

ANALISIS VISUAL TENTANG POLA KEBAKARAN HUTAN: STUDI KASUS MENGGUNAKAN DATA INDEKS CUACA DAN AREA TERBAKAR

Putu Satya Saputra¹⁾, I Putu Gede Abdi Sudiatmika²⁾, I Putu Astya Prayudha³⁾

Jurusan Akuntansi ¹⁾²⁾, Program Studi Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak ³⁾

Politeknik Negeri Bali, Badung, Bali ¹⁾²⁾³⁾

satya@pnb.ac.id¹⁾, sudiatmika.abdi@pnb.ac.id²⁾, astyaprayudha@pnb.ac.id³⁾

ABSTRACT

Forest fires result in significant losses in the form of habitat destruction, greenhouse gas emissions, loss of wildlife, and even loss of human lives. To mitigate the risk of forest fires, it is crucial to understand the factors influencing them. Weather conditions, such as humidity, temperature, drought, and wind speed, are known as major factors affecting forest fires. Therefore, visual analysis of forest fire patterns using weather index data can provide valuable insights. Forest fire indices, such as FFMC, DMC, DC, and ISI, have been developed to predict forest fire risk. These indices measure fuel moisture, drought, and initial fire spread. However, there is a need to further understand how these indices correlate with actual forest fire patterns. Data on forest fires, including location, time, and burned area, are available in various datasets. Visual analysis of this data can help identify spatial and temporal patterns of forest fires, as well as their correlation with weather factors. Data visualization plays a key role in understanding complex patterns in large datasets. Using appropriate visualization techniques can identify trends, anomalies, and patterns not directly observable through statistical analysis. This research aims to analyze the visual patterns of forest fires using weather index and burned area data. The results of this study are expected to provide a deeper understanding of the relationship between weather conditions and forest fires. The information obtained can be used to enhance understanding of forest fire risks and develop more effective strategies for mitigating forest fire disasters.

Keywords: *Spatial Data, Geographic Information System, Fire Prediction Model*

ABSTRAK

Kebakaran hutan menyebabkan kerugian yang signifikan dalam bentuk kerusakan habitat, emisi gas rumah kaca, hilangnya kehidupan satwa liar, dan bahkan hilangnya nyawa manusia. Untuk mengurangi risiko kebakaran hutan, sangat penting untuk memahami faktor-faktor yang mempengaruhinya. Kondisi cuaca, seperti kelembaban, suhu, kekeringan, dan kecepatan angin, dikenal sebagai faktor utama yang memengaruhi kebakaran hutan. Oleh karena itu, analisis visual terhadap pola kebakaran hutan menggunakan data indeks cuaca dapat memberikan wawasan yang berharga. Indeks kebakaran hutan, seperti FFMC, DMC, DC, dan ISI, telah dikembangkan untuk memprediksi risiko kebakaran hutan. Indeks-indeks ini mengukur kelembaban bahan bakar, kekeringan, dan penyebaran awal kebakaran. Namun, ada kebutuhan untuk memahami lebih dalam bagaimana indeks-indeks ini berkorelasi dengan pola kebakaran hutan sebenarnya. Data tentang kebakaran hutan, termasuk lokasi, waktu, dan luas area terbakar, tersedia dalam berbagai dataset. Analisis visual terhadap data ini dapat membantu dalam mengidentifikasi pola-pola spasial dan temporal dari kebakaran hutan, serta korelasinya dengan faktor-faktor cuaca. Visualisasi data memainkan peran kunci dalam memahami pola-pola yang kompleks dalam dataset besar. Dengan menggunakan teknik visualisasi yang tepat dapat mengidentifikasi tren, anomali, dan pola-pola yang tidak terlihat secara langsung melalui analisis statistik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis visual pola kebakaran hutan dengan menggunakan data indeks cuaca dan area terbakar. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang hubungan antara kondisi cuaca dan kebakaran hutan. Informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk meningkatkan pemahaman tentang risiko kebakaran hutan serta mengembangkan strategi yang lebih efektif dalam mitigasi bencana kebakaran hutan.

Kata Kunci: Data Spasial, Sistem Informasi Geografis, Model Prediksi Kebakaran

PENDAHULUAN

Kebakaran hutan telah menjadi masalah global yang mendesak karena dampaknya yang merusak terhadap lingkungan, ekonomi, dan masyarakat. Setiap tahun, kebakaran hutan menyebabkan kerugian yang signifikan dalam bentuk kerusakan habitat, emisi gas rumah kaca, hilangnya kehidupan satwa liar, dan bahkan hilangnya nyawa manusia [1].

Untuk mengurangi risiko kebakaran hutan, penting untuk memahami faktor-faktor yang mempengaruhinya [2]. Kondisi cuaca, seperti kelembaban, suhu, kekeringan, dan kecepatan angin, telah dikenal sebagai faktor utama yang memengaruhi kebakaran hutan [3]. Oleh karena itu, analisis visual terhadap pola kebakaran hutan dengan menggunakan data indeks cuaca dapat memberikan wawasan yang berharga.

Sistem indeks kebakaran hutan, seperti FFMC, DMC, DC, dan ISI, telah dikembangkan untuk memprediksi risiko kebakaran hutan [4]. Indeks-indeks ini mengukur kelembaban, kekeringan, dan penyebaran kebakaran awal [5]. Namun, ada kebutuhan untuk memahami lebih dalam bagaimana indeks-indeks ini berkorelasi dengan pola kebakaran hutan sebenarnya.

Data tentang kebakaran hutan, termasuk lokasi, waktu, dan luas area terbakar, tersedia dalam berbagai dataset [6]. Analisis visual terhadap data ini dapat membantu dalam mengidentifikasi pola-pola spasial dan temporal dari kebakaran hutan, serta korelasinya dengan faktor-faktor cuaca.

Visualisasi data memainkan peran kunci dalam memahami pola-pola yang kompleks dalam dataset besar [7]. Dengan menggunakan teknik visualisasi yang tepat dapat mengidentifikasi tren, anomali, dan pola-pola yang tidak terlihat secara langsung melalui analisis statistik [8].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis visual pola kebakaran hutan dengan menggunakan data indeks cuaca (seperti FFMC, DMC, DC, dan ISI) dan area terbakar. Melalui analisis visual, kita dapat memahami bagaimana faktor-faktor cuaca mempengaruhi pola kebakaran hutan, serta memperoleh wawasan yang dapat digunakan dalam manajemen kebakaran dan mitigasi risiko.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang hubungan antara kondisi cuaca dan kebakaran hutan. Informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk meningkatkan pemahaman tentang risiko kebakaran hutan serta mengembangkan strategi yang lebih efektif dalam mitigasi bencana kebakaran hutan.

TINJAUAN PUSTAKA

Kebakaran hutan merupakan fenomena yang sering kali dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, termasuk kondisi cuaca dan iklim. Menurut Dhaffa (2024), cuaca adalah salah satu faktor paling signifikan dalam menentukan kerentanan suatu daerah terhadap kebakaran hutan [9]. Faktor-faktor seperti suhu tinggi, kelembaban rendah, kecepatan angin, dan kekeringan yang berkepanjangan dapat meningkatkan risiko terjadinya kebakaran hutan secara signifikan [10].

Berbagai sistem indeks cuaca kebakaran telah dikembangkan untuk memprediksi risiko kebakaran hutan, di antaranya Fine Fuel Moisture Code (FFMC), Duff Moisture Code (DMC), Drought Code (DC), dan Initial Spread Index (ISI). Komarudin (2022) menyatakan bahwa indeks FFMC sangat efektif dalam mengukur kelembaban bahan bakar ringan seperti dedaunan kering, yang sangat mudah terbakar [11]. Noviansyah (2018) juga menambahkan bahwa DMC dan DC adalah alat yang penting untuk memprediksi kondisi bahan bakar pada lapisan tanah yang lebih dalam, yang mempengaruhi durasi dan intensitas kebakaran hutan [12].

Analisis visual data menjadi pendekatan yang semakin populer dalam memahami dan menginterpretasikan pola kompleks dalam data kebakaran hutan. Bifakhlina (2024) menjelaskan bahwa visualisasi data memungkinkan analisis yang lebih intuitif terhadap dataset yang besar dan heterogen, membantu dalam mengidentifikasi tren, anomali, dan korelasi yang mungkin tidak terlihat dalam analisis statistik tradisional [13]. Dalam konteks kebakaran hutan, visualisasi data seperti scatter plots, bar charts, dan pie charts dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang distribusi spasial dan temporal dari kebakaran hutan, serta hubungan antara kebakaran dan faktor-faktor cuaca [14].

Hidayati (2022) juga menunjukkan bahwa representasi visual dari data geospasial sangat penting dalam memahami hubungan antara lokasi geografis dan kejadian kebakaran. Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa dengan memvisualisasikan data seperti suhu udara, kelembaban relatif, dan kecepatan angin, pemangku kepentingan dapat lebih mudah mengidentifikasi area yang berisiko tinggi terhadap kebakaran hutan [15].

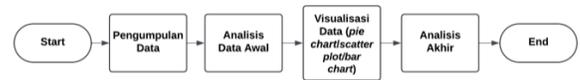
Dalam penelitian ini, pendekatan visual digunakan untuk menganalisis pola kebakaran hutan berdasarkan data indeks cuaca seperti FFMC, DMC, DC, dan ISI. Teknik visualisasi ini telah terbukti efektif dalam membantu peneliti dan pembuat kebijakan untuk memahami dinamika kebakaran hutan dan mengambil langkah-langkah mitigasi yang tepat [16]. Angreini (2020) menekankan bahwa analisis visual tidak hanya membantu dalam eksplorasi data, tetapi juga dalam komunikasi hasil penelitian kepada khalayak yang lebih luas, termasuk pemangku kepentingan di bidang manajemen kebakaran hutan [17].

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian analisis deskriptif dan visualisasi data. Metode ini melibatkan pengumpulan data tentang kebakaran hutan yang mencakup variabel-variabel seperti lokasi kebakaran, waktu kejadian, kondisi cuaca (seperti indeks FFMC, DMC, DC, dan ISI), dan luas area terbakar [18]. Selanjutnya, data tersebut akan dianalisis secara deskriptif untuk memahami pola-pola umum, tren, dan statistik dasar dari dataset. Setelah itu, data akan divisualisasikan menggunakan berbagai teknik visualisasi data seperti *scatter plots*, *bar charts*, dan *pie charts* untuk membantu mengidentifikasi pola-pola yang ada dalam data.

Metode ini akan memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang pola kebakaran hutan dan hubungannya dengan faktor-faktor cuaca yang diukur oleh indeks FFMC, DMC, DC, dan ISI. Selain itu, visualisasi data akan membantu dalam komunikasi informasi yang kompleks dengan cara yang lebih intuitif dan mudah dipahami oleh berbagai pemangku kepentingan [19]. Metode ini juga dapat menjadi langkah awal dalam eksplorasi lebih lanjut tentang hubungan antara kondisi cuaca dan kebakaran hutan serta

pengembangan model prediktif untuk memprediksi risiko kebakaran.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Gambar 1. merupakan tahapan penelitian yang telah dilakukan. Penelitian dimulai dengan tahap pengumpulan data, selanjutnya melakukan analisis data awal pada data tersebut. Tahap berikutnya melakukan visualisasi data menggunakan bahasa pemrograman *python* dengan beberapa *library* tambahan seperti Pandas, Matplotlib, dan Seaborn. Tahap terakhir yaitu melakukan analisa akhir setelah dilakukan visualisasi data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini membahas dan menganalisis pola kebakaran hutan dengan menggunakan dataset yang mencakup informasi tentang lokasi kebakaran, waktu kejadian, kondisi cuaca, dan luas area terbakar. Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Kaggle dengan total 517 *instances* dan 13 fitur. Beberapa fitur yang termasuk dalam dataset antara lain X dan Y yang merupakan koordinat spasial dalam peta Montesinho Park, bulan kejadian, hari dalam seminggu, serta indeks cuaca seperti FFMC, DMC, DC, dan ISI.

Visualisasi yang dilakukan dalam penelitian ini mencakup beberapa teknik visualisasi data yang berbeda. Pertama, data tabel digunakan untuk menampilkan lima baris pertama dari dataset guna memberikan gambaran awal tentang struktur dan isi dari dataset.

Data Tabel (5 Baris Pertama):						
X	Y	month	day	FFMC	DMC	
7	5	mar	fri	86.2	26.2	
7	4	oct	tue	90.6	35.4	
7	4	oct	sat	90.6	43.7	
8	6	mar	fri	91.7	33.3	
8	6	mar	sun	89.3	51.3	

Gambar 2. Data Kebakaran Hutan dalam bentuk tabel

X dan Y menggambarkan koordinat lokasi pada peta Montesinho Park di mana kebakaran hutan terjadi. X adalah koordinat horizontal (sepanjang sumbu X), sedangkan Y adalah koordinat vertikal (sepanjang sumbu Y).

month menunjukkan bulan saat kebakaran hutan terjadi. Bulan direpresentasikan dalam bentuk teks dari 'jan' hingga 'dec', mewakili bulan Januari hingga Desember.

day menunjukkan hari dalam seminggu saat kebakaran hutan terjadi. Hari direpresentasikan dalam bentuk teks dari 'mon' hingga 'sun', mewakili hari Senin hingga Minggu.

FFMC (*Fine Fuel Moisture Code*) adalah indeks yang mengukur kelembaban bahan bakar yang ringan seperti dedaunan kering, rerumputan, dan ranting yang kering. Nilai FFMC berkisar dari 18.7 hingga 96.20, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan bahan bakar yang lebih basah dan kebakaran hutan yang lebih sedikit.

DMC (*Duff Moisture Code*) adalah indeks yang mengukur kelembaban dari lapisan bawah dedaunan kering dan bahan organik. Nilai DMC berkisar dari 1.1 hingga 291.3, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan kelembaban yang lebih tinggi dan kebakaran hutan yang lebih sedikit.

DC (*Drought Code*) adalah indeks yang mengukur tingkat kekeringan dalam lapisan yang lebih dalam dari bahan bakar. Nilai DC berkisar dari 7.9 hingga 860.6, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan kekeringan yang lebih tinggi dan potensi bahaya kebakaran hutan yang lebih besar.

ISI (*Initial Spread Index*) adalah indeks yang mengukur seberapa cepat kebakaran dapat menyebar setelah terjadi. Nilai ISI berkisar dari 0.0 hingga 56.10, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan kecepatan penyebaran yang lebih cepat.

temp (*Temperature*) menunjukkan suhu udara dalam derajat Celsius saat kebakaran terjadi. Nilai suhu berkisar dari 2.2 hingga 33.30 derajat Celsius.

RH (*Relative Humidity*) menunjukkan kelembaban relatif udara dalam persen saat kebakaran terjadi. Nilai kelembaban relatif berkisar dari 15.0% hingga 100%.

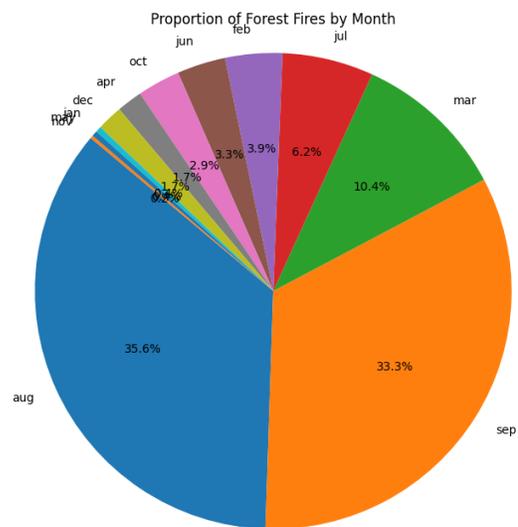
wind menunjukkan kecepatan angin dalam kilometer per jam saat kebakaran terjadi.

Nilai kecepatan angin berkisar dari 0.40 hingga 9.40 km/jam.

rain menunjukkan curah hujan di luar dalam milimeter per meter persegi saat kebakaran terjadi. Nilai curah hujan berkisar dari 0.0 hingga 6.4 mm/m².

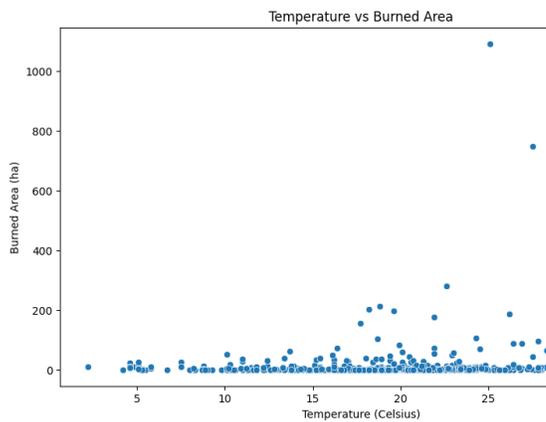
area menunjukkan luas area hutan yang terbakar dalam hektar saat kebakaran terjadi. Nilai luas area terbakar berkisar dari 0.00 hingga 1090.84 hektar.

Selanjutnya visualisasi data dengan *pie chart* digunakan untuk menampilkan proporsi kebakaran hutan berdasarkan bulan, yang membantu dalam memahami distribusi kebakaran hutan sepanjang tahun.

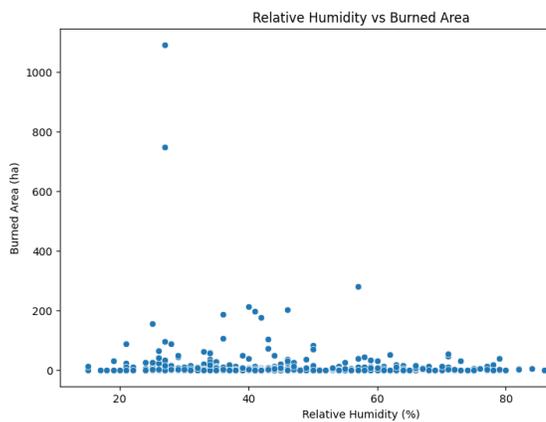


Gambar 3. Data Kebakaran Hutan dalam bentuk pie chart

Gambar 3. menampilkan proporsi kebakaran hutan berdasarkan bulan. Bulan Agustus menonjol dengan proporsi terbesar, yaitu sebesar 35,6%. Ini berarti bahwa dari semua kebakaran hutan yang terjadi, sekitar 35,6% dari kejadian tersebut terjadi pada bulan Agustus. Hal ini menunjukkan bahwa bulan Agustus memiliki risiko kebakaran hutan yang lebih tinggi dibandingkan bulan-bulan lainnya dalam data.



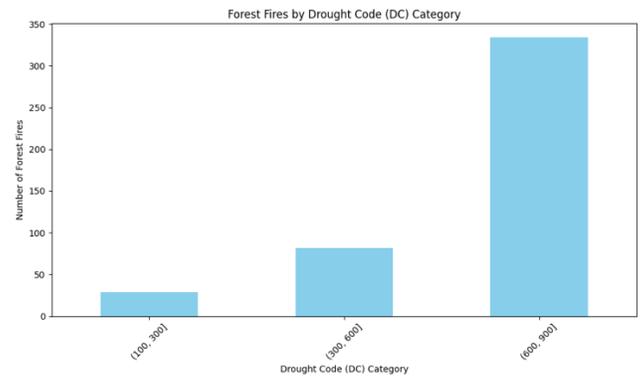
Gambar 4. Visualisasi Temperatur dengan Area Hutan Terbakar



Gambar 5. Visualisasi Kelembaban Relatif Udara dengan Area Hutan Terbakar

Selain itu, dilakukan analisis visual hubungan antara suhu udara dan luas area terbakar serta hubungan antara kelembaban relatif udara dan luas area terbakar. Visualisasi ini menggunakan *scatter plot* yang menunjukkan hubungan antara variabel-variabel tersebut, memungkinkan untuk melihat adanya pola atau tren yang ada dalam data.

Hubungan antara jumlah kebakaran hutan berdasarkan kategori indeks cuaca DC (*Drought Code*) dilakukan visualisasi dengan menggunakan *bar chart*. *Bar chart* membantu dalam memahami distribusi kebakaran hutan berdasarkan tingkat kekeringan, yang merupakan faktor penting dalam penyebaran dan intensitas kebakaran hutan.

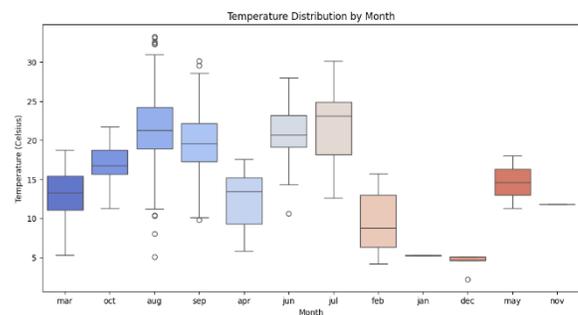


Gambar 6. Kebakaran Hutan Berdasarkan Kategori Indeks Cuaca

Gambar 6. mengelompokkan kebakaran hutan berdasarkan kategori indeks cuaca DC, yang merupakan indikator tingkat kekeringan. Sumbu x pada *bar chart* menunjukkan rentang nilai DC yang dibagi dalam beberapa kategori. Pada sumbu y, menunjukkan jumlah kebakaran hutan yang terjadi dalam setiap kategori DC.

Dari visualisasi tersebut menunjukkan semakin tinggi nilai DC (mengindikasikan tingkat kekeringan yang lebih tinggi), jumlah kebakaran hutan juga cenderung semakin tinggi. Ini menunjukkan bahwa kekeringan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap frekuensi kebakaran hutan. Dengan kata lain, semakin tinggi tingkat kekeringan, semakin besar pula jumlah kebakaran hutan yang terjadi.

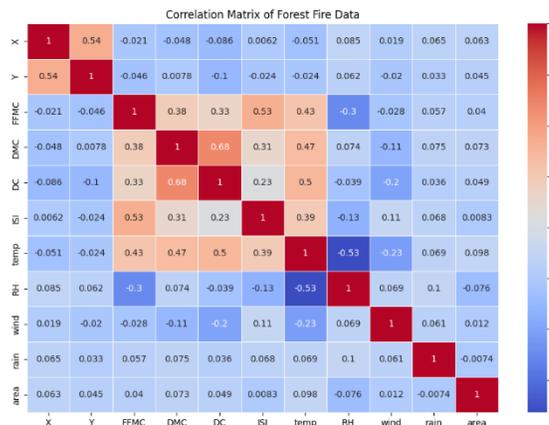
Pemahaman ini penting dalam upaya mitigasi risiko kebakaran hutan, karena dalam kondisi kekeringan yang ekstrem, diperlukan perhatian lebih dan tindakan pencegahan yang lebih intensif untuk mengurangi risiko kebakaran hutan yang luas.



Gambar 7. Distribusi Suhu Berdasarkan Bulan (*Box Plot*)

Box plot di atas menampilkan distribusi suhu (dalam derajat Celsius) yang tercatat dalam data kebakaran hutan, dikategorikan berdasarkan bulan. Hasil analisis menunjukkan beberapa poin penting yaitu sebagai berikut.

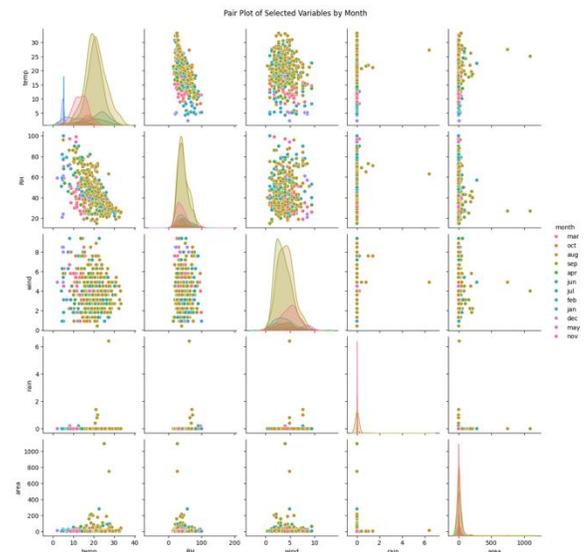
- a) Suhu median (nilai tengah) bervariasi antar bulan. Misalnya, bulan Agustus menunjukkan suhu median yang lebih tinggi dibandingkan bulan-bulan lain, menandakan bahwa bulan ini cenderung lebih panas.
- b) Variabilitas Suhu: Rentang suhu (dari kuartil pertama ke kuartil ketiga) menunjukkan variabilitas yang signifikan di beberapa bulan, terutama bulan Agustus dan Juli, dengan rentang suhu yang lebih besar. Ini menunjukkan bahwa suhu di bulan-bulan tersebut lebih berfluktuasi.
- c) Outliers: Titik-titik yang berada di luar whiskers pada beberapa bulan menunjukkan adanya outliers, yaitu suhu ekstrem yang tidak sering terjadi dalam bulan tersebut. Contohnya, bulan September memiliki outliers yang menunjukkan suhu lebih tinggi dari biasanya.
- d) Insight Umum: Secara keseluruhan, distribusi suhu pada musim panas (misalnya, bulan Agustus dan Juli) cenderung lebih tinggi dan lebih bervariasi dibandingkan dengan bulan-bulan lainnya. Hal ini dapat mengindikasikan potensi risiko kebakaran hutan yang lebih tinggi pada bulan-bulan tersebut.



Gambar 8. Matriks Korelasi Antar Variabel (Heatmap)

Heatmap ini menyajikan matriks korelasi antar variabel numerik dalam dataset kebakaran hutan. Interpretasi utama dari hasil ini adalah sebagai berikut.

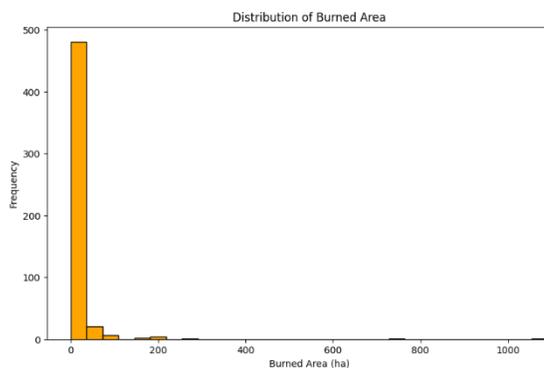
- a) Korelasi Positif yang Kuat: Terdapat korelasi positif yang kuat antara suhu (temp) dan DC (Drought Code) dengan nilai korelasi sekitar 0,75. Ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu cenderung berkorelasi dengan peningkatan indeks kekeringan. Korelasi positif antara RH (kelembaban relatif) dan FFMC (Fine Fuel Moisture Code) juga cukup signifikan, meskipun lebih rendah.
- b) Korelasi Negatif: Sebaliknya, terdapat korelasi negatif antara RH (kelembaban relatif) dan temp (suhu) dengan nilai sekitar -0,50, menunjukkan bahwa peningkatan suhu cenderung disertai dengan penurunan kelembaban relatif. Korelasi negatif juga diamati antara wind (kecepatan angin) dan RH, yang menunjukkan bahwa angin yang lebih kencang cenderung terjadi saat kelembaban relatif rendah.
- c) Korelasi Rendah: Korelasi antara rain (curah hujan) dengan variabel lainnya cenderung sangat rendah, mengindikasikan bahwa curah hujan tidak banyak berpengaruh terhadap faktor-faktor lain dalam data ini.



Gambar 9. Hubungan Antar Variabel (Pair Plot)

Pair plot menampilkan hubungan dua variabel antar satu sama lain dan distribusi masing-masing variabel secara individual. Beberapa observasi penting dari plot ini adalah:

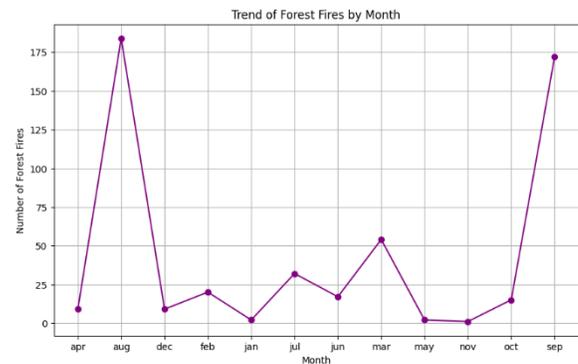
- a) Hubungan Antar Variabel: Hubungan negatif terlihat jelas antara suhu (temp) dan kelembaban relatif (RH), yang mendukung hasil korelasi sebelumnya bahwa suhu yang lebih tinggi berkorelasi dengan kelembaban yang lebih rendah. Hubungan antara temp dan area (luas area terbakar) tidak menunjukkan pola yang jelas, mengindikasikan bahwa suhu mungkin bukan satu-satunya faktor yang mempengaruhi luas area terbakar.
- b) Distribusi Variabel: Distribusi suhu cenderung normal dengan sedikit skewness ke arah suhu yang lebih tinggi, terutama di bulan-bulan yang lebih hangat. Distribusi luas area yang terbakar (area) menunjukkan adanya beberapa kejadian kebakaran dengan luas yang sangat besar (outliers), sementara sebagian besar kebakaran hanya melibatkan area yang lebih kecil.



Gambar 10. Distribusi Luas Area yang Terbakar

Gambar 10. menunjukkan bahwa sebagian besar kejadian kebakaran hutan melibatkan area yang sangat kecil, yaitu di bawah 100 hektar. Ini ditunjukkan oleh frekuensi yang sangat tinggi pada bar pertama. Terdapat beberapa kejadian kebakaran yang melibatkan area yang jauh lebih besar, hingga mendekati 1000 atau bahkan 2000 hektar. Namun, kejadian-kejadian ini sangat jarang, terlihat dari frekuensi yang sangat rendah pada bar di sisi kanan histogram. Sebagian besar kebakaran hutan dalam dataset ini tidak menyebar ke area yang sangat luas, tetapi

beberapa kejadian ekstrem menyumbang sebagian besar luas area yang terbakar secara total. Ini mungkin menunjukkan bahwa kebakaran besar lebih jarang terjadi tetapi memiliki dampak yang signifikan ketika terjadi.



Gambar 11. Tren Jumlah Kebakaran Hutan Berdasarkan Bulan

Grafik line plot ini menampilkan tren jumlah kebakaran hutan yang terjadi per bulan dalam dataset. Bulan Agustus (Aug) dan September (Sep) menunjukkan puncak tertinggi dalam jumlah kebakaran hutan. Ini menunjukkan bahwa pada bulan-bulan ini, risiko atau frekuensi kebakaran hutan cenderung lebih tinggi. Terdapat fluktuasi signifikan dalam jumlah kebakaran hutan antar bulan. Setelah puncak di bulan Agustus, jumlah kebakaran menurun drastis pada bulan September dan Oktober, namun kembali naik di bulan November (Nov). Bulan Desember (Dec) menunjukkan jumlah kebakaran yang sangat rendah, mengindikasikan bahwa periode ini mungkin lebih aman atau kondusif terhadap pencegahan kebakaran. Tren ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi periode kritis dalam manajemen kebakaran hutan, di mana bulan-bulan tertentu memerlukan perhatian dan sumber daya yang lebih besar untuk pencegahan dan penanganan kebakaran.

SIMPULAN

Analisis visual data kebakaran hutan menghasilkan wawasan penting tentang faktor-faktor cuaca yang mempengaruhi kejadian kebakaran, dengan menunjukkan bahwa bulan Agustus memiliki proporsi kebakaran terbesar dan nilai DC yang tinggi berkorelasi dengan jumlah kebakaran yang lebih tinggi pula. Visualisasi data memberikan pemahaman yang lebih baik tentang pola-pola dalam kebakaran

hutan, yang dapat digunakan sebagai dasar untuk pengembangan strategi mitigasi yang lebih efektif. Selain itu, dataset ini dapat dimanfaatkan untuk pengembangan model *machine learning* yang dapat memprediksi risiko kebakaran hutan kedepannya, menyediakan informasi lebih lanjut untuk pengambilan keputusan yang lebih baik dalam manajemen kebakaran hutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. van Wees, G. R. van der Werf, J. T. Randerson, N. Andela, Y. Chen, and D. C. Morton, "The role of fire in global forest loss dynamics," *Glob Chang Biol*, vol. 27, no. 11, pp. 2377–2391, Jun. 2021, doi: 10.1111/gcb.15591.
- [2] İ. Daşdemir, F. Aydın, and M. Ertuğrul, "Factors Affecting the Behavior of Large Forest Fires in Turkey," *Environ Manage*, vol. 67, no. 1, pp. 162–175, Jan. 2021, doi: 10.1007/s00267-020-01389-z.
- [3] S. Eskandari, J. R. Miesel, and H. R. Pourghasemi, "The temporal and spatial relationships between climatic parameters and fire occurrence in northeastern Iran," *Ecol Indic*, vol. 118, p. 106720, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.ecolind.2020.106720.
- [4] J. S. S. Junior, J. Paulo, J. Mendes, D. Alves, and L. M. Ribeiro, "Automatic Calibration of Forest Fire Weather Index For Independent Customizable Regions Based on Historical Records," in *2020 IEEE Third International Conference on Artificial Intelligence and Knowledge Engineering (AIKE)*, IEEE, Dec. 2020, pp. 1–8. doi: 10.1109/AIKE48582.2020.00011.
- [5] R. Thakkar, V. Abhyankar, P. D. Reddy, and S. Prakash, "Environmental Fire Hazard Detection and Prediction using Random Forest Algorithm," in *2022 International Conference for Advancement in Technology (ICONAT)*, IEEE, Jan. 2022, pp. 1–4. doi: 10.1109/ICONAT53423.2022.9726029.
- [6] Y. O. Sayad, H. Mousannif, and H. Al Moatassime, "Predictive modeling of wildfires: A new dataset and machine learning approach," *Fire Saf J*, vol. 104, pp. 130–146, Mar. 2019, doi: 10.1016/j.firesaf.2019.01.006.
- [7] M. Yasir, "Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative> Visualisasi Data Destinasi Wisata di DKI Jakarta Menggunakan Python Google Collab," *Journal Of Social Science Researc*, vol. 3, pp. 9006–9014, 2023, [Online]. Available: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>
- [8] S. N. Zahra, P. Eko, P. Utomo, S. Pd, and M. 2 Cs, "Visualisasi Data Penjualan Barang Retail di Seluruh Dunia Menggunakan Tableau," 2023.
- [9] N. A. A. Dhaffa *et al.*, "Probabilitas kerentanan kebakaran hutan dan lahan menggunakan Model Hotspot Algoritma Maximum Entropy," *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, vol. 8, no. 2, p. 72, Aug. 2024, doi: 10.32522/ujht.v8i2.14859.
- [10] Haryani, "Algoritma Klasifikasi Multilayer Perceptron Dalam Analisa Data Kebakaran Hutan," *Jurnal Infotech*, vol. 5, no. 1, pp. 64–70, Jun. 2023.
- [11] I. Achmad Komarudin, A. Rahman Hidayat, D. Ayu Permatasari, P. Studi Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro-Politeknik Negeri Malang Jl Soekarno Hatta No, K. Malang, and J. Timur, "PERANCANGAN USER INTERFACE MONITORING DATA SENSOR UNTUK MENENTUKAN NILAI FINE FUEL MOISTURE CODE SEBAGAI PERINGATAN DINI POTENSI KEBAKARAN HUTAN," *Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*, vol. 17, no. 2, pp. 45–54, 2022.
- [12] M. Reza Noviansyah, T. Rismawan, D. Marisa Midyanti, J. Sistem Komputer, and F. H. MIPA Universitas

- Tanjungpura Jl Hadari Nawawi, "PENERAPAN DATA MINING MENGGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBOR UNTUK KLASIFIKASI INDEKS CUACA KEBAKARAN BERDASARKAN DATA AWS (AUTOMATIC WEATHER STATION) (STUDI KASUS: KABUPATEN KUBU RAYA)," 2018.
- [13] F. Bifakhlina and R. M. Bianca, "Tahap Analisis Data untuk Profesional Informasi Menggunakan Google Looker Studio," Online, 2024.
- [14] N. Hidayati, S. Sutikno, and N. Qomar, "ANALISIS KARAKTERISTIK SPASIAL DAN TEMPORAL KEBAKARAN LAHAN GAMBUT DI KHG PULAU RANGSANG," *Jurnal Teknik*, vol. 16, no. 2, pp. 116–122, 2022, doi: 10.31849/teknik.v16i2.
- [15] S. Aldiansyah, K. A. Wahid, and D. S. W. Ningsih, "PEMETAAN WILAYAH KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN MENGGUNAKAN CITRA MODIS (Studi Kasus: Provinsi Sulawesi Tenggara)," *Jurnal Geosaintek*, vol. 8, no. 1, p. 141, Apr. 2022, doi: 10.12962/j25023659.v8i1.12019.
- [16] M. Rahmah and M. Hamdi, "Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan: Mewujudkan Efektivitas Sebuah Kebijakan," *Matra Pembaruan*, vol. 6, no. 1, pp. 15–27, May 2022, doi: 10.21787/mp.6.1.2022.15-27.
- [17] S. Angreini, "Visualisasi Data Lokasi Rawan Bencana Di Provinsi Sumatera Selatan Menggunakan Tableau," *Jurnal Nasional Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 2, pp. 135–147, May 2021.
- [18] P. K. Srivastava, G. P. Petropoulos, M. Gupta, S. K. Singh, T. Islam, and D. Loka, "Deriving forest fire probability maps from the fusion of visible/infrared satellite data and geospatial data mining," *Model Earth Syst Environ*, vol. 5, no. 2, pp. 627–643, Jun. 2019, doi: 10.1007/s40808-018-0555-5.
- [19] X. Qin, Y. Luo, N. Tang, and G. Li, "Making data visualization more efficient and effective: a survey," *The VLDB Journal*, vol. 29, no. 1, pp. 93–117, Jan. 2020, doi: 10.1007/s00778-019-00588-3.