia
E-mail: felicia.825230136@stu.untar.ac.id

ABSTRAK

Perubahan iklim global turut memengaruhi dinamika cuaca lokal di berbagai wilayah, termasuk Kabupaten Kotawaringin Timur. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis tren cuaca harian di wilayah tersebut selama periode 2010 hingga 2024 dengan pendekatan Big Data Analytics. Sumber data yang digunakan adalah Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), yang mencakup 10 variabel, seperti suhu, curah hujan, kelembapan, serta kecepatan dan arah angin. Metode yang diterapkan mengikuti 9 Tahap Analisis Big Data, mulai dari evaluasi kasus bisnis hingga pemanfaatan hasil analisis. Hasil analisis menunjukkan bahwa suhu rata-rata telah meningkat sekitar 1°C dalam kurun waktu 15 tahun terakhir, kelembapan mengalami peningkatan bertahap, dan terdapat variasi curah hujan dengan kejadian ekstrem pada tahun-tahun tertentu. Konsistensi pola musiman juga dapat terlihat, di samping adanya hubungan negatif antara suhu dan kelembapan. Temuan ini diharapkan dapat mendukung perencanaan regional yang berbasis iklim serta strategi mitigasi risiko cuaca ekstrem.

Kata kunci: Cuaca, Curah Hujan, Kotawaringin Timur, Kelembapan, Perubahan Iklim, Suhu

ABSTRACT

Global climate change also affects local weather dynamics in various regions, including East Kotawaringin Regency. The purpose of this study is to analyze daily weather trends in the region during the period 2010 to 2024 with a Big Data Analytics approach. The data source used is the Meteorology, Climatology and Geophysics Agency (BMKG), which includes 10 variables, such as temperature, rainfall, humidity, and wind speed and direction. The method applied follows the 9 Stages of Big Data Analysis, from business case evaluation to utilization of the analysis results. The analysis results show that the average temperature has increased by about 1°C over the past 15 years, humidity has increased gradually, and there are variations in rainfall with extreme events in certain years. Consistency in seasonal patterns can also be seen, in addition to a negative relationship between temperature and humidity. The findings are expected to support climate-based regional planning and extreme weather risk mitigation strategies.

Keywords: Climate Change, East Kotawaringin, Humidity, Rainfall, Temperature, Weather

1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan salah satu permasalahan di dunia yang dampaknya dirasakan secara langsung oleh manusia dalam berbagai aspek kehidupan. Fenomena ini ditandai dengan fluktuasi suhu, kelembapan, dan meningkatnya ketidakpastian curah hujan, yang membuat prediksi cuaca menjadi semakin sulit dilakukan [1]. Indonesia, sebagai negara kepulauan dengan iklim tropis, berpotensi mengalami dampak ini, termasuk di Kabupaten Kotawaringin Timur yang terletak di Provinsi Kalimantan Tengah [2]. Menurut data cuaca yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) untuk periode 2010 hingga 2024, suhu maksimum harian di Kabupaten Kotawaringin Timur menunjukkan tren peningkatan dengan rata-rata mencapai 31,4°C pada tahun 2010 menjadi 32,2°C pada tahun 2023, sementara rata-rata curah hujan tahunan menunjukkan tren penurunan dari sekitar 3.150 mm menjadi 2.830 mm.

Kondisi geografi ekuatorial dan pola musiman yang dinamis di Kotawaringin Timur menjadikan wilayah ini sangat rentan terhadap dampak perubahan iklim. Selama 15 tahun terakhir, telah tercatat fluktuasi signifikan dalam parameter cuaca utama. Sebagai ilustrasi, kelembapan udara yang sebelumnya stabil dalam rentang 84%-86% kini menunjukkan variasi yang lebih signifikan, bahkan mengalami penurunan mendekati 80% dalam beberapa tahun terakhir. Kondisi ini menimbulkan kekhawatiran mengenai pengaruhnya terhadap ketahanan pangan, kesehatan masyarakat, dan keberlanjutan lingkungan [3]. Di samping itu, frekuensi hari hujan ekstrem (>50 mm/hari) juga mengalami kenaikan dalam dekade terakhir, yang mencerminkan perubahan pola curah hujan yang tidak menentu serta dampaknya terhadap sektor pertanian dan infrastruktur di wilayah tersebut [4].

Dengan mempertimbangkan kondisi yang ada, penelitian ilmiah mengenai tren cuaca di Kabupaten Kotawaringin Timur sangat penting dilakukan sebagai langkah deteksi dini terhadap perubahan iklim lokal [5]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis tren cuaca yang berlangsung antara tahun 2010 hingga 2024 dengan menggunakan data historis yang diperoleh dari BMKG. Penelitian ini berfokus pada identifikasi arah perubahan beberapa variabel, seperti suhu maksimum dan minimum, kelembapan, curah hujan, kecepatan dan arah angin. Metode analisis yang digunakan mengikuti 9 Tahap Analisis Big Data, mulai dari evaluasi kasus bisnis hingga pemanfaatan hasil analisis. Sebagai contoh, analisis suhu maksimum menunjukkan tren tahunan dengan peningkatan sekitar 0,06°C per tahun selama 15 tahun terakhir.

Selain itu, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah bagi para pembuat kebijakan dalam merancang strategi mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim di tingkat lokal. Informasi yang akurat mengenai tren cuaca sangat diperlukan untuk perencanaan pembangunan berkelanjutan, penentuan pola tanam yang tepat, dan antisipasi terhadap bencana hidrometeorologi [6]. Penelitian ini juga bertujuan untuk meningkatkan kesadaran publik mengenai dinamika perubahan iklim dalam jangka panjang, serta membuka kesempatan untuk penelitian lebih lanjut mengenai dampaknya terhadap lingkungan dan kesejahteraan masyarakat, terutama di Kalimantan Tengah dan sekitarnya.

2. METODE PENELITIAN

Gambar 1 menyajikan alur kerja penelitian yang diterapkan untuk menganalisis tren cuaca di Kabupaten Kotawaringin Timur selama periode 2010 hingga 2024. Alur ini terdiri dari sembilan tahap penting yang biasa diterapkan dalam proses analisis big data, mulai dari evaluasi kasus bisnis hingga penerapan hasil analisis [7]. Penelitian ini memanfaatkan data cuaca harian historis yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Data tersebut mencakup parameter penting seperti suhu maksimum dan minimum, kelembapan, curah hujan, kecepatan dan arah angin, serta tekanan udara.

Dengan menggunakan pendekatan kuantitatif dan analisis berbasis data, penelitian ini

bertujuan untuk mengekstrak informasi penting dari data cuaca yang berskala besar dan dalam jangka waktu yang panjang, untuk menyampaikan pemahaman yang lebih mendalam tentang perubahan iklim di Kabupaten Kotawaringin Timur. Setiap tahap yang ditunjukkan dalam Gambar 1 memiliki peran penting dalam memastikan kualitas data dan validitas hasil analisis, sehingga mendukung kesimpulan akhir yang objektif dan ilmiah [8].



Gambar 1 Alur Kerja Penelitian

2.1 Metode Analisis Data Berbasis 9 Tahap Analisis Big Data

Tahap awal dari metode penelitian ini adalah Evaluasi Kasus Bisnis, yang dilakukan dengan mengidentifikasi masalah utama, yaitu analisis tren suhu, curah hujan, kelembapan, angin, dan tren iradiasi di Kotawaringin Timur selama 15 tahun terakhir. Masalah ini sangat penting karena dapat mempengaruhi sektor pertanian, perencanaan tata ruang, dan mitigasi bencana [9]. Selanjutnya, dilakukan Identifikasi Data yang bertujuan untuk menentukan sumber dan jenis data yang terkait. Dalam hal ini, data cuaca harian diperoleh dari situs resmi Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Data tersebut dikumpulkan dalam format bulanan dari tahun 2010 hingga 2024, menghasilkan total 180 file yang kemudian digabungkan menjadi satu dataset.

Tahap berikutnya adalah Akuisisi dan Penyaringan Data, di mana seluruh file data cuaca dikumpulkan dan digabungkan lalu di proses dengan menggunakan bahasa pemrograman Python di platform Google Colab. Proses penggabungan data menghasilkan total 5.479 baris data yang mencakup 10 variabel cuaca, diantaranya ada suhu minimum (TN), suhu maksimum (TX), suhu rata-rata (TAVG), kelembapan (RH_AVG), curah hujan (RR), penyinaran matahari (SS), kecepatan dan arah angin (FF_X, FF_AVG, DDD_X, DDD_CAR). Selanjutnya, proses Ekstraksi Data dilakukan, yang bertujuan untuk mengonversi data mentah menjadi struktur yang siap pakai. Ini melibatkan penyesuaian tipe data tanggal dan penambahan kolom turunan seperti tahun, bulan, dan hari untuk mendukung analisis tren waktu [10].

Proses berlanjut ke tahap Validasi dan Pembersihan Data, ini sangat penting karena data mentah dari BMKG sering kali mengandung nilai tidak *valid* seperti 8888, 9999, atau simbol '-'. Nilai-nilai ini kemudian diubah menjadi NaN dan diisi menggunakan metode *forward fill* dan *backward fill*. Setelah dibersihkan, semua variabel dipastikan tidak lagi memiliki nilai kosong (0%) [11].

Pada tahap Agregasi dan Representasi Data, data dikelompokkan berdasarkan waktu (harian, bulanan, dan tahunan) menggunakan metode *.groupby()* dalam Python. Setiap variabel kemudian diproses untuk menghasilkan nilai rata-rata yang diperlukan untuk keperluan visualisasi. Tahap selanjutnya adalah Analisis Data, yang mencakup statistik deskriptif, analisis korelasi (Pearson), identifikasi distribusi melalui histogram, dan pengamatan tren temporal dengan diagram garis [12]. Misalnya, ditemukan bahwa suhu rata-rata meningkat sekitar 1°C dalam 15 tahun terakhir, sementara curah hujan mengalami fluktuasi tinggi pada tahun 2017 dan 2018.

Langkah berikutnya adalah Visualisasi Data, di mana hasil analisis disajikan dalam bentuk grafis untuk memudahkan pemahaman. Visualisasi mencakup heatmap korelasi, grafik tren tahunan, tren bulanan, tren harian, dan histogram distribusi frekuensi [13]. Pada tahap terakhir, Hasil Analisis tersebut dimanfaatkan untuk interpretasi ilmiah dan pemberian rekomendasi. Informasi tren cuaca ini dapat digunakan oleh lembaga pemerintah, petani, atau sektor swasta untuk perencanaan pembangunan daerah, peringatan dini cuaca ekstrem, dan adaptasi perubahan iklim berbasis data. Dengan mengikuti sembilan langkah ini, proses analisis dalam penelitian ini menjadi sistematis, menyeluruh, dan siap untuk diterapkan dalam pengambilan keputusan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data yang diperoleh dari situs resmi Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Dataset ini berisi data harian tentang kondisi meteorologi di Kabupaten Kotawaringin Timur, yang mencakup rentang waktu mulai dari 1 Januari 2010 hingga 31 Desember 2024. Mengingat bahwa sistem BMKG hanya mendukung pengunduhan data secara bulanan, pengumpulan data dilakukan dengan cara mengunduh file bulanan satu per satu selama 15 tahun. Setelah data terkumpul, proses penggabungan dan pembersihan dilakukan secara menyeluruh. Dalam dataset ini, terdapat 5.479 baris dan 10 variabel, yang dapat dilihat lebih lanjut pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Variabel

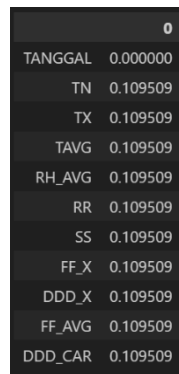
Nama Variabel	Satuan	Keterangan
TN	°C	Temperatur minimum
TX	°C	Temperatur maksimum
TAVG	°C	Temperatur rata-rata
RH AVG	%	Kelembaban rata-rata
RR	mm	Curah hujan
SS	jam	Lamanya penyinaran matahari
FF X	m/s	Kecepatan angin maksimum
DDD X	°	Arah angin saat kecepatan maksimum
FF AVG	m/s	Kecepatan angin rata-rata
DDD CAR	°	Arah angin terbanyak

3.2 Pra-Pemrosesan Data

Tahap pra-pemrosesan data adalah elemen penting dalam siklus analisis data, mengingat hasil analisis sangat dipengaruhi oleh kualitas data yang digunakan. Dalam studi ini, data yang diperoleh dari BMKG dalam format bulanan masih dalam bentuk mentah dan mengandung berbagai nilai yang tidak *valid*. Oleh karena itu, dilakukan serangkaian langkah transformasi dan pembersihan untuk memastikan data siap untuk analisis selanjutnya [14].

3.2.1 Identifikasi dan Penanganan *Missing Values*

Dataset ini mengandung sejumlah nilai anomali, seperti 9999, 8888, atau nilai ekstrem yang berada jauh di luar batas normal. Nilai-nilai ini mengindikasikan bahwa terdapat data yang hilang atau kesalahan dari stasiun cuaca. Pada Gambar 2, ditampilkan persentase nilai yang hilang (NaN) untuk setiap kolom sebelum dilaksanakan proses pembersihan. Terlihat bahwa hampir semua variabel memiliki nilai yang hilang sebesar 10,95%, kecuali kolom TANGGAL yang tidak memiliki nilai kosong (0,000000). Ini menandakan bahwa terdapat nilai yang tidak *valid* atau tidak dicatat dalam sumber data, yang harus ditangani terlebih dahulu sebelum analisis dapat dilakukan [15].

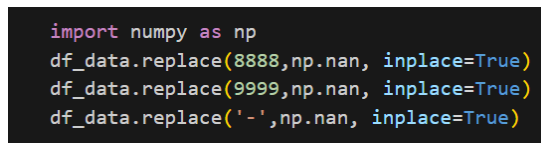


	0
TANGGAL	0.000000
TN	0.109509
TX	0.109509
TAVG	0.109509
RH_AVG	0.109509
RR	0.109509
SS	0.109509
FF_X	0.109509
DDD_X	0.109509
FF_AVG	0.109509
DDD_CAR	0.109509

Gambar 2 Presentase *Missing Values* Sebelum Dibersihkan

3.2.2 Penggantian Nilai Anomali

Pada tahap ini, nilai-nilai anomali diganti. Kode yang ditunjukkan pada Gambar 3 memperlihatkan penggunaan perintah `df_data.replace` untuk menggantikan semua nilai 8888, 9999, dan '-' dengan NaN. Dengan langkah ini, semua nilai yang tidak *valid* akan dikenali oleh Pandas sebagai *missing values* dan siap untuk diisi.

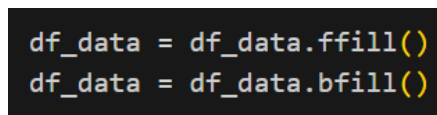


```
import numpy as np
df_data.replace(8888,np.nan, inplace=True)
df_data.replace(9999,np.nan, inplace=True)
df_data.replace('-',np.nan, inplace=True)
```

Gambar 3 Penggantian Nilai Tidak *Valid*

3.2.3 Pengisian Nilai Kosong

Setelah menandai data yang tidak *valid* sebagai NaN, langkah berikutnya adalah mengisi nilai-nilai yang kosong. Proses ini melibatkan dua metode, yaitu *forward fill* (`.ffill()`) dan *backward fill* (`.bfill()`), yang ditunjukkan dalam Gambar 4. Metode *forward fill* mengisi data yang hilang dengan nilai dari entri sebelumnya, sedangkan *backward fill* menggunakan nilai dari entri berikutnya. Kombinasi kedua metode ini diterapkan untuk memastikan bahwa semua celah dalam deret waktu terisi, baik di tengah, awal, maupun akhir dataset. Proses ini sangat bermanfaat untuk data meteorologi, karena perubahan cuaca antar hari biasanya tidak ekstrem, sehingga pendekatan pengisian ini tetap *valid* secara ilmiah [16].

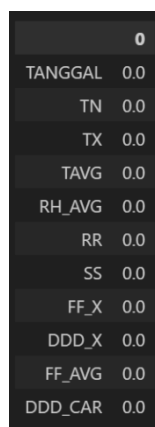


```
df_data = df_data.fffll()
df_data = df_data.bfffll()
```

Gambar 4 Pengisian Nilai Kosong

3.2.4 Pemeriksaan Ulang *Missing Values*

Setelah proses pengisian selesai, data diverifikasi kembali. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa tidak ada nilai kosong yang tersisa. Hasil verifikasi ditampilkan pada Gambar 5, yang menunjukkan bahwa semua kolom kini tidak memiliki nilai kosong, dengan persentase 0,0%. Ini menandakan bahwa dataset telah sepenuhnya bersih dan siap untuk analisis lebih lanjut.



	0
TANGGAL	0.0
TN	0.0
TX	0.0
TAVG	0.0
RH_AVG	0.0
RR	0.0
SS	0.0
FF_X	0.0
DDD_X	0.0
FF_AVG	0.0
DDD_CAR	0.0

Gambar 5 Presentase *Missing Values* Setelah Dibersihkan

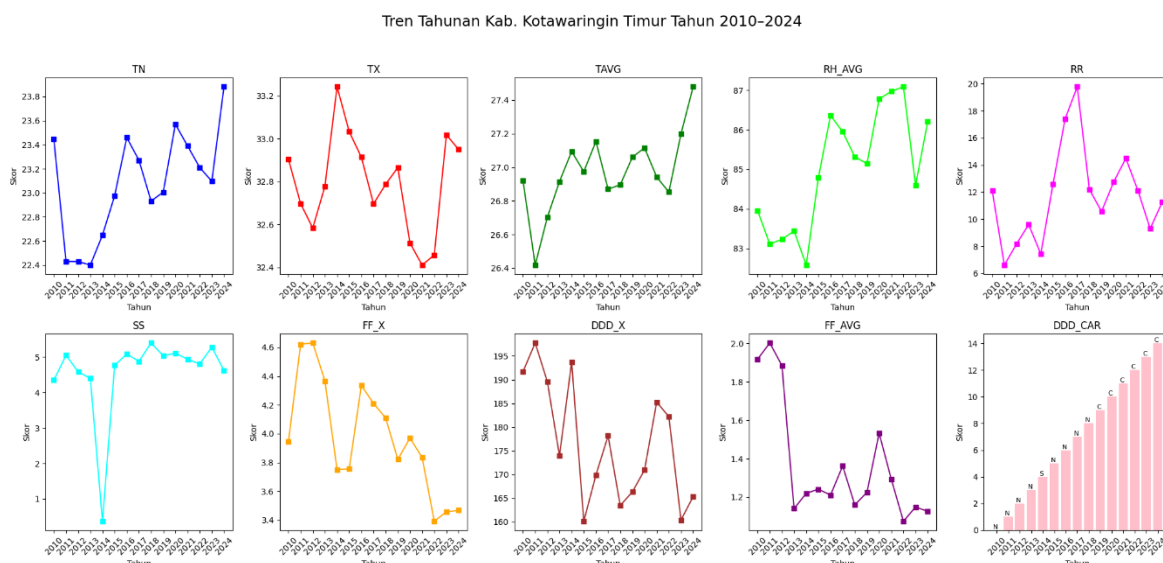
3.3 Analisis Data

Setelah menyelesaikan tahap pra-pemrosesan data, data tersebut dikelompokkan berdasarkan periode waktu dan dianalisis lebih lanjut dengan menggunakan statistik deskriptif serta metode visualisasi data. Visualisasi yang diterapkan meliputi heatmap, histogram, dan grafik tren yang dirancang untuk mengamati pola musiman dan jangka panjang [17]. Dengan pendekatan ini, identifikasi tren naik atau turun, serta konsistensi pola cuaca yang sangat krusial dapat dilakukan dalam studi perubahan iklim lokal.

3.3.1 Analisis Tren Tahunan Cuaca

Gambar 6 menampilkan tren tahunan yang terjadi selama 15 tahun. Tren suhu menunjukkan pola kenaikan yang bertahap namun konsisten, yang dapat dihubungkan dengan efek perubahan iklim, baik yang bersifat lokal maupun global.

- Suhu rata-rata harian (TAVG) menunjukkan peningkatan dari 26,8°C pada tahun 2010 menjadi 27,4°C pada tahun 2024, yang mengindikasikan adanya pemanasan global yang terlokalisasi.
- TX dan TN menunjukkan pola dengan fluktuasi yang lebih besar. Pada tahun 2024, nilai TN mencapai puncaknya sekitar 23,8°C, sedangkan TX tertinggi tercatat pada tahun 2014 dengan nilai sekitar 33,2°C.
- Curah hujan tahunan berfluktuasi, dengan anomali besar terlihat pada tahun 2017, di mana rata-rata curah hujan harian mencapai hampir 20 mm, dibandingkan dengan sekitar 8 mm pada tahun-tahun kering seperti 2013. Ini menunjukkan adanya anomali iklim yang kemungkinan dipengaruhi oleh siklus ENSO (El Niño dan La Niña).
- Arah angin dominan (DDD_CAR) menunjukkan pergeseran bertahap dari utara (N) ke pusat (C), mencerminkan perubahan tekanan atmosfer di wilayah tersebut.



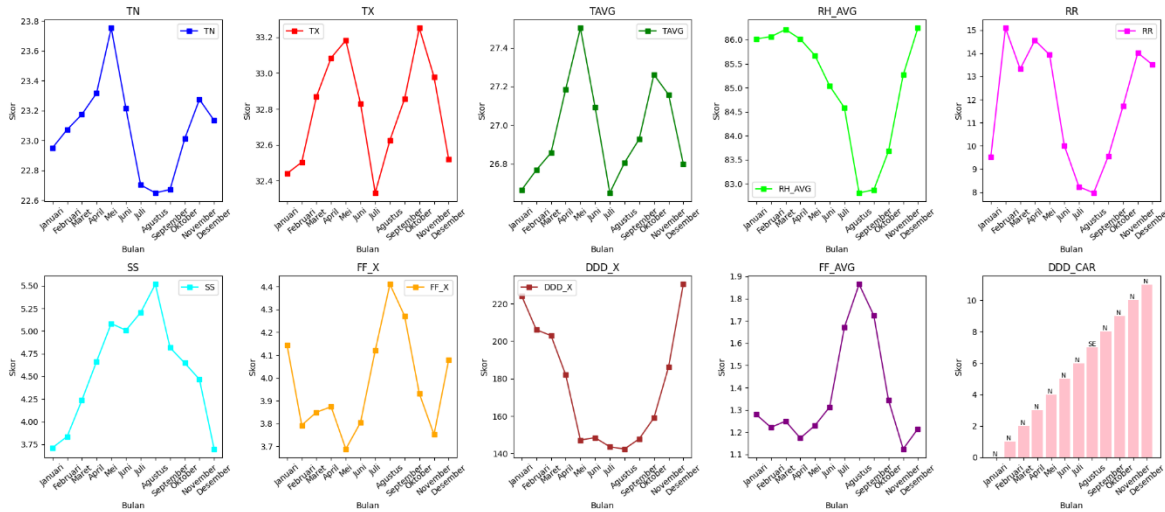
Gambar 6 Tren Tahunan Kab. Kotawaringin Timur Tahun 2010-2024

3.3.2 Analisis Tren Bulanan Cuaca

Gambar 7 menampilkan tren bulanan untuk semua variabel cuaca dari bulan Januari hingga Desember, yang menunjukkan adanya pola musiman yang terjadi di Kabupaten Kotawaringin Timur.

- Suhu maksimum (TX) mencapai puncaknya pada bulan Mei dan Oktober, dengan nilai sekitar 33,2°C, sedangkan suhu minimum (TN) mencapai titik terendah pada bulan Agustus hingga September, sekitar 22,6°C.
- Pola musiman yang jelas terlihat pada curah hujan, dengan curah hujan yang tinggi dari Januari hingga Maret (puncak pada bulan Januari: sekitar 15 mm/hari) dan penurunan yang drastis pada bulan Juli hingga Agustus (sekitar 7 mm/hari), mencerminkan peralihan antara musim hujan dan kemarau.
- Kelembapan rata-rata (RH_AVG) cenderung mengikuti pola curah hujan, dengan nilai tertinggi pada bulan Januari (sekitar 86,1%) dan terendah pada bulan September (sekitar 83%).
- Durasi sinar matahari (SS) menunjukkan tren yang berlawanan, meningkat selama musim kemarau dan menurun selama musim hujan. Hal ini memperkuat hipotesis bahwa selama musim kemarau, terdapat peningkatan sinar matahari dan pengurangan tutupan awan.

Tren Bulanan Kab. Kotawaringin Timur Tahun 2010-2024



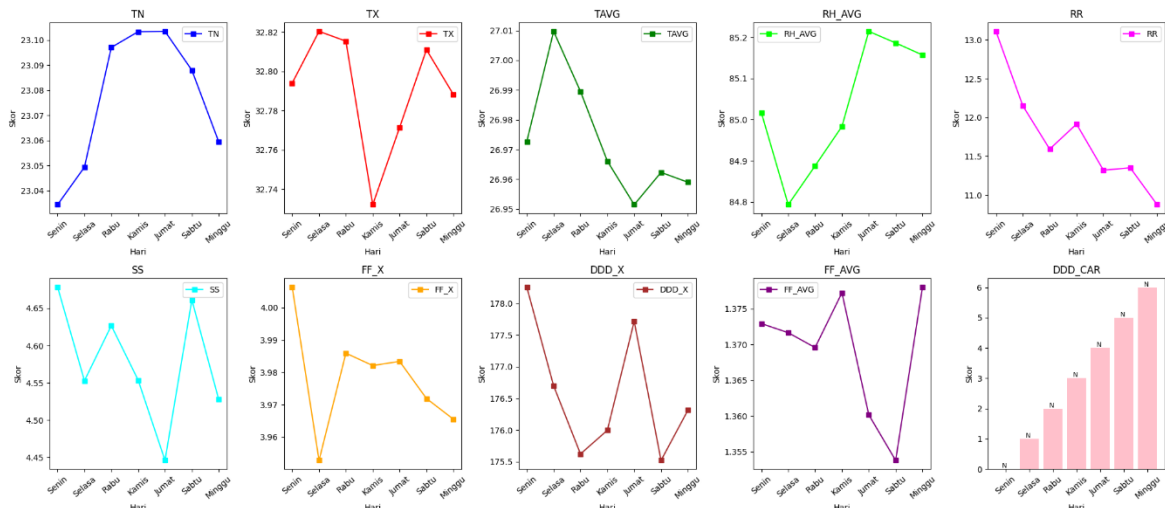
Gambar 7 Tren Bulanan Kab. Kotawaringin Timur Tahun 2010-2024

3.3.3 Analisis Tren Harian Cuaca

Gambar 8 menampilkan tren harian dari setiap variabel cuaca berdasarkan hari dalam sepekan (Senin hingga Minggu). Pola ini menunjukkan adanya variasi mingguan yang mungkin dipengaruhi oleh ritme alami serta faktor-faktor yang berkaitan dengan aktivitas manusia.

- Suhu maksimum (TX) berkisar antara 32,74°C pada hari Kamis hingga 32,82°C pada hari Selasa, menunjukkan perbedaan yang sangat kecil dan stabilitas suhu harian.
- Curah hujan (RR) menunjukkan penurunan dari Senin hingga Minggu, dengan rata-rata harian menurun dari 13,1 mm menjadi 10,9 mm.
- Arah angin dominan (DDD_CAR) menunjukkan perubahan harian yang menarik. Berdasarkan grafik yang ada, dapat disimpulkan bahwa arah angin paling dominan berasal dari utara (N) dan mengalami pergeseran menuju arah tengah (C) pada akhir pekan. Ini mungkin disebabkan oleh perubahan tekanan udara lokal atau gangguan angin musiman yang terjadi setiap minggu, seperti angin darat-laut.

Tren Harian Cuaca Kabupaten Kotawaringin Timur Tahun 2010-2024

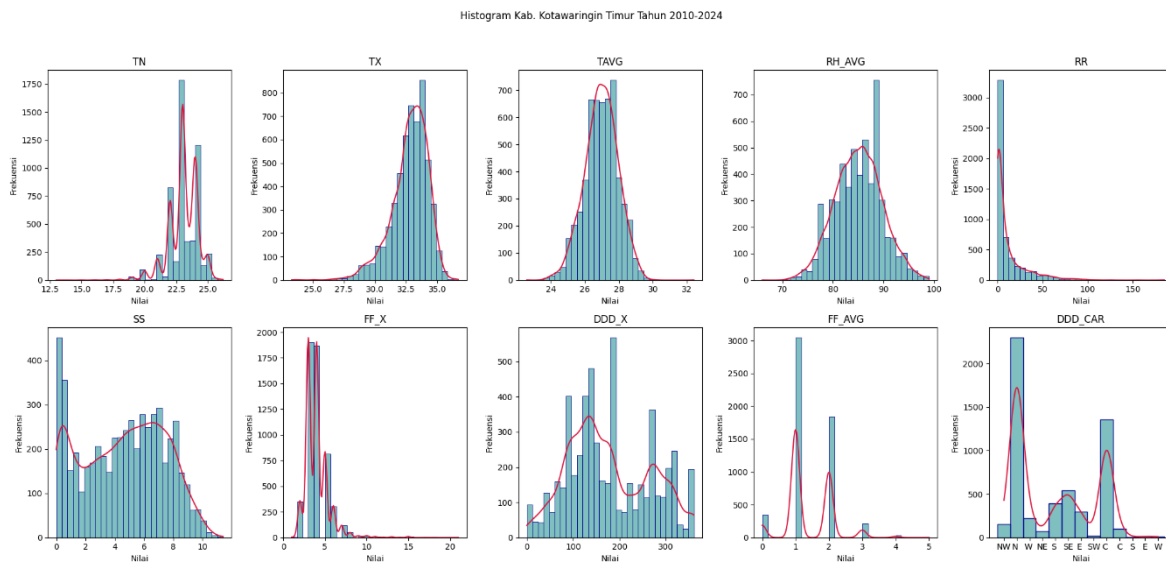


Gambar 8 Tren Harian Kab. Kotawaringin Timur Tahun 2010-2024

3.3.4 Histogram Distribusi Cuaca

Gambar 9 menampilkan histogram untuk masing-masing variabel cuaca dari tahun 2020 hingga 2024. Histogram ini menunjukkan distribusi nilai dan tren dalam pola distribusi masing-masing variabel.

- TAVG dan TX menunjukkan distribusi yang mendekati normal, dengan puncak sekitar 27°C dan 33°C, masing-masing.
- Curah hujan (RR) sangat mencolok karena mengikuti distribusi skew kanan yang ekstrem, sebagian besar hari memiliki curah hujan kurang dari 20 mm, tetapi terdapat lonjakan hingga lebih dari 150 mm pada beberapa hari, yang menunjukkan tanda-tanda anomali atau kejadian bencana hidrometeorologi.
- Distribusi kecepatan angin (FF_X dan FF_AVG) berada dalam kisaran kurang dari 5 m/s, yang menunjukkan kondisi angin yang relatif tenang.
- Arah angin maksimum (DDD_X) dan arah angin dominan (DDD_CAR) memiliki distribusi yang khas. DDD_X terdistribusi ke semua arah dari 0° hingga 360°, sementara DDD_CAR lebih terkonsentrasi di arah selatan (S) dan tenggara (SE), seperti yang ditunjukkan oleh puncak frekuensi di sektor-sektor tersebut.



Gambar 9 Histogram Kab. Kotawaringin Timur Tahun 2010-2024

3.3.5 Korelasi Antar Variabel Cuaca

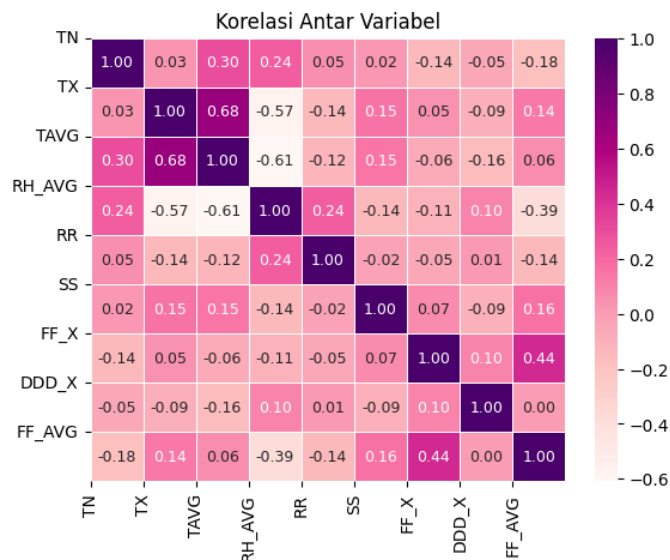
Gambar 10 menampilkan analisis korelasi Pearson antara variabel numerik dalam dataset. Korelasi Pearson berfungsi untuk mengukur kekuatan hubungan linier antara dua variabel, dengan nilai korelasi yang bervariasi dari -1 (sangat berlawanan) hingga +1 (sangat searah). Warna yang lebih gelap pada grafik menunjukkan tingkat korelasi yang lebih tinggi, baik positif maupun negatif. Berikut merupakan rumus untuk menghitung koefisien korelasi Pearson:

$$r_{XY} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

r_{XY} = Koefisien korelasi Pearson antara nilai x dan y
 N = Jumlah pasangan nilai x dan y
 $\sum XY$ = Jumlah perkalian antara nilai x dan y

$\sum X$ = Jumlah nilai x
 $\sum Y$ = Jumlah nilai y
 $\sum X^2$ = Jumlah kuadrat nilai x
 $\sum Y^2$ = Jumlah kuadrat nilai y

- Pasangan TAVG dan TX menunjukkan koefisien korelasi tertinggi ($r = 0,68$), diikuti oleh TAVG dan TN ($r = 0,30$), yang mengindikasikan bahwa suhu rata-rata sangat dipengaruhi oleh suhu ekstrem harian.
- Korelasi antara TAVG dan kelembapan RH_AVG bersifat negatif ($r = -0,61$), mengindikasikan bahwa peningkatan suhu biasanya diikuti dengan penurunan kelembapan.
- Curah hujan (RR) menunjukkan korelasi negatif yang lemah dengan suhu (TAVG $r = -0,12$), yang sejalan dengan fenomena fisik bahwa hujan dapat menurunkan suhu harian.
- Terdapat korelasi yang cukup kuat antara FF_X dan FF_AVG ($r = 0,44$), yang menunjukkan bahwa kecepatan angin maksimum berkaitan erat dengan kecepatan angin rata-rata harian.
- Arah angin (DDD_X dan DDD_CAR) tidak menunjukkan adanya korelasi yang signifikan dengan variabel lainnya, kemungkinan disebabkan oleh sifat kategorikalnya atau arah titik kompas yang bersifat non-linear.



Gambar 10 Korelasi Antar Variabel

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis data cuaca harian di Kabupaten Kotawaringin Timur selama periode 2010 hingga 2024 dengan pendekatan 9 Tahap Analisis Big Data menunjukkan bahwa tujuan penelitian telah tercapai. Penelitian ini berhasil secara sistematis mengidentifikasi dan menggambarkan tren perubahan berbagai parameter cuaca dalam rentang waktu 15 tahun, baik pada skala harian, bulanan, maupun tahunan. Analisis menunjukkan bahwa dalam 15 tahun terakhir, suhu rata-rata mengalami peningkatan sekitar 1°C [18], sementara kelembapan udara juga meningkat secara bertahap. Curah hujan menunjukkan fluktuasi yang tinggi dengan kejadian hujan ekstrem pada tahun-tahun tertentu [19], serta pola musiman yang konsisten antara musim hujan dan musim kemarau. Hubungan antar variabel juga sejalan dengan teori klimatologi, seperti adanya korelasi negatif antara suhu dan kelembapan.

Dengan mengikuti 9 Tahap Analisis Big Data secara sistematis mulai dari evaluasi kasus bisnis hingga pemanfaatan hasil analisis, penelitian ini berhasil menggambarkan dinamika cuaca

harian, bulanan, dan tahunan secara keseluruhan [20]. Berdasarkan temuan-temuan ini, dapat disimpulkan bahwa tujuan penelitian telah tercapai, yaitu untuk menghasilkan pemahaman yang mendalam tentang pola dan tren cuaca di Kabupaten Kotawaringin Timur, yang dapat digunakan pemerintah atau pengambil kebijakan untuk mendukung perencanaan berbasis iklim dan mitigasi risiko lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Ariska, Suhadi, Supari, M. Irfan, and I. Iskandar, "Spatio-Temporal Variations of Indonesian Rainfall and Their Links to Indo-Pacific Modes," *Atmosphere (Basel)*, vol. 15, no. 9, p. 1036, Aug. 2024, doi: 10.3390/atmos15091036.
- [2] Y. Fan, J. Li, S. Zhu, H. Li, and B. Zhou, "Trends and variabilities of precipitation and temperature extremes over Southeast Asia during 1981–2017," *Meteorology and Atmospheric Physics*, vol. 134, no. 4, p. 78, Aug. 2022, doi: 10.1007/s00703-022-00913-6.
- [3] M. Irfan *et al.*, "Peatland Hydro-Climatological Parameters Variability in Response to 2019–2022 Climate Anomalies in the OKI Regency," *Atmosphere (Basel)*, vol. 16, no. 1, p. 81, Jan. 2025, doi: 10.3390/atmos16010081.
- [4] A. Kurniadi, E. Weller, J. Salmond, and E. Aldrian, "Future projections of extreme rainfall events in Indonesia," *International Journal of Climatology*, vol. 44, no. 1, pp. 160–182, Jan. 2024, doi: 10.1002/joc.8321.
- [5] E. D. Yulandari, T. Murayama, and S. Nishikizawa, "Climate change adaptation through policy integration by local governments in Indonesia," *Mitig Adapt Strateg Glob Chang*, vol. 28, no. 1, p. 3, Jan. 2023, doi: 10.1007/s11027-022-10039-0.
- [6] B. Rouhanizadeh, S. Kermanshachi, and T. J. Nipa, "Exploratory analysis of barriers to effective post-disaster recovery," *International Journal of Disaster Risk Reduction*, vol. 50, p. 101735, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.ijdr.2020.101735.
- [7] L. Chen, B. Han, X. Wang, J. Zhao, W. Yang, and Z. Yang, "Machine Learning Methods in Weather and Climate Applications: A Survey," *Applied Sciences*, vol. 13, no. 21, p. 12019, Nov. 2023, doi: 10.3390/app132112019.
- [8] M. Mudelsee, "Trend analysis of climate time series: A review of methods," *Earth Sci Rev*, vol. 190, pp. 310–322, Mar. 2019, doi: 10.1016/j.earscirev.2018.12.005.
- [9] M. Pantić, T. Maričić, and S. Milijić, "Visualising the Relevance of Climate Change for Spatial Planning by the Example of Serbia," *Applied Sciences*, vol. 14, no. 4, p. 1530, Feb. 2024, doi: 10.3390/app14041530.
- [10] Y. Wu and W. Xue, "Data-Driven Weather Forecasting and Climate Modeling from the Perspective of Development," *Atmosphere (Basel)*, vol. 15, no. 6, p. 689, Jun. 2024, doi: 10.3390/atmos15060689.
- [11] M. Usmani, Z. A. Memon, A. Zulfikar, and R. Qureshi, "Preptimize: Automation of Time Series Data Preprocessing and Forecasting," *Algorithms*, vol. 17, no. 8, p. 332, Aug. 2024, doi: 10.3390/a17080332.
- [12] A. M. de Arruda, A. Lopes, and É. Masiero, "Microclimate Multivariate Analysis of Two Industrial Areas," *Atmosphere (Basel)*, vol. 14, no. 8, p. 1321, Aug. 2023, doi: 10.3390/atmos14081321.
- [13] L. Zepner, P. Karrasch, F. Wiemann, and L. Bernard, "ClimateCharts.net – an interactive climate analysis web platform," *Int J Digit Earth*, vol. 14, no. 3, pp. 338–356, Mar. 2021, doi: 10.1080/17538947.2020.1829112.
- [14] M. G. Rahman and M. A. H. Khan, "Analysis of data cleansing methods for improving meteorological data quality: a case study," *Earth Sci Inform*, vol. 18, no. 1, p. 8, Jan. 2025, doi: 10.1007/s12145-024-01608-9.
- [15] Y. Wang *et al.*, "Research on Missing Value Imputation to Improve the Validity of Air Quality Data Evaluation on the Qinghai-Tibetan Plateau," *Atmosphere (Basel)*, vol. 14, no. 12, p. 1821, Dec. 2023, doi: 10.3390/atmos14121821.
- [16] C. Li, X. Ren, and G. Zhao, "Machine-Learning-Based Imputation Method for Filling Missing Values in Ground Meteorological Observation Data," *Algorithms*, vol. 16, no. 9, p.

- 422, Sep. 2023, doi: 10.3390/a16090422.
- [17] M. Vuckovic and J. Schmidt, “Visual Analytics for Climate Change Detection in Meteorological Time-Series,” *Forecasting*, vol. 3, no. 2, pp. 276–289, Apr. 2021, doi: 10.3390/forecast3020018.
- [18] J. K. Putri, Suhadi, M. Irfan, H. Akhsan, and I. Iskandar, “Variability of Temperature Extreme Observes in Kalimantan,” *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, vol. 10, no. 11, pp. 8734–8744, Nov. 2024, doi: 10.29303/jppipa.v10i11.9048.
- [19] N. Ayasha and L. O. Bota, “Evaluation of GSMaP Data for Extreme Rain Events and Causing Floods in East Kotawaringin,” *Jurnal Geografi : Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian*, vol. 20, no. 1, pp. 26–30, Jan. 2023, doi: 10.15294/jg.v20i1.40196.
- [20] S. Mujiasih, “PEMANFATAN DATA MINING UNTUK PRAKIRAAN CUACA,” *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, vol. 12, no. 2, Aug. 2011, doi: 10.31172/jmg.v12i2.100.