

Interactive Storytelling Dashboard for Climate Data to Improve Public Awareness: Dashboard Cerita Interaktif untuk Data Iklim guna Meningkatkan Kesadaran Masyarakat

Bening Ayu Maharani

Joshua Roy D L

Ichwan Puja

Ramadhan Linggar K

Nico Imanuel T

Bambang Irawan

Teknik Informatika, Universitas Esa Unggul Bekasi

Teknik Informatika, Universitas Esa Unggul Bekasi

Teknik Informatika, Universitas Esa Unggul Bekasi

Teknik Informatika, Universitas Esa Unggul Bekasi

Teknik Informatika, Universitas Esa Unggul Bekasi

Teknik Informatika, Universitas Esa Unggul Bekasi

General Background: Climate change is a critical global issue requiring effective public education to foster awareness and engagement. **Specific Background:** Despite its urgency, public understanding of climate impacts remains limited, highlighting the need for innovative communication strategies. **Knowledge Gap:** Traditional approaches to disseminating climate information often lack interactivity and emotional resonance, reducing their effectiveness in engaging diverse audiences. **Aim:** This study aims to design and develop an interactive climate data dashboard that integrates data visualization with storytelling elements to enhance learning and public involvement. **Results:** Using historical climate datasets, interactive visualizations were created and evaluated through pre- and post-test assessments, showing a 35% increase in user understanding and stronger emotional engagement with environmental issues. **Novelty:** The integration of interactive storytelling with scientific data visualization represents a novel educational approach that moves beyond static information delivery. **Implications:** These findings suggest that combining data-driven insights with narrative elements can serve as an inclusive and impactful educational tool, offering substantial potential for climate change awareness campaigns and public engagement initiatives.

Highlights:

- Integrates storytelling with data to enhance climate education.
- Improves understanding by 35% through interactive engagement.
- Offers a novel, inclusive tool for awareness campaigns.

Keywords : Climate Change, Interactive Dashboard, Storytelling, Data Visualization, Public Awareness

Pendahuluan

Perubahan iklim telah menjadi isu global yang mendesak dan ramai menjadi perbincangan khususnya di kalangan masyarakat dengan waktu mendesak membuat lingkungan menjadi tidak sehat membuat keberlangsungan kehidupan manusia menjadi menurun karena kesehatan dan ekonomi yang tidak stabil [1], [2], [3]. Iklim merupakan pola rata kondisi cuaca seperti suhu, kelembapan, curah hujan, dan angin—yang berlangsung dalam periode waktu yang panjang, biasanya selama 30 tahun atau lebih, di suatu wilayah tertentu. Berbagai sumber data telah dipublish secara rutin oleh lembaga yang bertanggung jawab dalam menangani masalah tersebut secara nasional maupun internasional. Selain itu iklim menunjukkan bahwa tren cuaca jangka panjang yang memiliki dampak besar pada banyak aspek kehidupan. Dalam beberapa dekade terakhir, perubahan iklim telah menjadi isu krusial, ditandai dengan peningkatan suhu global, mencairnya lapisan es di kutub, dan kenaikan permukaan laut semua itu menjadi ancaman nyata bagi keberlangsungan hidup di bumi. Namun penyampaian informasi tersebut seringkali bersifat teknis dan tidak ramah bagi masyarakat awam. Akibatnya tingkat pemahaman dan kepedulian masyarakat terhadap isu perubahan iklim masih rendah dan tentunya terhadap dampak negatif perubahan iklim, maka perlu dilakukan tindakan dan strategi untuk meminimalkan dan mengatasi kerusakan lebih lanjut. Seiring dengan perkembangan teknologi informasi, pendekatan baru dalam penyampaian data ilmiah semakin dibutuhkan untuk menjembatani kesenjangan pemahaman tersebut. Data daftar baris jarang tersedia secara terbuka secara *real-time*. Namun, mereka memungkinkan multiplisitas analisis untuk dilakukan oleh kelompok yang berbeda, menggunakan berbagai model dan asumsi, yang dapat membantu membangun konsensus pada inferensi yang kuat. Paralel ada antara ini dan berbagi data genomik terbuka [4].

Salah satu pendekatan yang dinilai efektif adalah *interactive storytelling*, yaitu penyampaian informasi melalui narasi digital yang diperkaya dengan elemen visual interaktif seperti grafik, peta dinamis, dan ilustrasi berbasis data secara lebih efektif. Pendekatan ini memungkinkan informasi kompleks seperti data iklim disampaikan dengan cara yang lebih intuitif, menarik, dan mudah dipahami oleh berbagai kalangan. Berbagai dasbor data iklim memang telah dikembangkan, namun sebagian besar masih bersifat informatif dan teknis, tanpa mengedepankan aspek edukasi dan *engagement*. Selain itu, belum banyak penelitian yang secara spesifik mengintegrasikan metode *interactive storytelling* dalam desain dasbor iklim untuk meningkatkan *public awareness* secara efektif [5]. Dengan sistem informasi berbasis data iklim yang dirancang dengan pendekatan naratif dan interaktif untuk kepentingan edukasi publik. Dasbor visual interaktif untuk memantau dan memprediksi data iklim menggunakan pendekatan *interactive storytelling* [6]. Selain itu, alat ini juga membantu dalam mengidentifikasi pola penggunaan yang tidak biasa atau masalah teknis potensial [7].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah dasbor interaktif berbasis data iklim dengan memadukan elemen cerita interaktif untuk meningkatkan edukasi dan kesadaran masyarakat. Dashboard interaktif yang menyajikan data iklim memiliki peran strategis sebagai sarana pembelajaran yang fleksibel dan relevan dengan konteks pembelajaran saat ini. Dalam ranah pendidikan formal, dashboard ini dapat dimanfaatkan oleh pendidik sebagai media visual yang membantu menjelaskan materi seputar isu perubahan iklim, analisis data lingkungan, serta dampaknya terhadap ekosistem secara lebih menarik dan mudah dipahami. Integrasi dashboard ke dalam kurikulum juga memungkinkan peserta didik untuk terlibat dalam kegiatan berbasis proyek, eksplorasi data, dan diskusi yang mengasah kemampuan berpikir kritis serta literasi data. Di sisi lain, dalam pembelajaran informal, dashboard ini dapat diakses secara luas oleh masyarakat, komunitas, maupun lembaga non-formal sebagai sumber edukasi yang bersifat mandiri dan terbuka. Penyampaian data yang interaktif dan dilengkapi narasi visual menjadikan informasi lebih mudah dicerna dan dekat dengan realitas kehidupan sehari-hari, sehingga dapat meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap isu iklim dan mendorong keterlibatan aktif dalam aksi mitigasi. Oleh karena itu, dashboard ini tidak hanya menjadi alat bantu pembelajaran di institusi pendidikan, tetapi juga menjadi sarana edukatif bagi masyarakat luas dalam menumbuhkan literasi iklim. Penggunaan dasbor dapat mempercepat proses informasi sampai ke departemen lainnya [8]. Dasbor yang membahas perubahan iklim,

elemen cerita dapat digunakan untuk menunjukkan fluktuasi suhu bumi dari tahun ke tahun, efek nya terhadap kehidupan sehari-hari (seperti kekeringan, banjir, dan kebakaran hutan), serta kontribusi individu menurunkan emisi karbon. Studi terdahulu menunjukkan bahwa pemanfaatan cerita interaktif dapat mendorong keterlibatan pengguna secara lebih intensif serta memperdalam wawasan mereka mengenai permasalahan lingkungan dan mampu meningkatkan atensi dan keterlibatan audiens, serta memperkaya pengetahuan terhadap isu lingkungan dan pola pikir yang kompleks. Karena tingginya volume dan kerumitan data, dibutuhkan alat analisis visual yang kuat dan interaktif [9]. Beberapa penelitian sebelumnya, seperti oleh Li et al. (2021) serta Nguyen dan Clarke (2020), telah merancang dashboard yang menampilkan data lingkungan, namun penggunaannya masih terbatas pada visualisasi data statistik yang bersifat statis dan belum mengintegrasikan elemen naratif yang dapat memperdalam pemahaman masyarakat umum. Di sisi lain, studi dari Setyowati et al. (2022) mengungkapkan bahwa meskipun dashboard telah mulai dimanfaatkan dalam konteks edukasi, sebagian besar belum dimaksimalkan sebagai media interaktif yang menggabungkan unsur storytelling guna menciptakan keterlibatan emosional serta mendorong refleksi kritis pengguna terhadap isu perubahan iklim. Kekurangan-kekurangan tersebut menunjukkan adanya kebutuhan untuk merancang pendekatan baru yang tidak hanya menampilkan data, tetapi juga menyusunnya dalam bentuk narasi yang memiliki makna dan daya tarik bagi publik.

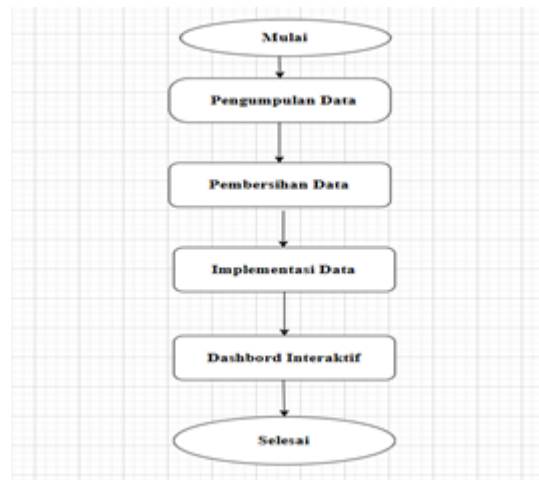
Metode

Dataset sekunder yang di gunakan penelitian ini di peroleh melalui *Kaggle*, yang dapat diakses melalui link <https://www.kaggle.com/datasets/greegtitan/indonesia-climate>. Dataset ini memiliki 20 baris dan 589,265 kolom. Dataset ini berisi informasi untuk meningkatkan kesadaran publik terhadap isu perubahan iklim. Data diambil dari Januari 2010 - Januari 2020. Penelitian ini menggunakan dataset yang berisi data historis iklim, seperti suhu, curah hujan, kelembapan, dan emisi karbon, yang diperoleh dari sumber terbuka seperti Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dan *OpenClimateData*. Dataset ini dianalisis untuk mengidentifikasi tren perubahan iklim jangka panjang dan menyajikannya bentuk yang lebih mudah dipahami oleh masyarakat melalui pendekatan visual dan naratif. Tujuan utama dari proses ini adalah untuk meningkatkan kesadaran publik terhadap isu iklim serta mendukung edukasi masyarakat melalui media digital interaktif. Dengan mengedepankan transparansi, fleksibilitas, dan aksesibilitas dalam sistem supaya bermanfaat bagi pemangku kepentingan yang berbeda [10].

Tahapan awal penelitian ini mencakup proses pra-pemrosesan data yang meliputi identifikasi dan penghapusan data kosong yang berpotensi mengganggu hasil analisis data [11]. Selanjutnya dengan menggunakan berbagai *tools* yang mendukung skalabilitas dan visualisasi. Microsoft Excel digunakan pada tahap awal untuk eksplorasi dan pembersihan data secara dasar. Google Colaboratory digunakan sebagai platform utama untuk proses pembersihan data, analisis statistik, dan visualisasi tren iklim. Tahap akhir dari proses ini melibatkan penggunaan Google Looker Studio untuk membangun dasbor interaktif yang menyajikan hasil analisis secara visual.

Jenis analisis yang digunakan penelitian ini mencakup analisis deskriptif untuk memahami gambaran umum data iklim, analisis korelasi untuk mengidentifikasi hubungan antar variabel seperti suhu dan curah hujan, segmentasi audiens untuk menyusun konten naratif yang relevan dengan kebutuhan pengguna tertentu, serta analisis deret waktu untuk menelusuri tren iklim dari waktu ke waktu. Untuk memastikan validitas dan reliabilitas data, dilakukan proses verifikasi yang mencakup pembersihan, serta konsistensi data terhadap sumber referensi yang sah. Proses validasi data dilakukan dengan mengecek keaslian dan sumber data iklim yang digunakan, memastikan data diperoleh dari institusi yang kredibel dan terbaru, serta melakukan pengecekan silang dengan data lain guna menghindari adanya kesalahan atau ketidaksesuaian. Sementara itu, reliabilitas data dinilai berdasarkan konsistensi data tersebut dalam berbagai rentang waktu dan kondisi, sehingga visualisasi yang dihasilkan mampu mencerminkan informasi yang stabil dan dapat diandalkan. Tahapan validasi dan pengujian reliabilitas ini sangat berpengaruh pada mutu visualisasi, karena data yang tepat dan konsisten akan menghasilkan dashboard yang informatif, mudah dipahami, dan meningkatkan kepercayaan pengguna terhadap informasi yang disajikan. Oleh karena itu, validasi dan reliabilitas menjadi aspek krusial dalam penelitian ini agar storytelling interaktif berbasis

data iklim dapat berjalan efektif dalam meningkatkan pemahaman dan kesadaran publik. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif yaitu dengan mengumpulkan informasi yang relevan melalui sumber referensi serta mengumpulkan dan menganalisis data yang dibutuhkan. Sementara itu populasi penelitian ini meliputi informasi yang relevan melalui sumber referensi serta mengumpulkan dan menganalisis data yang dibutuhkan. Untuk tahapan penelitian dapat dilihat melalui gambar di bawah ini [12].



Gambar 1. Alur Penelitian *Interactive Storytelling* dengan Data Iklim

Penelitian yang dilakukan melalui empat tahapan analisis utama yaitu:

1. Pengumpulan Data

Langkah ini mencakup analisa sebagai langkah yang utama dan awal untuk meninjau dan menyelesaikan masalah yang ingin diselesaikan oleh perusahaan ini melalui penelitian ini untuk menentukan bagaimana proses selanjutnya yaitu dengan pendekatan dokumentasi dan eksplor data sekunder dari sumber data yang terbuka. Data yang digunakan berfokus pada informasi terkait indikator iklim, seperti suhu rata, curah hujan, kelembapan dan emisi karbon dari berbagai wilayah. Sumber utama data diperoleh dari lembaga resmi yang menyediakan data iklim historis dan terverifikasi yaitu BMKG. Proses pengumpulan data dilakukan secara daring dengan mengunduh file dataset dengan *format* .csv, yang kemudian akan dianalisis menggunakan perangkat lunak pengolahan data. Selain itu, beberapa elemen naratif *storytelling* disusun dan di buat berdasarkan referensi dari artikel ilmiah, laporan berdasarkan data yang terbaru atau selalu diperbarui dan publikasi pemerintah mengenai perubahan iklim dan dampaknya di Indonesia maupun global. Data yang dikumpulkan tidak hanya mencakup data kuantitatif (angka dan tren iklim), tetapi juga mencakup dan diperkaya akan data kualitatif berupa deskripsi, artikel ilmiah dan kebijakan iklim yang selanjutnya digunakan perancangan alur cerita dasbor interaktif [13]. Untuk mempercayai dan menjamin data tersebut berkualitas, pada tahap ini perlu proses validasi awal melalui pengecekan data, kelengkapan data, dan deteksi duplikasi serta penyesuaian sesuai kebutuhan yang telah di tentukan format yang sesuai kebutuhan analisis tren yaitu *time series*.

2. Pembersihan Data

Sebelum analisis dimulai, data disiapkan dan dibersihkan pada tahap ini untuk memastikan kualitasnya, analisis bersih, konsisten dan siap diolah lebih kompleks dan lanjut. Pembersihan data dilakukan untuk mengatasi berbagai masalah utama dataset iklim seperti nilai yang hilang, dan data duplikat. Langkah pertama yang dilakukan adalah pemeriksaan kelengkapan data, dengan mengidentifikasi kolom atau baris yang memiliki nilai kosong. Nilai kosong tidak dapat di perbaiki digantikan dengan pendekatan tertentu seperti pengisian dengan nilai rata yang dianggap relevan. Proses pembersihan data dilakukan dengan tools seperti Google Colaboratory, dengan bantuan pustaka *Python* transformasi data. Dengan pembersihan data yang tepat, diharapkan hasil analisis yang dilakukan

tahap selanjutnya dapat mencerminkan kondisi sebenarnya secara akurat dan mendukung tujuan utama penelitian, yaitu menyampaikan informasi iklim secara edukatif dan mudah dipahami oleh publik [5].

3. Implementasi Data

Data iklim yang telah dikumpulkan dan dibersihkan selanjutnya digunakan pembangunan sistem visualisasi interaktif berupa dasbor digital [6]. Implementasi ini dilakukan dengan pendekatan *interactive storytelling*, yaitu menyajikan data tidak hanya bentuk grafik dan angka tetapi juga diikuti dengan narasi kontekstual yang membantu pengguna memahami makna dibalik data tersebut. Proses implementasi dimulai dengan menyimpan data yang sudah di processing ke dalam format .csv yang kemudian di unggah ke Google Looker Studio. Platform ini dipilih karena mendukung integrasi dengan data dinamis dan memiliki kemampuan untuk menyajikan visualisasi interaktif secara *real-time* [14]. Visualisasi yang ditampilkan mencakup elemen seperti grafik garis untuk tren suhu, diagram batang untuk curah hujan bulanan, serta indikator perubahan iklim tahunan. Setiap visualisasi didukung dengan narasi pendek yang menjelaskan apa arti data tersebut bagi masyarakat. Penggunaan teknik interaktif seperti *filter* wilayah dan periode waktu, memungkinkan pengguna menelusuri pengguna data iklim berdasarkan kebutuhan atau minat. Selain itu, elemen *call-to-action* ditambahkan beberapa bagian dasbor untuk mendorong pengguna terlibat lebih lanjut, seperti tautan menuju sumber edukatif atau tips menghadapi perubahan iklim. Implementasi tidak hanya sebagai penyimpanan informasi tetapi sebagai tempat untuk mengedukasi masyarakat luas khususnya untuk masyarakat yang tidak paham bahkan tidak peduli mengenai isu iklim. Selain itu sebagai sarana media edukasi digital untuk tempat yang bertujuan memberi pemahaman dan meningkatkan kesadaran publik terhadap isu iklim yang sedang berkembang [15].

4. Dasbor Interaktif

Dasbor interaktif adalah sarana penyajian data yang dirancang agar pengguna dapat mengakses informasi secara fleksibel, interaktif, dan intuitif. Mengenai konteks penelitian ini, dasbor digunakan sebagai platform utama menyampaikan data iklim yang bersifat historis maupun terkini. Tidak seperti visualisasi konvensional yang bersifat statis, dasbor ini menyediakan fitur interaktif seperti pemilihan lokasi, rentang waktu, dan kategori tertentu yang memungkinkan eksplorasi data secara mendalam [16]. Platform yang digunakan untuk membangun dasbor adalah Google Looker Studio karena kemampuannya mengintegrasikan berbagai sumber data seperti Google Sheets dan *file* .csv, serta mendukung pembuatan visualisasi yang *user friendly* tanpa memerlukan keterampilan pemrograman yang kompleks. Selain itu, Looker Studio memungkinkan penyajian narasi berbasis *data-driven storytelling*, yang sangat relevan dengan tujuan penelitian untuk meningkatkan kesadaran dan pemahaman publik terhadap isu perubahan iklim. Pada proses perancangannya, dasbor dikembangkan untuk menampilkan beberapa jenis visualisasi, seperti grafik garis tren suhu, diagram batang curah hujan bulanan, serta indikator perubahan iklim tahunan. Setiap elemen visual dilengkapi dengan narasi penjelasan untuk membantu audiens memahami konteks dan implikasi dari data yang disajikan [17] [18]. Dasbor interaktif juga memungkinkan pengguna dari berbagai latar belakang, termasuk masyarakat umum, pelajar, dan pemangku kepentingan, untuk menelusuri data sesuai kebutuhan dan kepentingan mereka. Berdasarkan hasil awal dan sifat visualisasi yang informatif serta interaktif, kelompok yang paling berpotensi merespons pendekatan ini adalah pelajar dan pendidik di tingkat sekolah menengah hingga perguruan tinggi [19]. Mereka cenderung familiar dengan teknologi digital dan membutuhkan materi pembelajaran yang relevan dengan situasi nyata. Di samping itu, pemangku kebijakan daerah juga merupakan sasaran strategis, karena visualisasi data spasial mendukung proses pengambilan keputusan berbasis bukti, khususnya dalam merancang kebijakan adaptasi dan mitigasi perubahan iklim. Dengan mengarahkan penggunaan dasbor kepada segmen-segmen ini, penyampaian pesan dapat disesuaikan secara lebih spesifik, sehingga efektivitas edukasi serta dampak sosial yang dihasilkan dapat ditingkatkan secara signifikan. Dasbor ini tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu visualisasi, tetapi juga sebagai sarana edukatif yang mendorong keterlibatan pengguna secara aktif memahami dampak perubahan iklim. Oleh karena itu, pengembangan dasbor interaktif penelitian ini menjadi bagian penting dari strategi komunikasi data ilmiah kepada publik [20].

Hasil dan Pembahasan

Proses pengolahan data penelitian ini dimulai yaitu dengan tahap data preprocessing yang dilakukan secara berurutan agar data yang dipakai tetap terjaga kebersihannya, konsisten, dan siap divisualisasikan. Tahapan pertama adalah data merging, yaitu penyatuan sejumlah dataset berbeda menjadi dataset terpadu yang lengkap. Terdapat tiga dataset untuk penelitian ini, yaitu *climate_data.csv*, *station_detail.csv*, dan *province_detail.csv*, dimana setiap dataset tersebut mempunyai keterangan dan jumlah data yang berbeda-beda, yang dapat dilihat di Tabel 1.

Dataset	Keterangan	Total Baris	Jumlah Kolom
<i>climate_data.csv</i>	Data observasi iklim tahun 2010 - 2020	589.265	13
<i>station_detail.csv</i>	Data stasiun meteorologi	192	7
<i>province_detail.csv</i>	Data provinsi	34	2

Tabel 1. Keterangan Tiap Dataset

Tabel 1 menyajikan ringkasan mengenai karakteristik setiap dataset yang dipakai dalam penelitian ini, yang membantu pembaca untuk dengan cepat memahami lingkup dan fokus data yang digunakan. Dataset *climate_data.csv* berisi data observasi iklim dari tahun 2010 sampai 2020, dengan jumlah entri yang sangat besar, yaitu 589.265 baris, serta 13 variabel yang merekam berbagai aspek parameter iklim. Dataset *station_detail.csv* menyediakan informasi mengenai 192 stasiun meteorologi sebagai sumber pengambilan data, dengan 7 kolom yang menjelaskan rincian teknis dan lokasi masing-masing stasiun. Sedangkan dataset *province_detail.csv* memuat data administratif tentang 34 provinsi, terdiri dari 2 kolom utama, yang berfungsi sebagai referensi wilayah dalam proses visualisasi.

Kode penggabungan dilakukan dengan metode *left outer join* antara data pengamatan iklim harian (*climate_data.csv*), data provinsi (*province_detail.csv*), dan data stasiun meteorologi (*station_detail.csv*), seperti ditunjukkan pada Kode Program 1. Untuk dataset *climate_data.csv* didefinisikan sebagai *df_c*, *province_detail.csv* sebagai *df_p*, dan *station_detail.csv* sebagai *df_s*. Proses ini menghasilkan *dataset* terintegrasi yang mencakup informasi suhu, kelembapan, curah hujan, kecepatan angin, lokasi administratif, serta metadata stasiun.

```
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns

df_c = pd.read_csv('/content/drive/MyDrive/Dataset MPPL/climate_data.csv')
df_p = pd.read_csv('/content/drive/MyDrive/Dataset MPPL/province_detail.csv')
df_s = pd.read_csv('/content/drive/MyDrive/Dataset MPPL/station_detail.csv')
climate_with_station = pd.merge(df_c, df_s, on='station_id')
```

```
full_dataset = pd.merge(climate_with_station, df_p, on='province_id',
how="left")
```

```
merged_climate = pd.read_csv('/content/drive/MyDrive/Dataset
MPPL/merged_climate_data.csv')
```

Kode Program 1. Proses penggabungan dataset dengan *Left Outer Join*

Tahapan kedua adalah data cleaning yang difokuskan pada penanganan nilai hilang dan konsistensi data. Pemeriksaan awal dilakukan untuk mengenali kolom yang memiliki nilai NaN. Pemrosesan dilakukan secara selektif sesuai karakter setiap fitur. Kode Program 2 menunjukkan kode fitur numerik seperti *Tavg* (suhu rata-rata), *RH_avg* (kelembapan rata-rata), *RR* (curah hujan), dan *ff_avg* (kecepatan angin rata-rata) diisi dengan nilai (mean). Sedangkan fitur *Tn* (suhu minimum), *Tx* (suhu maksimum), *ss* (durasi penyinaran matahari), dan *ff_x* (kecepatan angin maksimum) diisi menggunakan median.

```
# Imputasi fitur dengan nilai mean untuk fitur Tavg, RH_avg, RR, dan ff_avg
merged_climate['Tavg'].fillna(merged_climate['Tavg'].mean(), inplace=True)
merged_climate['RH_avg'].fillna(merged_climate['RH_avg'].mean(),
inplace=True)
merged_climate['RR'].fillna(merged_climate['RR'].mean(), inplace=True)
merged_climate['ff_avg'].fillna(merged_climate['ff_avg'].mean(),
inplace=True)

# Imputasi fitur dengan nilai median untuk fitur Tn, Tx, ss, dan ff_x
merged_climate['Tn'].fillna(merged_climate['Tn'].median(), inplace=True)
merged_climate['Tx'].fillna(merged_climate['Tx'].median(), inplace=True)
merged_climate['ss'].fillna(merged_climate['ss'].median(), inplace=True)
merged_climate['ff_x'].fillna(merged_climate['ff_x'].median(), inplace=True)
```

Kode Program 2. Imputasi fitur dengan mean dan median

Untuk data kategori *ddd_car* (arah mata angin bentuk kategori), nilai yang belum diisi dengan nilai yang sering muncul (modus). Selain itu data numerik *ddd_x* (arah angin dalam derajat) diisi menggunakan rata siklik, supaya arah angin yang dihasilkan tetap mewakili distribusi nyata secara sudut. Setelah imputasi, fitur *ddd_x* kemudian dilakukan pembulatan ke arah mata angin utama, yaitu: 0° dan 360° (Utara), 90° (Timur), 180° (Selatan), 225° (Barat Daya). Skrip kode dapat dilihat pada Kode Program 3.

```
# Buat fungsi untuk menghitung rata-rata siklik
def cyclic_mean(angles_deg):
    """Menghitung rata-rata siklik untuk sudut dalam derajat."""
    if angles_deg.empty:
        return np.nan
    # Ubah derajat ke radian
    angles_rad = np.deg2rad(angles_deg.dropna())
    # Hitung komponen sinus dan kosinus
    sin_sum = np.sum(np.sin(angles_rad))
    cos_sum = np.sum(np.cos(angles_rad))
    # Hitung rata-rata siklik dalam radian
    mean_rad = np.arctan2(sin_sum, cos_sum)
```

```
# Ubah kembali ke derajat (pastikan hasilnya positif)
mean_deg = np.degrees(mean_rad)
return (mean_deg + 360) persen 360

# Isi missing values di 'ddd_car' dengan modus
Try:
merged_climate['ddd_car'].fillna(merged_climate['ddd_car'].dropna().mode()[0],
    inplace=True)
except IndexError:
    # Jika kolom hanya berisi NaN, isi dengan nilai default (misalnya 0
    atau NaN)
merged_climate['ddd_car'].fillna(0, inplace=True) # Atau np.nan jika ingin
membiarkannya NaN

# Isi missing values di 'ddd_x' dengan rata-rata siklik
merged_climate['ddd_x'].fillna(cyclic_mean(merged_climate['ddd_x']),
    inplace=True)

# Pembulatan arah mata angin untuk fitur ddd_x
def round_wind_direction(degrees):
    # Menentukan arah mata angin utama dan arah antar mata angin dalam
    derajat directions
    = {
        0: 0, # North
22.5: 22.5,
        45: 45, # Northeast
        67.5: 67.5,
        90: 90, # East
        112.5: 112.5,
        135: 135, # Southeast
        157.5: 157.5,
        180: 180, # South
        202.5: 202.5,
        225: 225, # Southwest,
        247.5: 247.5,
        270: 270, # West
        292.5: 292.5,
        315: 315, # Northwest
        337.5: 337.5,
        360: 360 # North (sama dengan 0)
    }
```



```
# Menangani kemungkinan nilai NaN
if pd.isna(degrees) : return np.nan

# Menemukan arah terdekat
closest_direction = min(directions, key=lambda x: abs(x - degrees))
return directions[closest_direction]

# Menerapkan fungsi pembulatan ke kolom 'ddd_x'
merged_climate['ddd_x']
merged_climate['ddd_x'].apply(round_wind_direction) =
```

Kode Program 3. Imputasi fitur dengan modus dan rata-rata siklik

Sebagai penutup dari proses imputasi, dilakukan penyusunan strategi secara sistematis untuk mendokumentasikan pendekatan yang digunakan pada masing-masing fitur. Rincian strategi tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

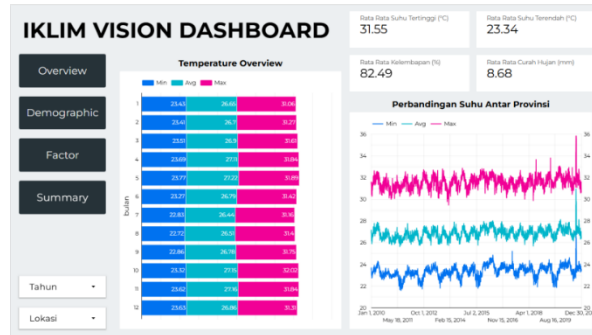
Fitur	Keterangan	Tipe Data	Metode Imputasi
Tavg	Suhu rata-rata (°C)	Numerik	Mean
RH_avg	Kelembapan rata-rata (%)	Numerik	Mean
RR	Curah hujan (mm)	Numerik	Mean
ff_avg	Kecepatan angin rata-rata (m/s)	Numerik	Mean
Tn	Suhu minimum (°C)	Numerik	Median
Tx	Suhu maksimum (°C)	Numerik	Median
ss	Durasi penyinaran matahari (jam)	Numerik	Median
ff_x	Kecepatan angin maksimum (m/s)	Numerik	Median
ddd_car	Arah mata angin	Kategori	Modus
ddd_x	Arah angin kecepatan maksimum (°C)	Numerik	Rata-rata siklik

Tabel 2. Dokumentasi Pendekatan

Tabel 2 menyajikan dokumentasi pendekatan yang digunakan untuk setiap fitur dalam dataset iklim, termasuk tipe data dan metode imputasi yang diterapkan untuk mengisi nilai yang hilang. Fitur numerik seperti suhu rata-rata (Tavg), kelembapan rata-rata (RH_avg), curah hujan (RR), dan kecepatan angin rata-rata (ff_avg) menggunakan metode imputasi rata-rata (mean) guna menjaga representasi data yang seimbang. Sedangkan fitur numerik lainnya seperti suhu minimum (Tn), suhu maksimum (Tx), durasi penyinaran matahari (ss), dan kecepatan angin maksimum (ff_x) diimputasi menggunakan median untuk mengurangi pengaruh nilai ekstrem. Untuk data kategorikal seperti arah mata angin (ddd_car), metode modus dipilih sebagai pendekatan terbaik untuk mengisi nilai yang hilang. Sementara itu, fitur arah angin dengan kecepatan maksimum (ddd_x) yang bersifat numerik namun siklik diimputasi menggunakan rata-rata siklik agar mempertahankan pola data angin yang berputar. Keterangan singkat ini membantu pembaca memahami strategi penanganan data yang diterapkan secara cepat tanpa perlu membaca penjelasan panjang [21].

Tahapan pra-pemrosesan data ini memastikan dataset bebas dari nilai kosong dan bias pengukuran, sehingga lebih reliabel ketika digunakan analisis. Dataset yang telah melalui tahap pembersihan selanjutnya diimplementasikan ke dasbor interaktif dengan Google Looker Studio. Visualisasi ini bertujuan untuk menyajikan tren iklim secara

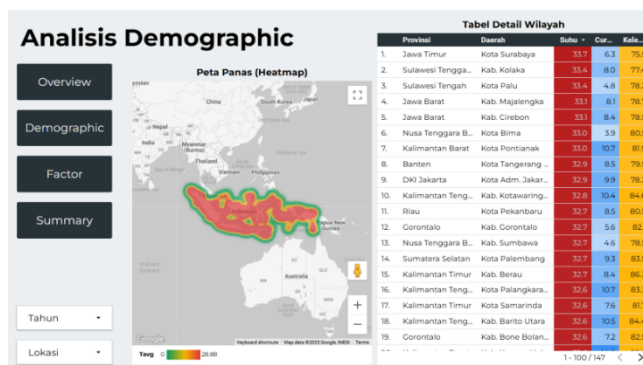
dinamis, responsif, dan mudah diinterpretasikan. Pengguna dapat memilih rentang waktu, lokasi provinsi, atau stasiun tertentu untuk melihat distribusi suhu, kelembapan, dan parameter iklim lain yang telah diproses. Hasil tampilan data tidak hanya berfungsi sebagai alat penampilan data, tetapi juga sebagai materi sumber pembelajaran publik untuk menambah pengetahuan terhadap kondisi krisis iklim yang terjadi secara wilayah setempat.



Gambar 2. Dasbor interactive storytelling dengan data iklim

Dasbor interaktif memiliki empat menu utama: Overview, Demographic, Factor, dan Summary, yang masing-masing menyajikan data iklim dari sudut pandang berbeda. Pada menu *Overview* (Gambar 2), pengguna dapat melihat gambaran umum suhu udara di Indonesia berdasarkan data historis. Visualisasi terdiri atas dua bagian utama: diagram batang dan grafik garis. Diagram batang (*grouped-bar chart*) menampilkan suhu minimum, rata-rata, dan maksimum (dalam °C) yang dikelompokkan berdasarkan waktu. Variasi panjang batang menunjukkan perbedaan suhu yang mencolok tiap tahun, terutama pada suhu maksimum yang mengindikasikan potensi suhu ekstrem. Sementara itu, grafik garis (*multi-series line chart*) di sisi kanan menunjukkan tren perubahan suhu antar provinsi dari waktu ke waktu, memudahkan pemantauan dinamika iklim secara kronologis. Di bagian atas dasbor, juga tersedia ringkasan nilai rata-rata suhu tertinggi, suhu terendah, kelembapan, dan curah hujan untuk konteks tambahan [22].

Dasbor ini juga dilengkapi dengan fitur interaktif seperti *filter* berdasarkan tahun dan lokasi, yang memungkinkan pengguna melakukan eksplorasi data secara spesifik dan lebih mendalam. Interaktivitas ini memperkuat proses analisis yang fleksibel serta meningkatkan pemahaman pengguna terhadap pola tren perubahan iklim secara lokal dan temporal. Secara keseluruhan, visualisasi ini tidak hanya menyampaikan data dan informasi suhu secara informatif, tetapi juga mendukung proses edukasi publik mengenai pentingnya memahami pola iklim dan dampaknya dengan menggunakan pendekatan *data-driven storytelling* yang efektif dapat meningkatkan keterlibatan pengguna serta memperkuat pesan yang ingin disampaikan mengenai urgensi isu perubahan iklim di Indonesia [23].

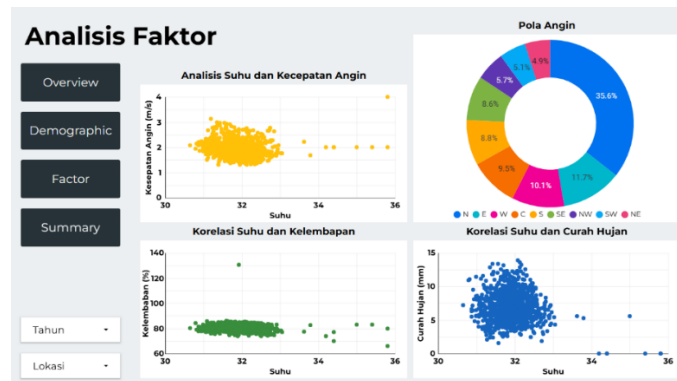


Gambar 3. Analisis demografis interactive storytelling dengan data iklim

No	Provinsi	Daerah	Suhu (°C)	Curah Hujan (mm)	Kelembapan (%)
1	Jawa Timur	Kota Surabaya	33,7	6,3	75,5
2	Sulawesi Tenggara	Kab. Kolaka	33,4	8,0	77,4
3	Sulawesi Tengah	Kota Palu	33,4	4,8	78,2
4	Jawa Barat	Kab. Majalengka	33,1	8,1	78,7
5	Jawa Barat	Kab. Cirebon	33,1	8,4	78,5
6	Nusa Tenggara Barat	Kota Bima	33,0	3,9	80,5
7	Kalimantan Barat	Kota Pontianak	33,0	10,7	81,9
8	Banten	Kota Tangerang	32,9	8,5	79,5
9	DKI Jakarta	Kota Adm. Jakarta	32,9	9,9	78,2
10	Kalimantan Tengah	Kab. Kotawaringin Timur	32,8	10,4	84,6
11	Riau	Kota Pekanbaru	32,7	8,5	80,5
12	Gorontalo	Kab. Gorontalo	32,7	5,6	82,1
13	Nusa Tenggara Barat	Kab. Sumbawa	32,7	4,6	78,5
14	Sumatera Selatan	Kota Palembang	32,7	9,3	83,5
15	Kalimantan Timur	Kab. Berau	32,7	8,4	86,3
16	Kalimantan Tengah	Kota Palangkaraya	32,6	10,7	83,3
17	Kalimantan Timur	Kota Samarinda	32,6	7,6	81,7
18	Kalimantan Tengah	Kab. Barito Utara	32,6	10,5	84,4
19	Gorontalo	Kab. Bone Bolango	32,6	7,2	82,5
20	Kalimantan Barat	Kab. Kapuas Hulu	32,6	14,0	86,0

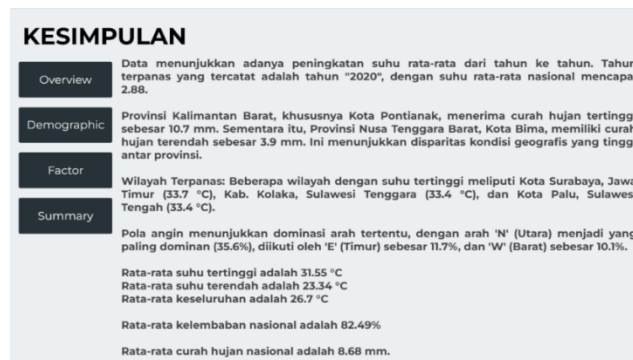
Tabel 3. Perbandingan suhu antar provinsi

Pada menu Demographic, Gambar 3 menampilkan peta panas dan tabel wilayah yang menyajikan data suhu, curah hujan, dan kelembapan secara komprehensif di seluruh Indonesia. Peta panas menunjukkan wilayah barat dan tengah Indonesia didominasi warna merah dan oranye, menandakan suhu rata-rata tinggi, dengan rata-rata nasional sebesar 28,88°C. Dari Tabel 3, Kota Surabaya tercatat sebagai daerah terpanas (33,7°C), disusul Kolaka dan Palu (33,4°C). Banyak kota di Jawa, Sulawesi, Kalimantan, dan Nusa Tenggara memiliki suhu di atas 32°C. Namun, suhu tinggi tidak selalu disertai curah hujan tinggi. Misalnya, Surabaya hanya mencatat 6,3 mm curah hujan, sedangkan Pontianak mencapai 10,7 mm meski suhunya lebih rendah (33,0°C). Sebaliknya, Bima memiliki suhu tinggi (33,0°C) dengan curah hujan terendah (3,9 mm). Sebagian besar wilayah menunjukkan kelembapan tinggi, rata-rata di atas 75%, dengan daerah seperti Berau dan Kotawaringin Timur mencapai 84%.



Gambar 4. Analisis faktor *interactive storytelling* dengan data iklim

Pada menu factor, Gambar 4 menyajikan analisis hubungan antara suhu dengan kecepatan angin, kelembapan, curah hujan, serta pola arah angin. Grafik pertama menunjukkan bahwa kecepatan angin sebagian besar berada di kisaran 1–3 meter per detik, dengan suhu dominan antara 30–33°C, dan tidak ditemukan hubungan yang kuat antara keduanya karena angin tetap stabil meski suhu bervariasi. Grafik kedua menunjukkan bahwa kelembapan umumnya berada di rentang 70–85% pada suhu yang sama. Grafik ketiga memperlihatkan curah hujan juga sering terjadi pada rentang suhu tersebut, namun tidak terdapat pola pasti antara suhu tinggi dan curah hujan. Sementara itu, diagram lingkaran “Pola Angin” menunjukkan arah angin dominan berasal dari Utara (35,6%), diikuti oleh Timur Laut (11,7%) dan Selatan (10,1%), sedangkan arah lainnya seperti Tenggara, Barat Laut, dan Barat Daya memiliki proporsi lebih kecil.



Gambar 5. Kesimpulan *interactive storytelling* dengan data iklim

Pada menu *Summary*, Gambar 5 menyajikan rangkuman utama dari data iklim meliputi suhu, kelembapan, curah hujan, dan arah angin. Data menunjukkan tren kenaikan suhu rata-rata nasional dari tahun ke tahun, dengan tahun 2020 sebagai tahun terpanas mencapai 28,8°C. Terdapat perbedaan signifikan antarwilayah, seperti curah hujan tertinggi di Kota Pontianak (10,7 mm) dan terendah di Kota Bima (3,9 mm). Suhu tertinggi tercatat di Kota Surabaya (33,7°C), Kabupaten Kolaka (33,4°C), dan Kota Palu (33,4°C). Arah angin dominan berasal dari Utara (35,6%), diikuti Timur (11,7%) dan Barat (10,1%). Secara keseluruhan, suhu nasional berkisar antara 23,34°C hingga 31,55°C dengan rata-rata 26,7°C, kelembapan rata-rata 82,49%, dan curah hujan nasional 8,68 mm. Kesimpulan ini menekankan pentingnya pemantauan data iklim secara rutin untuk memahami perubahan iklim dan dampaknya terhadap lingkungan serta Masyarakat [24].

Simpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan dashboard interaktif yang didasarkan pada data iklim yang telah diolah secara sistematis. Proses penggabungan berbagai dataset, penanganan data yang hilang, serta penyesuaian atribut data telah menghasilkan visualisasi yang akurat dan relevan. Dashboard ini memungkinkan pengguna untuk dengan mudah mengakses informasi tentang suhu, kelembapan, curah hujan, dan parameter iklim lainnya, dilengkapi dengan fitur filter berdasarkan wilayah dan waktu yang mendukung eksplorasi data secara mandiri. Visualisasi interaktif tersebut tidak hanya mempermudah analisis data, tetapi juga berkontribusi dalam meningkatkan pemahaman masyarakat lokal terkait perubahan iklim di berbagai daerah. Selain itu, keberadaan dashboard ini memiliki dampak sosial yang signifikan dengan membuka ruang untuk kolaborasi antar sektor, terutama antara sektor pendidikan dan pembuat kebijakan publik. Dalam ranah pendidikan, dashboard ini dapat berfungsi sebagai alat pembelajaran yang efektif untuk memperkuat literasi iklim secara praktis dan kontekstual bagi siswa dan mahasiswa. Sedangkan bagi pembuat kebijakan, visualisasi data yang jelas dapat mendukung pembuatan strategi adaptasi dan mitigasi yang lebih tepat dan berdasarkan kondisi wilayah yang spesifik. Implementasi metode ini membuktikan bahwa teknologi visualisasi data merupakan media yang efektif dalam mendukung edukasi publik mengenai isu perubahan iklim. Untuk pengembangan berikutnya, integrasi model prediktif berbasis algoritma machine learning serta penyediaan notifikasi dini yang menggunakan data real-time merupakan opsi strategis yang patut dipertimbangkan. Beberapa algoritma yang cocok untuk prediksi data iklim antara lain Random Forest dan Gradient Boosting (seperti XGBoost atau LightGBM) yang efektif menangani data multivariabel dan menghasilkan prediksi akurat, misalnya untuk curah hujan atau suhu ekstrem. Untuk data deret waktu, Long Short-Term Memory (LSTM) sangat relevan karena mampu mengenali pola historis dan memprediksi kondisi iklim ke depan. Integrasi prediksi ini dengan sistem notifikasi real-time penting untuk mendukung mitigasi iklim, seperti meningkatkan kesiapsiagaan dan respons cepat terhadap potensi bencana cuaca. Dengan begitu, dashboard tidak hanya berfungsi sebagai media edukasi, tetapi juga sebagai alat bantu pengambilan keputusan berbasis data yang mendukung kebijakan lingkungan secara lebih efektif. Pendekatan tersebut diharapkan dapat memperluas manfaat dashboard sebagai alat bantu pengambilan keputusan dan meningkatkan kesadaran lingkungan, sekaligus memperkuat sinergi lintas sektor guna menciptakan respons yang lebih cepat dan terkoordinasi dalam menghadapi tantangan perubahan iklim.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan apresiasi dan mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah ikut berkontribusi dalam kegiatan penelitian ini.

References

- [1] A. AlAbdulaali, A. Asif, S. Khatoon, and M. Alshamari, "Designing Multimodal Interactive Dashboard of Disaster Management Systems," *Sensors*, vol. 22, no. 11, p. 4292, 2022.
- [2] M. Alhamadi, "Challenges, Strategies and Adaptations on Interactive Dashboards," in *Proc. 28th ACM Conf. User Modeling, Adaptation and Personalization*, Jul. 2020, pp. 368–371.
- [3] A. Gaizka, A. R. Dzikrillah, and E. Sinduningrum, "KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Analisis Sentimen Masyarakat Sebelum dan Sesudah Terpilihnya Gibran Sebagai Cawapres Prabowo Menggunakan Naïve Bayes," *Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer (KLIK)*, vol. 4, no. 6, 2024, doi: 10.30865/klik.v4i6.1876.
- [4] A. H. Wijaya and W. Fitri, "Dashboard dan Visualisasi Reservasi Buka Puasa di Hotel XYZ Menggunakan Looker Studio & Google Form," *Journal of Informatics and Business*, vol. 1, no. 4, pp. 354–359, 2024.
- [5] A. S. Antonini, M. L. Ganuza, and S. M. Castro, "VISUEL: A Web Dynamic Dashboard for Data Visualization," *Sensors*, vol. 22, no. 15, 2022.
- [6] C. M. Chen, J. Y. Wang, and L. C. Hsu, "An Interactive Test Dashboard With Diagnosis and Feedback Mechanisms to Facilitate Learning Performance," *Computers and Education: Artificial Intelligence*, vol. 2, Nov. 2021, p. 100015, doi: 10.1016/j.caeai.2021.100015.
- [7] D. Suprianto, T. Purnamirza, R. Susanti, and F. Sains, "Analisis Performansi dan Optimasi Jaringan 4G LTE di Kecamatan Kelayang," *AITI: Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 22, no. 1, pp. 15–28, Mar. 2025.

- [8] R. A. Dixit et al., "Rapid Development of Visualization Dashboards to Enhance Situation Awareness of COVID-19 Telehealth Initiatives at a Multihospital Healthcare System," *J. Am. Med. Inform. Assoc.*, vol. 27, no. 9, pp. 1456–1461, 2020.
- [9] D. Donohoe and E. Costello, "Data Visualisation Literacy in Higher Education: An Exploratory Study of Understanding of a Learning Dashboard Tool," *Int. J. Emerg. Technol. Learn. (iJET)*, vol. 15, no. 17, pp. 115–126, 2020.
- [10] E. Dong, H. Du, and L. Gardner, "An Interactive Web-Based Dashboard to Track COVID-19 in Real Time," *Lancet Infect. Dis.*, vol. 20, no. 5, pp. 533–534, 2020, doi: 10.1016/S1473-3099(20)30120-1.
- [11] F. Rasyid, *Metodologi Penelitian Sosial: Teori dan Praktik*. Jakarta, Indonesia: Prenadamedia, 2015.
- [12] Kurniati, "Literasi Digital dalam Pembelajaran," *Jurnal UNJA Publisher*, 2020. [Online]. Available: www.unjapublisher.unja.ac.id
- [13] K. Witkiewitz et al., "Apa Itu Pemulihan?," *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, vol. 40, no. 3, pp. 1–22, 2020.
- [14] J. Kobi, "Developing Dashboard Analytics and Visualization Tools for Effective Performance Management and Continuous Process Improvement," *Int. J. Innov. Sci. Res. Technol. (IJISRT)*, vol. 9, no. 10, 2024, doi: 10.38124/IJISRT.
- [15] H. P. Kothandapani, "Drivers and Barriers of Adopting Interactive Dashboard Reporting in the Finance Sector: An Empirical Investigation," *Rev. Contemp. Bus. Anal.*, vol. 2, no. 1, pp. 45–70, 2019.
- [16] L. M. Huizen, M. Basyier, and R. Artikel, "Meningkatkan Kinerja SVM: Dampak Berbagai Teknik Seleksi Fitur pada Akurasi Prediksi," *AITI: Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 22, no. 1, pp. 1–14, Mar. 2025.
- [17] L. Baum et al., "An Interactive Dashboard for Analyzing User Interaction Patterns in the i2b2 Clinical Data Warehouse," *BMC Med. Inform. Decis. Mak.*, vol. 24, no. 1, pp. 1–10, 2024, doi: 10.1186/s12911-024-02748-0.
- [18] F. L. Meier, L. Jäger, O. Senn, S. Markun, and J. M. Burgstaller, "Effectiveness of Interactive Dashboards as Audit and Feedback Tools in Primary Care: A Systematic Review," *PLoS One*, vol. 20, no. 6, p. e0327350, 2025.
- [19] M. Nadj, A. Maedche, and C. Schieder, "The Effect of Interactive Analytical Dashboard Features on Situation Awareness and Task Performance," *Decis. Support Syst.*, vol. 135, p. 113322, 2020.
- [20] R. Dias, A. Ferreira, I. Pinto, C. Gerales, C. Von Rekowski, and L. Bento, "An Interactive Dashboard for Statistical Analysis of Intensive Care Unit COVID-19 Data," *BioMedInformatics*, vol. 4, no. 1, pp. 454–476, 2024, doi: 10.3390/biomedinformatics4010026.
- [21] R. Lantarsih, Y. Mz, U. B. Surono, and G. Ramadhan, "Perancangan Dashboard Visualisasi Efektivitas Platform E-Commerce untuk Pemasaran Hasil Pertanian Petani Milenial Kabupaten Sleman," *Smart Comp: Jurnalnya Orang Pintar Komputer*, vol. 14, no. 2, 2025, doi: 10.30591/smartcomp.v13i1.7760.
- [22] S. Arjun, L. R. D. Murthy, and P. Biswas, "Interactive Sensor Dashboard for Smart Manufacturing," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 200, pp. 49–61, 2022, doi: 10.1016/j.procs.2022.01.204.
- [23] A. A. Siregar, K. Nadiah, H. Syahputra, and F. Rahmadani, "Optimalisasi Dashboard Pemesanan Makanan Online Menggunakan Looker dan JavaScript," *Economic Reviews Journal*, vol. 3, no. 3, pp. 2135–2144, 2024.
- [24] C. Perdana, U. A. Rosid, and B. A. Okto, "Visualisasi Data Aset Tidak Bergerak Menggunakan Looker Studio pada PT XYZ," *Jurnal Informatika*, vol. 3, no. 1, pp. 37–44, 2024.