



Perancangan Aplikasi Prediksi Hotspot Berbasis Data Satelit FIRMS di NTB menggunakan Algoritma *Random Forest*

Designing a FIRMS Satellite Data Based Hotspot Prediction Application in NTB using the Random Forest Algorithm

Nur Aulia Putri¹, Annisa Hardianti Faradela²,
Hamida³, Naura Mufliha Marhabani⁴, Arif Rahman⁵

^{1,2,3,4,5} Sistem dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Mataram

E-mail: nuraulia.putri150405@gmail.com, annisahardianti09@gmail.com, hamidaida835@gmail.com,
nauramufliha@gmail.com, arif.rahman@ummat.ac.id

Abstract— *Forest and land fires represent a complex environmental issue that requires a predictive approach based on spatial data to support effective mitigation efforts. This study aims to design and implement a hotspot prediction application using satellite data from the Fire Information for Resource Management System (FIRMS) in West Nusa Tenggara Province (NTB), employing the Random Forest algorithm. The dataset was obtained through a web scraping process of NASA FIRMS satellite imagery and processed through stages of data preprocessing, feature engineering, and target variable construction representing the spatial and temporal dimensions of hotspot occurrences. The Random Forest algorithm was selected due to its capability to handle large and complex datasets with high stability and accuracy. Evaluation results indicate excellent classification performance, achieving an accuracy of 98.92%, precision of 99.42%, recall of 99.47%, and an F1-score of 99.45%. The trained model was implemented in a web-based application developed using the Waterfall methodology, featuring interactive prediction and regional filtering by district and sub-district.*

Keywords— Hotspot, FIRMS, Random Forest, Prediction, NTB

Abstrak— *Kebakaran hutan dan lahan merupakan permasalahan lingkungan yang kompleks dan memerlukan pendekatan prediktif berbasis data spasial untuk mendukung upaya mitigasi yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan aplikasi prediksi hotspot berbasis data satelit Fire Information for Resource Management System (FIRMS) di Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) dengan menerapkan algoritma Random Forest. Data diperoleh melalui proses web scraping terhadap citra satelit FIRMS NASA, kemudian diolah melalui tahapan data preprocessing, feature engineering, dan pembentukan variabel target yang merepresentasikan dimensi spasial serta temporal kemunculan hotspot. Algoritma Random Forest dipilih karena kemampuannya dalam mengelola data berukuran besar dan kompleks dengan tingkat akurasi yang tinggi. Hasil evaluasi menunjukkan kinerja klasifikasi yang sangat baik dengan nilai akurasi 98,92%, presisi 99,42%, recall 99,47%, dan F1-score 99,45%. Model diimplementasikan dalam aplikasi berbasis web menggunakan metode pengembangan Waterfall, yang dilengkapi dengan fitur prediksi interaktif dan penyaringan wilayah berdasarkan kabupaten serta kecamatan.*

Kata Kunci— Hotspot, FIRMS, Random Forest, Prediksi, NTB

I. PENDAHULUAN

Kebakaran hutan dan lahan merupakan ancaman serius bagi lingkungan dan stabilitas nasional[1][2]. Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) yang memiliki karakteristik lahan kering dan musim kemarau berkepanjangan, sehingga berisiko tinggi terhadap kemunculan *hotspot* yang dapat meluas menjadi kebakaran[3]. Fenomena ini berdampak pada kerusakan ekosistem, kerugian ekonomi, penurunan kualitas udara, serta kesehatan masyarakat[4][5]. Untuk mengatasinya, diperlukan pengembangan aplikasi pemantauan lingkungan berbasis data real-time dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh, seperti data *Fire Information for Resource Management System* (FIRMS) dari satelit NASA[6]. Analisis *big data* dari input satelit tersebut berperan penting dalam deteksi dini dan pemantauan berkelanjutan, sehingga mendukung upaya mitigasi kebakaran hutan dan lahan secara efektif[6]. Untuk itu dibutuhkan aplikasi pemantauan berbasis data *real-time* yang dapat memprediksi *hotspot* secara akurat dan dini.

Berdasarkan tantangan dan tuntutan akan aplikasi prediksi *hotspot*, banyak penelitian yang berfokus pada perancangan aplikasi prediksi *hotspot*. Pada penelitian yang dilakukan oleh[7], yang menggunakan data satelit Terra dan Aqua dari fire NASA dengan instrumen MODIS untuk memprediksi jumlah titik panas menggunakan algoritma Prophet. Penelitian lain dilakukan oleh [8] yang memanfaatkan citra satelit S-NPP VIIRS yang dilatarbelakangi oleh meningkatnya kejadian kebakaran hutan dan lahan di Kalimantan Timur. Hasil penelitian menunjukkan sebaran hotspot tertinggi berada di Kabupaten Kutai Kartanegara dengan 38.694 titik, serta Kecamatan Bengalon sebagai wilayah paling rawan kebakaran. Selanjutnya dalam Penelitian [9] merancang aplikasi WebGIS berbasis R Shiny dan model Maximum Entropy (MaxEnt) untuk memetakan daerah rawan kebakaran di Kalimantan Barat. Hasilnya menunjukkan aplikasi mampu menampilkan peta distribusi kerawanan kebakaran, namun masih bersifat deskriptif prediktif tanpa dukungan algoritma prediksi yang kuat serta belum dilengkapi sistem peringatan otomatis bagi pihak berwenang.

Berdasarkan kajian literatur, model Prophet [10] dan Maximum Entropy (MaxEnt) [11] memiliki keterbatasan dalam mengolah data kompleks dan dinamis, serta belum diterapkan secara terpadu dengan sistem peringatan dini di wilayah Nusa Tenggara Barat (NTB). Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi aplikasi prediksi hotspot berbasis data satelit FIRMS menggunakan algoritma Random Forest. Algoritma ini dipilih karena memiliki stabilitas tinggi, kemampuan menangani data heterogen, serta akurasi superior dalam memprediksi probabilitas kemunculan hotspot[12]. Penelitian ini bertujuan menghasilkan prototipe aplikasi berbasis web yang mampu menyajikan prediksi secara interaktif dan *real-time*, serta memberikan notifikasi dini untuk mendukung pengambilan keputusan mitigasi kebakaran hutan dan lahan di NTB secara efektif dan berbasis data.

II. LANDASAN TEORI

A. Sistem Informasi

Sistem informasi dirancang sebagai sebuah kerangka kerja yang komprehensif. Fungsinya mencakup pengumpulan data untuk kebutuhan transaksi harian, pemberian dukungan operasional, perencanaan kegiatan manajerial dan strategis organisasi, serta penyediaan laporan.

Sistem informasi terdiri dari beberapa komponen utama: *Input* (pengumpulan data mentah), *Model/Proses* (pengolahan data dengan prosedur dan logika tertentu), dan *Output* (informasi hasil olahan). Seluruh alur ini didukung oleh Teknologi (*hardware & software*), Basis Data sebagai pengelola informasi, serta Kontrol untuk menjamin efisiensi dan keamanan sistem[13].

B. Aplikasi Prediksi

Aplikasi prediksi adalah perangkat lunak yang berfungsi melakukan peramalan atau *klasifikasi* terhadap variabel tertentu menggunakan algoritma yang dilatih dari data historis. Sistem ini terdiri atas tiga komponen utama: Data Historis (*input* pelatihan model), Model Prediksi (algoritma seperti Jaringan Saraf Tiruan, Regresi, atau ARIMA), dan Hasil Prediksi (estimasi nilai masa depan). Aplikasi ini mengubah data mentah menjadi wawasan yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan strategis[14].

C. Satelit Fire Information for Resource Management System (FIRM)

FIRMS merupakan sistem milik NASA yang menyediakan data titik panas (*hotspot*) *Real-Time (RT)* melalui sensor MODIS dan VIIRS. Data ini mendeteksi anomali termal pada permukaan bumi dan menjadi indikator awal kebakaran hutan dan lahan. Dalam penelitian ini, data *hotspot* digunakan sebagai input pelatihan algoritma Random Forest untuk membangun sistem peringatan dini yang cepat dan relevan terhadap kondisi aktual[15].

D. Hotspot (titik panas)

Hotspot adalah anomali termal pada piksel satelit yang menunjukkan suhu lebih tinggi dari sekitarnya, terdeteksi oleh sensor MODIS dan VIIRS. *Hotspot* menandakan potensi kebakaran, bukan api aktual, sehingga diklasifikasikan berdasarkan tingkat kepercayaan (>80% sangat penting untuk analisis). Kemunculan *hotspot* dipengaruhi oleh faktor iklim seperti ENSO, IOD, peningkatan suhu, dan defisit curah hujan yang meningkatkan risiko kebakaran, terutama di lahan gambut. Dampaknya meliputi: Atmosfer dan Iklim, pelepasan emisi dan gas rumah kaca; Tanah, kerusakan fisik-kimia dan peningkatan erosi; dan Keanekaragaman Hayati, hilangnya flora dan fauna[16].

E. Algoritma Random Forest

Algoritma Random Forest merupakan metode *ensemble learning* yang menggabungkan sejumlah *decision tree* untuk meningkatkan stabilitas dan akurasi prediksi. Setiap pohon dibentuk melalui proses *bootstrap sampling* dan pemilihan fitur secara acak pada setiap node, kemudian hasil prediksi akhir ditentukan melalui mekanisme *voting* mayoritas (klasifikasi) atau rata-rata (regresi). Pendekatan ini efektif dalam mengurangi varians dan risiko *overfitting*, sehingga menghasilkan model yang lebih seimbang dan robust terhadap *noise* maupun *outlier*. Dengan kemampuannya menangani data berukuran besar dan kompleks, Random Forest memberikan akurasi tinggi pada berbagai kondisi data. Kinerja model dievaluasi menggunakan metrik *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score* yang dianalisis melalui *Confusion Matrix* untuk memastikan validitas dan keandalan hasil prediksi[17].

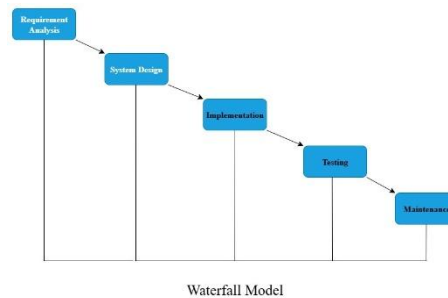
F. Evaluasi Model Prediksi

Evaluasi dilakukan menggunakan Confusion Matrix (TP, TN, FP, FN) untuk menghitung metrik seperti Akurasi, Presisi, Recall, dan F1-Score. Analisis tambahan dilakukan dengan ROC Curve dan AUC untuk menilai kemampuan diskriminatif model. Teknik cross-validation digunakan guna mengukur stabilitas dan kemampuan generalisasi model terhadap data baru[18].

Perancangan Aplikasi Prediksi Hotspot Berbasis Data Satelit FIRMS di NTB menggunakan Algoritma Random Forest (Nur Aulia Putri)

G. Perancangan Aplikasi

Metode pengembangan yang digunakan untuk merancang aplikasi ini adalah Model waterfall yang merupakan salah satu metode pengembangan sistem yang paling klasik dan terstruktur dalam rekayasa perangkat lunak. Metode waterfall terdiri atas beberapa tahapan yang saling berurutan dan terstruktur, di mana hasil dari setiap tahap menjadi dasar bagi tahap berikutnya. Adanya tahapan-tahapan tersebut dijabarkan seperti pada Gambar 1. berikut:



Gambar 1. Metode Waterfall

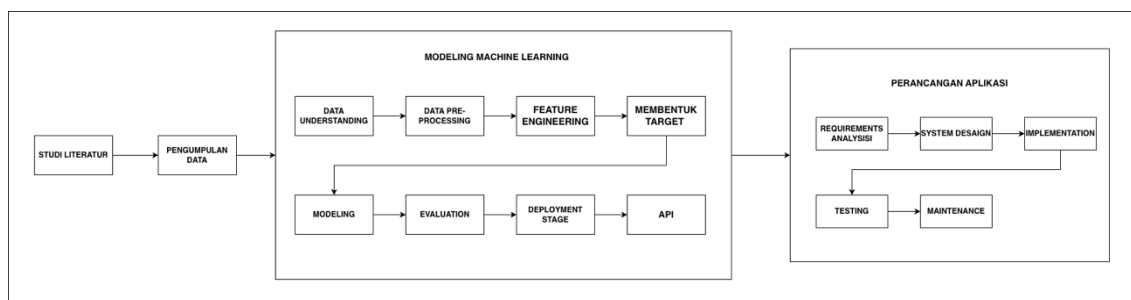
1. Analisis Kebutuhan (*Requirement Analysis*): mengidentifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional pengguna.
2. Perancangan Sistem (*System Design*): membuat arsitektur, alur data, ERD, DFD, dan desain antarmuka.
3. Implementasi (*Implementation*): mengubah rancangan menjadi kode program dan membangun aplikasi prediksi *hotspot*.
4. Pengujian (*Testing*): memastikan fungsi sistem sesuai spesifikasi menggunakan Black Box Testing.
5. Pemeliharaan (*Maintenance*): memperbaiki bug, memperbarui fitur, dan mengoptimalkan kinerja sistem.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian terapan dengan pendekatan kuantitatif dan eksperimental. Data numerik dari citra satelit FIRMS (*Fire Information For Resource Management System*) digunakan untuk menganalisis dan memprediksi potensi *hotspot* di Nusa Tenggara Barat (NTB) menggunakan algoritma Random Forest.

Kombinasi kedua pendekatan ini menghasilkan model prediksi terintegrasi dalam aplikasi sistem pendukung keputusan (*Decision Support System*) guna mendukung mitigasi dini kebakaran hutan dan lahan di NTB.

Tahapan penelitian yang dilakukan disusun secara terstruktur dan berkesinambungan, dimulai dari pengembangan model prediksi berbasis machine learning hingga implementasinya dalam aplikasi sistem informasi. Secara umum, penelitian ini digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2. Tahap Penelitian

Pada gambar 2. Tahap penelitian dimulai dari :

1. Studi Literatur

Tahap ini bertujuan memahami konsep *machine learning*, algoritma Random Forest, dan metodologi prediksi *hotspot* berbasis data spasial. Literatur yang ditinjau meliputi buku ilmiah, jurnal internasional, dan penelitian terkait. Kajian juga mencakup penerapan *ensemble learning* untuk prediksi bencana serta penggunaan data satelit FIRMS. Hasil studi ini menjadi dasar rancangan arsitektur model agar akurat dan relevan secara ilmiah.

2. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan menggunakan metode *web scraping* pada sistem FIRMS NASA (*Fire Information For Resource Management System*) untuk memperoleh data titik panas (*hotspot*) secara otomatis. Dataset yang dihasilkan memuat informasi lokasi, tingkat kepercayaan (*confidence level*), serta koordinat geografis (*latitude* dan *longitude*). Seluruh data bersumber dari FIRMS tanpa penambahan data pendukung lainnya. Proses pengumpulan dilakukan dalam rentang waktu tertentu guna mendukung analisis temporal dan spasial dalam mengidentifikasi pola konsistensi data, mengingat data satelit berpotensi mengandung *noise* atau *missing value* akibat kondisi atmosfer maupun keterbatasan sensor. Dengan demikian, tahap ini memastikan bahwa data yang diperoleh memiliki kualitas yang memadai untuk diolah lebih lanjut.

3. Data Understanding dan Preprocessing

Tahap ini memastikan data siap digunakan melalui pembesihan data, penanganan *missing values*, dan normalisasi atribut. Dilakukan analisis statistik dan visualisasi distribusi *hotspot* serta korelasi variabel lingkungan. *Featur selection* diterapkan untuk memilih variabel paling berpengaruh agar meningkatkan akurasi dan efisiensi model serta mencegah *overfitting*.

4. Featur Engineering dan Penentuan Label (Y)

Featur engineering dilakukan untuk membuat fitur baru yang lebih representatis, seperti frekuensi *hotspot* mingguan atau rata-rata suhu wilayah. Variabel kategorikal ditransformasi agar kompatibel dengan random forest. Label “1” diberikan untuk wilayah dengan *hotspot*, dan “0” untuk wilayah tanpa *hotspot*, sebagai dasar *supervised learning*.

5. Modeling

Tahap inti penelitian ini menggunakan algoritma Random Forest karena mampu menangani data kompleks dan menghasilkan prediksi stabil. Dataset dibagi menjadi data latih dan data uji. Parameter utama seperti *n_estimators* dan *max_depth* dioptimalkan untuk hasil terbaik. Model memprediksi probabilitas kemunculan *hotspot* dengan mekanisme voting mayoritas.

6. Evaluation

Kinerja model dievaluasi menggunakan *Confusion Matrix*, *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, *F1-Score*, dan *AUC*. *ROC Curve* digunakan untuk mengukur kemampuan klasifikasi. Validasi dilakukan dengan *k-fold Cross-validation* agar hasil lebih representatif. Tahap ini memastikan layak diimplementasi.

7. Deployment Strage

Model optimal disimpan dalam format serialized (.pkl) dan diintegrasikan ke aplikasi melalui script prediksi agar hasil dapat diakses *real-time* tanpa pelatihan ulang.

8. *API Integration*

API menghubungkan model dengan antarmuka aplikasi menerima input wilayah dan mengembalikan hasil prediksi secara otomatis. Dengan ini, data model yang sudah dibuat bisa diintegrasikan dengan sistem yang akan dibuat.

Setelah api dibuat, tahap selanjutnya adalah tahap perancangan aplikasi. Pengembangan Aplikasi dilakukan dengan menerapkan *System Development Life Cycle (SDLC)*. Dengan pendekatan *Waterfall*, karena alurnya sistematis dan berurutan, sehingga memudahkan evaluasi dan dokumentasi pada setiap tahap[20][21].

1. Analisis Kebutuhan

Tahap ini mengidentifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem, meliputi fitur login/register, daftar prediksi *hotspot* harian, filter kabupaten dan kecamatan, serta tampilan data dalam bentuk label dan peta. Analisis dilakukan melalui observasi proses monitoring *hotspot* yang sudah ada agar sistem relevan dan aplikatif.

2. Perancangan Sistem

Perancangan mencakup arsitektur sistem, diagram *UML (Use Case, Activity, Sequence)*, *ERD (Entity Relationship Diagram)*, dan desain antarmuka (*UI/UX*). Desain disusun dengan memperhatikan aspek *usability*, *reliability*, dan *maintainability*, agar mudah digunakan dan dikembangkan ke depan.

3. Implementasi

Tahap ini mengubah rancangan menjadi aplikasi nyata menggunakan *framework* dan bahasa programan yang sesuai. Model Random Forest diintegrasikan melalui *API*, serta seluruh fungsi utama seperti login, filter wilayah, dan prediksi diuji secara internal untuk memastikan konektivitas sistem berjalan baik.

4. Pengujian

Pengujian dilakukan menggunakan *Black Box Testing* untuk memastikan sistem berjalan sesuai kebutuhan tanpa memeriksa struktur kode. Uji coba difokuskan pada fitur utama (login, filter wilayah, dan hasil prediksi) guna memastikan sistem dari kesalahan logika.

Dengan pendekatan *Waterfall*, seluruh tahapan pengembangan sistem dilakukan secara terstruktur, terukur, dan terdokumentasi, memastikan integrasi yang konsisten antara model machine learning dan aplikasi, serta memberikan nilai ilmiah dan prediksi dalam mendukung mitigasi kebakaran hutan dan lahan di NTB.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Studi Literatur

Dari hasil studi literatur yang sudah dilakukan. Model prophet dan MaxEnt memiliki potensi dalam analisis data hotspot, tetapi belum optimal dalam menangani variasi data yang kompleks dan bersifat real-time. Selain itu, belum terdapat penelitian yang secara khusus menerapkan model prediksi yang telah dibuat dan hasil dari model itu diimplementasikan kedalam sistem informasi. Oleh karena itu penelitian ini mengisi celat tersebut dengan mengimplementasi algoritma Random Forest yang cocok dalam menangani variasi data yang bersifat kompleks.

2. Pengumpulan Data

Dataset titik api/hotspot diambil dari tanggal 17 September sampai 17 Oktober 2025 pada satelit FIRMS dengan jumlah dataset yang dikumpulkan sebanyak 9400 dataset hotspot.

Dataset yang diambil tersebar di seluruh kecamatan di masing-masing kabupaten yang ada di provinsi NTB.

3. Modeling Machine Learning

Di tahap pertama yaitu data understanding. Pola grafik menunjukkan fluktuasi yang signifikan dengan puncak aktivitas hampir 1.000 titik api per hari pada akhir September hingga awal Oktober, diikuti penurunan dan kenaikan tidak beraturan pada periode berikutnya. Variasi tersebut mencerminkan dinamika factor lingkungan dan kondisi cuaca mempengaruhi intensitas hotspot. Grafik ini dihasilkan dari pengelompokkan 9.400 data spasial dan fisik berdasarkan atribut waktu, sehingga mampu menggambarkan pola temporal aktivitas kebakaran di NTB. Dari hasil tersebut bisa dimpulkan dataset siap digunakan pada datahpre-processing. Pada tahap pre-procesing diperoleh hasil bahwa jumlah data mentah awal sebanyak 9.400 baris dan mengalami penyusutan menjadi 8.745 baris setelah dilakukan proses pembersihan dan validasi data. Proses meliputi identifikasi serta penghapusan data yang tidak relevan, duplikat, dan data dengan nilai kosong (missing values) yang berpotensi menurunkan reliabilitas hasil analisis. Penyusutan jumlah data tersebut menunjukkan bahwa tahapan data cleaning berhasil meningkatkan kualitas dataset dengan mempertahankan hanya data yang valid dan representatif. Hasil data pre-processing menghasilkan dataset yang lebih akurat. Kemudian pada tahap Feature engineering dilakukan pembentukan dan penambahan variabel baru dari data mentah dengan tujuan meningkatkan kualitas informasi yang dapat digunakan oleh model. Proses ini menghasilkan total 22 fitur yang terdiri atas atribut asli dan beberapa fitur turunan seperti pengkodean wilayah, indikator waktu, serta parameter statistik berbasis lokasi dan tren aktivitas titik api. Fitur-fitur tambahan dikembangkan melalui proses encoding dan perhitungan nilai rata-rata, kepadatan, serta kecenderungan perubahan pada data spasial dan temporal. Pada tahap pembentukan target. Hasil feature engineering dalam pembentukan target dilakukan dengan mendefinisikan variabel `fire_next_day` sebagai indikator kemunculan titik api pada hari berikutnya. Hasil feature engineering menghasilkan sejumlah variabel yang merepresentasikan karakteristik spasial dan temporal, seperti latitude, longitude, bright ti4, bright ti5, FRP, serta waktu akusisi (`acq_datae` dan `acq_time`). Atribut wilayah seperti kabupaten, kecamatan, dan kondisi siang/malam turut disertakan seperti `avg_brightness_per_kecamatan`, `fire_density`, `frp_trend`, dan `prev_fire` guna menangkap pola historis dan dinamika perubahan kebakaran. Target bersifat biner, dengan nilai 1 menunjukkan adanya titik api dan 0 menunjukkan ketiadaannya, sehingga data siap digunakan untuk pemodelan klasifikasi potensi kebakaran. Dari tahapan ini menghasilkan dataset akhir dengan 23 fitur dengan nilai informatif tinggi. Tahap selanjutnya adalah modeling menggunakan algoritma Random Forest dilakukan dengan pembagian data latih sebanyak 7.520 data latih dan 1.880 baris data uji. Perbedaan jumlah data dibandingkan tahap pre-processing disebabkan oleh proses feature engineering dan pembentukan target yang menambahkan observasi baru melalui penggabungan data spasial-temporal dan historis titik api. Pada tahap evaluation didapat algoritma Random Forest menunjukkan performa klasifikasi yang sangat baik sebagaimana ditunjukkan pada tabel hasil evaluasi model, dengan akurasi sebesar 98,92%, precision 99,42%, recall 99,47%, F1-score 99,45%, dan ROC-AUC 98,84%. Berdasarkan hasil confusion matrix, model berhasil mengidentifikasi 1.793 data benar sebagai titik api dan 54 data benar sebagai bukan titik api, dengan hanya 12 false positive dan 21 false negative. Kurva ROC dan Precision-Recall menunjukkan kemampuan deteksi tinggi terhadap kelas positif, sedangkan analisis feature importance mengindikasikan bahwa variabel paling berpengaruh adalah `fire_density`, diikuti oleh `avg_brightness_per_kecamatan`, `bright ti4`, dan `FRP`. Secara keseluruhan, model memiliki kinerja yang akurat, dan efisien dalam memprediksi potensi kemunculan titik api.

TABEL I
Evaluasi Model

	Presisi (%)	Recall (%)	F1-score (%)	Support (%)
0	0.76	0.74	0.75	43
1	0.99	0.99	0.99	1903
ACCURACY			0.97	1903

MACRO AVG	0.88	0.87	0.87	1903
WEIGHTED AVG	0.99	0.99	0.99	1903

Pada tahap deployment stage. Hasil analisis prediktif menggambarkan sebaran potensi titik api pada sepuluh kabupaten/kota di Provinsi Nusa Tenggara Barat. Setiap wilayah dilengkapi dengan informasi koordinat geografis (longitude dan latitude), jumlah titik api, serta waktu prediksi. Secara umum, wilayah penelitian menunjukkan potensi antara tiga hingga tujuh titik api pada periode prediksi berikutnya, yang menandakan adanya tingkat kerawanan kebakaran hutan dan lahan yang memerlukan langkah mitigasi preventif. Berikut hasil dari grafik pada tahap-tahap yang sudah dilakukan tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil data undstanding, data pre-processing, feature engineering dan deployment stage

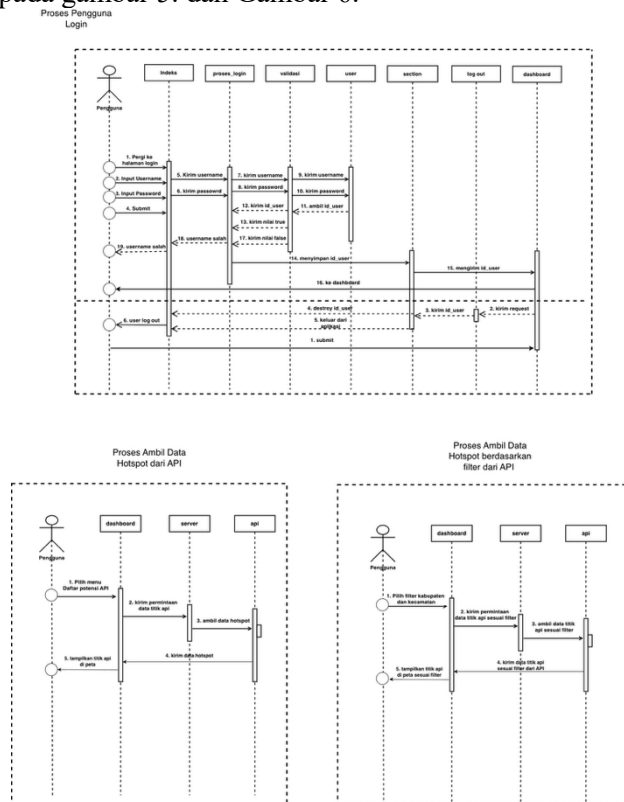
Karena tahap evaluasi dan deployment menunjukkan model dengan tingkat akurasi yang baik. Maka tahap selanjutnya model ini akan di bentuk menjadi API sehingga bisa *deployment* pada tahap perancangan aplikasi. Hasil dari api dalam bentuk Json sebagai berikut.

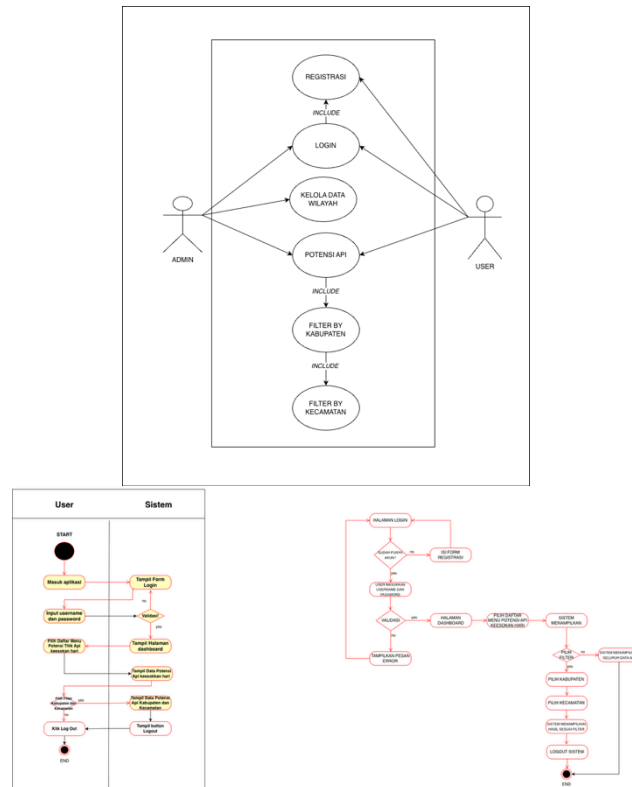
```
[
  {
    "kabupaten": "Kota Mataram",
    "kecamatan": "Ampenan",
    "longitude": 116.0833,
    "latitude": -8.5833,
    "jumlah_titik_api": 3,
    "hasil_prediksi": "Potensi 3 titik api besok"
  },
  {
    "kabupaten": "Kota Mataram",
    "kecamatan": "Cakranegara",
    "longitude": 116.1333,
    "latitude": -8.5833,
    "jumlah_titik_api": 5,
    "hasil_prediksi": "Potensi 5 titik api besok"
  },
  {
    "kabupaten": "Kota Mataram",
    "kecamatan": "Mataram",
    "longitude": 116.1165,
    "latitude": -8.5667,
    "jumlah_titik_api": 3,
    "hasil_prediksi": "Potensi 3 titik api besok"
  }
]
```

Gambar 4. API

4. Perancangan Aplikasi

Pada aplikasi dimulai dengan pembuatan Use case diagram dengan menggambarkan interaksi antara *admin* dan *user* dalam sistem deteksi potensi api. *Admin* mengelola data wilayah dan memantau potensi api, sedangkan *user* dapat melihat potensi api berdasarkan wilayah. Fitur *filter by kabupaten* dan *filter by kecamatan* membantu penyaringan data secara terstruktur. Tahap selanjutnya Adalah pembuatan sequence diagram Dimana Alur aktivitas pengguna dimulai dengan proses otentikasi: User memilih Login, dan Sistem memvalidasi username serta password. Otentikasi yang berhasil mengarahkan User ke Halaman Dashboard, yang memungkinkan akses ke Data Potensi API. Sistem menampilkan data awal, yang selanjutnya dapat difilter oleh User. Apabila User memilih untuk menerapkan filter, Sistem akan memperbarui tampilan data sesuai kriteria spesifik tersebut. Sesi diakhiri secara sistematis ketika User melakukan Log Out, menutup akses dan menampilkan halaman akhir sesi. Tahap berikutnya pembuatan ERD yang terdiri atas tabel Registrasi terdiri atas tiga atribut, yaitu username, password, dan user. Atribut username berperan sebagai primary key yang digunakan untuk mengidentifikasi setiap data pengguna secara unik. Struktur tabel digunakan untuk menyimpan data akun yang dibutuhkan dalam proses autentikasi pengguna pada sistem tahap terakhir Adalah Perancangan UI/UX sistem difokuskan pada kemudahan, kejelasan, dan efisiensi penggunaan. Halaman login dan register dirancang sederhana dengan form input minimal agar proses autentikasi cepat dan mudah. Halaman utama menampilkan daftar potensi api keesokan hari dalam bentuk tabel dan peta interaktif, dilengkapi fitur filter kabupaten dan kecamatan untuk mempermudah pencarian data wilayah tertentu. Tata letak antarmuka disusun secara responsif dan intuitif agar pengguna dapat mengakses informasi secara cepat tanpa kebingungan. Desain ini mengutamakan pengalaman pengguna yang efisien, informatif, dan mudah digunakan oleh berbagai pihak terkait. Pada tahap implemenation dilakukan proses penghubungan antara API dan aplikasi yang sudah dirancang dan berikut hasilnya pada gambar 5. dan Gambar 6.





Gambar 5. Perancangan Aplikasi

The screenshot shows the 'Prediksi Titik Api Besok' web application. The interface includes a sidebar with 'Dashboard' and 'Log Out' links. The main content area displays a table with the following data:

No	Kabupaten/Kota	Kecamatan	Prediksi Titik Api
1	Kota Mataram	Amponan	3
2		Cakranegara	5
3		Mataram	3
4		Sendubaya	6
5		Selaparang	6
6	Kabupaten Lombok Barat	Sekarbeli	4
7		Gerung	5
8		Lubuapi	6
9		Madiri	4
10		Gemungsen	4

The table shows 10 entries, with pagination indicating 'Showing 1 to 10 of 17 entities'.

Gambar 6. Hasil Implementasi

B. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan algoritma Random Forest mampu menghasilkan kinerja prediksi yang sangat baik dalam mendeteksi potensi kemunculan titik api di Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB). Model ini mencapai akurasi sebesar 98,92%, precision 99,42%, recall 99,47%, F1-score 99,45%, dan ROC-AUC 98,84%, yang menunjukkan tingkat ketepatan dan konsistensi prediksi yang sangat tinggi. Keunggulan ini diperoleh melalui tahapan data understanding, pre-processing, dan feature engineering yang menghasilkan 23 fitur informatif mencakup aspek spasial dan temporal seperti *fire_density*, *avg_brightness_per_kecamatan*, *FRP*, serta variabel tren aktivitas titik api. Variabel-variabel tersebut memberikan kontribusi penting terhadap kemampuan model dalam mengenali pola

kebakaran hutan dan lahan yang kompleks dan dinamis. Jika dibandingkan dengan model Prophet dan MaxEnt dari penelitian sebelumnya, algoritma Random Forest terbukti lebih optimal karena mampu menangani variasi data besar dan mengurangi risiko overfitting, sekaligus melengkapi kesenjangan penelitian terdahulu yang belum mengimplementasikan model prediksi secara langsung ke sistem informasi.

Sebaran hasil prediksi menunjukkan adanya potensi tiga hingga tujuh titik api pada periode prediksi berikutnya di beberapa kabupaten/kota di NTB, menandakan tingkat kerawanan kebakaran yang cukup tinggi terutama pada musim kemarau. Model prediksi yang dikembangkan kemudian diintegrasikan ke dalam sistem informasi berbasis web melalui API dalam format JSON untuk mendukung deteksi potensi kebakaran secara real-time. Aplikasi ini dilengkapi dengan fitur filter kabupaten dan kecamatan serta peta interaktif yang menampilkan hasil prediksi secara visual dan informatif. Integrasi antara model dan aplikasi menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan tidak hanya akurat secara akademis, tetapi juga memiliki manfaat praktis sebagai sistem peringatan dini (early warning system) yang membantu pemerintah daerah dan instansi terkait dalam upaya mitigasi kebakaran hutan dan lahan di Provinsi NTB.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan model prediksi titik api di Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) menggunakan algoritma Random Forest dengan hasil performa yang sangat baik. Model menunjukkan tingkat akurasi sebesar 98,92%, precision 99,42%, recall 99,47%, F1-score 99,45%, dan ROC-AUC 98,84%, yang menandakan kemampuan tinggi dalam mengklasifikasikan potensi kemunculan hotspot secara akurat. Proses data pre-processing dan feature engineering yang menghasilkan 23 fitur informatif terbukti berperan penting dalam meningkatkan kualitas model, terutama melalui variabel-variabel seperti *fire_density*, *avg_brightness_per_kecamatan*, dan *FRP* yang memiliki pengaruh dominan terhadap hasil prediksi.

Selain itu, penelitian ini juga berhasil mengimplementasikan model ke dalam sistem informasi berbasis web yang mampu menampilkan hasil prediksi secara real-time dalam bentuk peta interaktif dan filter wilayah. Integrasi antara model dan sistem informasi menunjukkan bahwa hasil penelitian tidak hanya memberikan kontribusi akademis dalam pengembangan metode prediksi kebakaran hutan dan lahan, tetapi juga memiliki nilai praktis sebagai alat bantu deteksi dini (early warning system) untuk mendukung upaya mitigasi dan pengambilan keputusan oleh pemerintah daerah serta instansi terkait di wilayah NTB.

REFERENSI

- [1] I. P. Anhar, Rina Mardiana, and Rai Sita, "Dampak Kebakaran Hutan dan Lahan Gambut terhadap Manusia dan Lingkungan Hidup (Studi Kasus: Desa Bunsur, Kecamatan Sungai Apit, Kabupaten Siak, Provinsi Riau)," *J. Sains Komun. dan Pengemb. Masy. [JSKPM]*, vol. 6, no. 1, pp. 75–85, 2022, doi: 10.29244/jskpm.v6i1.967.
- [2] S. M. P. dan S. Priyanto, "Memahami Penyebab Kebakaran Hutan dan Lahan serta Upaya Penanggulangannya: Kasus di Provinsi Kalimantan Barat," *SOCA Socioecon. Agric. Agribus.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–23, 2020.
- [3] M. Hikmat, D. P. Hati, M. M. Pratamaningsih, and S. Sukarman, "High Productivity Dry Land in Nusa Tenggara for Agricultural Development," *J. Sumberd. Lahan*, vol. 16, no. 2, p. 119, 2023.
- [4] N. Arifatul Ulya and S. Yunardy, "Analisis Dampak Kebakaran Hutan Di Indonesia Terhadap Distribusi Pendapatan Masyarakat," 2006. doi: 10.20886/jpsek.2006.3.2.133-146.
- [5] I. L. Firmansyah, A. I. Irma Wati, I. Permata Sari, A. M. Syifa, and D. O. Radianto, "Dampak Perubahan Iklim Dapat Meningkatkan Kebakaran Hutan Dan Upaya Pelestarian Lingkungan," *Globe Publ. Ilmu Tek. Teknol. Kebumihan, Ilmu Perkapalan*, vol. 2, no. 2, pp. 88–100, 2024.
- [6] I. P. Sari, Z. Indra, and E. Alfiana, "Sistem Monitoring Kebakaran Hutan Berbasis Android," *J. Sains dan Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 38–47, 2021, doi: 10.34128/jsi.v7i1.302.

Perancangan Aplikasi Prediksi Hotspot Berbasis Data Satelit FIRMS di NTB menggunakan Algoritma Random Forest (Nur Aulia Putri)

- [7] R. N. A. Rosalina Kumalawati, Arief Rahman Nugroho, Karnanto Hendra Murliawan, "Distribusi Sebaran Hotspot Berdasarkan Data Modis Aqua Dan Terra untuk Deteksi Dini Kebakaran," *J. Penelit. Geogr.*, 2023, doi: 10.23960/jpg.v11.i2.26787.
- [8] R. Kumalawati *et al.*, "Hotspot Distribution Analysis as Forest and Land Fire Indicators in the New National Capital City (IKN)," *J. Presipitasi Media Komun. dan Pengemb. Tek. Lingkung.*, vol. 20, no. 3, pp. 691–703, 2023, doi: 10.14710/presipitasi.v20i3.691-703.
- [9] Y. N. R. Muhamad Rafli Farhan, Erwin Hermawan, Sahid Agustian Hudjimartsu, "Pengembangan Aplikasi Webgis Menggunakan Rshiny Untuk Memonitor Potensi Area Rawan Kebakaran," vol. 8, no. 4, pp. 7801–7808, 2024.
- [10] B. H. Winarno, D. Kusumawati, H. A. Triyanto, and B. H. Winarno, "Penerapan Machine Learning (Model Prophet) Dalam Prediksi," *Pros. Semin. Nas. Apl. Sains Teknol.*, no. November, pp. 168–174, 2024.
- [11] D. Kerentanan, W. Ntb, D. Ntt,) Asri, Z. Al-Fakhiroh, and T. Prastowo, "Analisis Potensi Bahaya Bencana Seismik," *J. Inov. Fis. Indones.*, vol. 12, pp. 75–87, 2023, [Online]. Available: <https://arcgis.com/home/group.html>
- [12] F. Putri and D. B. Arianto, "Perbandingan Performa Random Forest Dan Gradient Boosting Dalam Prediksi Pada Dataset Customer Shopping Trends," *KOHESI J. Sains dan Teknol.*, vol. 5, no. 10, pp. 1–9, 2024, [Online]. Available: <https://ejournal.warunayama.org/index.php/kohesi/article/view/9030/>
- [13] Effendy, E., N. Baiti, and P. Hasanah, "Pengambilan Keputusan Sistem Informasi Manajemen Dakwah," *J. Pendidik. dan Konseling (JPDK)*, vol. 5, no. 2, pp. 4314–4320, 2023.
- [14] S. Sandiwarno, "Penerapan Machine Learning Untuk Prediksi Bencana Banjir," *J. Sist. Inf. Bisnis*, vol. 14, no. 1, pp. 62–76, 2024, doi: 10.21456/vol14iss1pp62-76.
- [15] K. Kebakaran, H. Riau, M. Random, and F. Dan, "Citra Sentinel-2".
- [16] I. B. M. Brasika, "The Role of El Nino Variability and Peatland in Burnt Area and Emitted Carbon in Forest Fire Modeling," *For. Soc.*, vol. 6, no. 1, pp. 84–103, 2022, doi: 10.24259/fs.v6i1.10671.
- [17] Z. Jin, J. Shang, Q. Zhu, C. Ling, W. Xie, and B. Qiang, "RFRSF: Employee Turnover Prediction Based on Random Forests and Survival Analysis," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 12343 LNCS, pp. 503–515, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-62008-0_35.
- [18] Refni Wahyuni, Muhandi, Yulanda, and Yuda Irawan, "Model Prediksi Risiko Kebakaran Hutan Menggunakan Algoritma Random Forest dengan Seleksi Fitur Lasso Regression," *JEKIN - J. Tek. Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 91–100, 2025, doi: 10.58794/jekin.v5i1.998.
- [19] A. Primajaya, B. N. Sari, and A. Khusaeri, "Prediksi Potensi Kebakaran Hutan dengan Algoritma Klasifikasi C4.5 Studi Kasus Provinsi Kalimantan Barat," *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 6, no. 2, p. 188, 2020, doi: 10.26418/jp.v6i2.37834.
- [20] T. Hartati and I. D. Sintawati, "Implementasi Metode Waterfall Pada Perancangan Aplikasi SIPSIBA Studi Kasus SMK Muhammadiyah 10 Jakarta," *Remik*, vol. 5, no. 1, pp. 104–110, 2020, doi: 10.33395/remik.v5i1.10711.
- [21] D. S. Purnia, A. Rifai, and S. Rahmatullah, "Penerapan Metode Waterfall dalam Perancangan Sistem Informasi Aplikasi Bantuan Sosial Berbasis Android," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. 2019*, pp. 1–7, 2019.
- [22] A. R. Kurniawan, Y. V. Via, and A. L. Nurlaili, "Random Forest – Deep Convolutional Neural Network Ensemble Model for Skin Disease Classification," *bit-Tech*, vol. 8, no. 1, pp. 317–326, 2025, doi: 10.32877/bt.v8i1.2528.
- [23] T. Hengl, M. Nussbaum, M. N. Wright, G. B. M. Heuvelink, and B. Gräler, "Random forest as a generic framework for predictive modeling of spatial and spatio-temporal variables," *PeerJ*, vol. 2018, no. 8, 2018, doi: 10.7717/peerj.5518.