BAB 1
USULAN GAGASAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara dengan hutan terluas kedua di dunia sehingga disebut sebagai paru - paru dunia. Indonesia juga penghasil oksigen terbesar kedua di dunia dan negara yang mampu menyimpan karbon karena jumlah tutupan lahan yang besar. Dengan memiliki hutan yang luas meningkatkan tingkat kebakaran hutan juga. Kebakaran hutan dapat disebabkan oleh dua faktor, Manusia dan alam. Hampir sebagian besar kebakaran hutan disebabkan karena ulah manusia dan paling sering dikarenakan pembukaan lahan baru. Pembukaan lahan baru sembarangan dapat menyebabkan kebakaran hutan yang lebih luas, akibatnya kebakaran hutan yang tidak bisa dikendalikan oleh manusia[1].

Kebakaran hutan di indonesia merupakan suatu masalah dengan intensitas tinggi dan kejadian yang berulang[1]. Berawal dari titik api kecil dan akan menjadi besar seiring dengan keadaan disuatu daerah yang memungkinkan api membesar dengan cepat. Langkah awal untuk menangani masalah ini dapat mengidentifikasi lokasi titik api dengan melihat parameter pemicu kebakaran hutan[2].

Kebakaran tidak hanya berefek pada manusia tetapi juga terhadap lingkungan[3]. Asap dari kebakaran hutan sangat banyak mengandung karbon yang tidak baik untuk manusia. Partikel karbon memiliki massa yang lebih besar dari udara biasa sehingga dapat menimbulkan batuk bahkan sesak napas. Jarak pandang juga akan menurun apabila asap dari kebakaran cukup tebal. Cara paling cepat untuk menurunkan kadar karbon di udara salah satunya dengan hujan. Dengan hujan dapat mempercepat mengatasi asap dari kebakaran hutan.

Telah banyak penelitian yang mengimplementasikan algoritma klasifikasi untuk mendeteksi jenis titik api pada kebakaran hutan di berbagai wilayah. Sebuah penelitian [1], [4], [5] menggunakan algoritma *Machine Learning (Logistic Regression, Naive Bayes, Random Forest, ID3, dan K-Nearest Neighbor (K-NN))* untuk mengestimasi area kebakaran hutan di wilayah hutan Indonesia. Pada penelitian yang menggunakan algoritma *K-NN* memberikan hasil akurasi yang cukup tinggi hingga 98.4% dan *random forest* dengan hasil paling tinggi 99.6%. Dengan menggunakan banyak algoritma dapat meningkatkan akurasi jauh lebih baik lagi terhadap prediksi kebakaran hutan[6].

1.2 Informasi Pendukung Masalah

Pada beberapa penelitian banyak yang menggunakan sensor kebakaran. Sensor yang digunakan antara lain sensor pendeteksi parameter - parameter yang mengindikasi sedang terjadi kebakaran. Sehingga kebakaran bisa diketahui dengan sensor tersebut. Penyebaran kebakaran juga dapat diketahui dari seberapa tinggi api dan kecepatan angin[4]. Partikel karbon yang bertebaran dan terbawa oleh angin menjadi salah satu parameter indikator akan/sedang terjadinya kebakaran.

Penyebab kebakaran hutan dan lahan gambut adalah akibat ulah manusia, baik yang sengaja melakukan pembakaran ataupun akibat kelalaian dalam menggunakan api, hal ini didukung oleh kondisi-kondisi tertentu yang membuat rawan terjadinya kebakaran. seperti gejala El Nino, kondisi fisik gambut yang terdegradasi dan rendahnya kondisi sosial ekonomi masyarakat[7].

Ada juga yang menggunakan Klimatologi sebagai pra-prediksi kebakaran hutan. Dengan membaca aktivitas alam, kelembaban, curah hujan, iklim, dapat diketahui perkiraan akan terjadinya suatu fenomena[8]. Parameter kebakaran antara lain kelembaban, suhu, kecepatan dan arah angin, serta curah hujan menjadi parameter dari kebakaran hutan. Ada parameter lain yang seperti jenis tanah, tingkat kekeringan permukaan, kepadatan antar pohon yang diperlukannya suatu alat untuk memenuhi parameter tersebut yang tidak bisa diambil dari data yang sudah ada.

Pada aplikasi ini untuk memprediksi kebakaran menggunakan data *time series*. Pada intinya data *time series* mengacu pada pengamatan proses tertentu pada pengambilan sampel dalam periode waktu[9]. Dari data yang didapatkan akan memprediksi terjadinya kebakaran menggunakan beberapa algoritma. Ada enam algoritma untuk penyelesaian permasalahan prediksi kebakaran hutan antara lain *Decision Tree, Artificial Neural Network, Box Jenkins, Seasonal and Trend Decomposition using Loess,* dan *Holt-Winters Triple Exponential Smoothing.*

Klasifikasi adalah proses untuk menemukan model atau fungsi yang menjelaskan atau membedakan konsep/kelas data sehingga dapat memperkirakan pada suatu objek. Pada algoritma *decision tree* menggunakan model berupa aturan *If - Then* dan akan membagi kumpulan data yang besar menjadi himpunan - himpunan yang lebih kecil dengan serangkaian aturan keputusan[10]. *FWI (Fire Weather Index)* adalah sebuah salah satu sistem untuk

pengambilan keputusan. Pada sistem ini memberikan batas – batas nilai indeks pada setiap kondisi daerah yang berdasarkan nilai *FWI* yang dihasilkan. Pada penelitian sebelumnya yang

dilakukan Caren C. Dymond, Robert D. Field, Orbita Roswintiarti, dan Guswanto, Using Satellite Fire Detection to Calibrate Components of the Fire Weather Index System in Malaysia and Indonesia[11]. Neural network atau Artificial Neural Network telah menjadi alat standar untuk data mining dan banyak digunakan untuk Classification, Time Series Analysis, Prediction dan Clustering. Pada metode Neural Network menggunakan model kuantitatif[10].

Metode peramalan dengan analisis berdasarkan data waktu adalah peramalan Time Series atau deret berkala. Model ini melakukan pengamatan secara berkesinambungan terhadap variabel yang terdiri dari waktu yang sama seperti tiap hari, minggu, bulan dan tahun. Metode time series dibedakan menjadi beberapa teknik antara lain yaitu Smoothing, Decomposition dan Box-Jenkins atau ARIMA[12], [13].

1.3 Analisis Umum

1.3.1 Aspek Ekonomi

Termasuk murah karena tidak perlu membeli alat khusus dan hanya menggunakan data yang sudah ada dengan menggunakan algoritma yang open source. Kebutuhan untuk mendukung sistem kami diperlukannya Domain dan Hosting yang akan digunakan pada *website Forest Fire Prediction*

1.3.2 Aspek Manufakturabilitas

Produk yang telah dibuat dapat dikerjakan oleh beberapa tenaga kerja yang harus memiliki keahlian dibidang software. Keahlian software yang harus dimiliki seperti, web development dan machine learning digunakan untuk membuat program di dalam produk.

1.3.3 Aspek Keberlanjutan

Produk yang telah dibuat dapat dikerjakan oleh beberapa tenaga kerja yang harus memiliki keahlian dibidang software. Keahlian software yang harus dimiliki seperti, web development dan machine learning digunakan untuk membuat program di dalam produk

1.3.4 Aspek Penggunaan

Penggunaan produk ini sangat mudah karena berbasis website sehingga dapat digunakan dimana saja. Untuk mengetahui hasil prediksinya dengan menggunakan data time series dan akan memprediksi hasil dari parameter-parameter penyebab kebakaran hutan pada waktu tertentu

1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Berdasarkan masalah, latar belakang, dan analisis yang telah dipaparkan, maka kebutuhan yang harus dipenuhi dari solusi yang akan diajukan antara lain:

1. Sistem telah memiliki hosting dan domain website.
2. Sistem dapat mengetahui informasi hasil prediksi kebakaran hutan pada suatu daerah.
3. Produk dapat diakses dimana saja dengan cara mengakses website

1.5 Tujuan

Berdasarkan kebutuhan yang harus dipenuhi, maka tujuan dari tugas akhir ini adalah pembuatan suatu program aplikasi *web-based* yang digunakan untuk memprediksi kebakaran hutan, aplikasi ini akan menggunakan data *time series*, dimana parameter penyebab kebakaran seperti cuaca, suhu, kelembaban, dan kecepatan angin yang bisa didapatkan dari data yang sudah ada di BMKG. Dari setiap parameter di atas akan digunakan untuk memprediksi kebakaran yang akan terjadi . Dengan membuat model dari beberapa algoritma yang telah ada sehingga bisa memprediksi dari kebakaran hutan. Keberhasilan model akan ditentukan oleh seberapa kecil *error* yang dihasilkan dari prediksi tersebut

1.6 Solusi Sistem yang Diusulkan

Berdasarkan dari hasil pengamatan pada beberapa referensi dan meninjau dari permasalahan utama pada aspek-aspek penyebab terjadinya kebakaran hutan. Maka terdapat beberapa jenis solusi terkait algoritma yang dapat diimplementasikan untuk memproses data parameter dari sumber dan diolah untuk menjadi bahan dalam memprediksi kebakaran hutan pada setiap wilayah di Indonesia

1.6.1 Karakteristik Produk

Aplikasi yang dibuat akan berbasis *website* sehingga dapat memberikan kemudahan kepada pengguna untuk mengaksesnya. Pada aplikasi ini akan memprediksi berdasarkan data yang didapatkan dari beberapa sumber seperti BMKG maupun BNPB. Kemudian untuk data yang diambil akan berpacu pada beberapa parameter seperti cuaca, temperatur, kelembaban dan kecepatan angin

1.6.1.1 Fitur Utama

Memprediksi kemungkinan terjadinya kebakaran hutan pada suatu wilayah berdasarkan data pada beberapa parameter yang menjadi acuan atau faktor penyebab kebakaran hutan di

Indonesia. Kemudian hasil atau *output* akan diolah sedemikian rupa agar dapat ditampilkan pada *website* dengan *user interface* yang *friendly*

1.6.1.2 Fitur Dasar

Menampilkan hasil prediksi kebakaran hutan pada kawasan daerah yang dipilih, kemudian terdapat informasi pendukung faktor penyebab terjadinya kebakaran hutan pada kawasan tersebut

1.6.1.3 Fitur Tambahan

Dengan menggunakan *GIS*, suatu daerah dapat diwakili dan ditampilkan dalam bentuk *polygon*, yang memungkinkan analisis, visualisasi, dan pemodelan yang lebih baik tentang informasi geografis

1.6.2 Usulan Solusi

1.6.2.1 Solusi 1

Algoritma *Decision Tree* adalah metode yang memiliki *node*. Pada awalnya *Decision Tree* memiliki satu *node* yang kemudian akan melakukan percabangan dari beberapa pilihan-pilihan selanjutnya. Dengan *DT* dapat mempertimbangkan resiko prediksi terjadinya kebakaran dengan menggunakan faktor kemungkinan

1.6.2.2 Solusi 2

Fire Weather Index (FWI) adalah indeks atau sistem yang digunakan untuk mengukur potensi bahaya kebakaran hutan berdasarkan faktor-faktor cuaca seperti kelembaban, suhu, kecepatan angin, dan curah hujan. *FWI* berfungsi sebagai alat untuk menggambarkan kondisi yang berpotensi memicu kebakaran hutan dan membantu dalam pengambilan keputusan terkait manajemen kebakaran

1.6.2.3 Solusi 3

Artificial Neural Network (ANN) adalah algoritma yang menirukan proses biologis jaringan neuron otak manusia yang bisa mengatur dirinya untuk menghasilkan respon dari beberapa rangkaian *input*. *ANN* dirancang dapat meniru dan dilatih memiliki kemampuan seperti manusia. Neural network pada umumnya terbagi menjadi tiga layer yaitu input *layer*, *hidden layer*, dan *output layer*. Dengan *neural network* dapat dirancang melakukan prediksi sekaligus peramalan terhadap kebakaran hutan dengan data time series

1.6.2.4 Solusi 4

Box-Jenkins adalah salah satu metode prediksi yang sesuai dengan data yang bersifat tidak *stationer*. Metode ini digunakan untuk memprediksi menggunakan data masa lampau dalam menentukan prediksi. metode ini terbagi menjadi tiga yaitu *Autoregressive (AR), Moving Average (MA)*, dan gabungan dari kedua metode tersebut adalah *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*

1.6.2.5 Solusi 5

STL merupakan salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi pada data berjenis *time series*. Metode ini menggunakan *LOESS Regression* sebagai dasar untuk melakukan prediksi pada data yang bertipe seasonal maupun trend data yang berbentuk periodik. Pada aplikasi prediksi kebakaran hutan, algoritma ini akan digunakan pada setiap data parameter yang diambil dari sumber kemudian metode algoritma akan memprediksi sesuai dengan data yang dimasukkan

1.6.2.6 Solusi 6

Holt-Winters Triple Exponential Smoothing merupakan salah satu jenis dari metode *exponential smoothing* yang telah dikembangkan berdasarkan kebutuhan untuk memprediksi data *time series*. Metode ini dapat secara optimal digunakan untuk memprediksi nilai parameter untuk masa sekarang maupun untuk masa yang akan mendatang (*forecasting*). Pada umumnya, metode ini mengacu pada teknik *EMWA* untuk melakukan *smoothing* pada data berjenis *time series*. Algoritma ini akan digunakan untuk memprediksi data pada setiap parameter yang menjadi acuan terjadinya kebakaran hutan

1.6.3 Solusi yang Dipilih

Berdasarkan dari beberapa solusi yang tertera di atas, kami memutuskan untuk mengambil pilihan solusi kedua dan keenam. Dengan menggunakan metode *Holt-Winters Triple Exponential Smoothing* sebagai algoritma untuk memprediksi dari parameter - parameter penyebab kebakaran dan *FWI* sebagai pengambilan prediksi potensi keputusan kebakaran hutan. Pemilihan solusi ini diraih berdasarkan dari hasil perbandingan aspek-aspek kelebihan maupun kekurangan pada setiap solusi algoritma yang diajukan

Tabel 1.1 Solusi yang Dipilih

Alternatif Solusi	Aspek Ekonomi	Aspek Manufakturabilitas	Aspek Keberlanjutan
Solusi 1 : Algoritma *Decision Tree*	**Kelebihan:** pen source sehingga akses untuk menggunakannya tidak memerlukan biaya. **Kekurangan:** butuh biaya dalam proses pencarian data.	**Kelebihan:** Lebih mudah diimplementasikan karena hanya menggunakan datu *library Scikit-Learn* dan proses data *cleaning* cenderung lebih sedikit. **Kekurangan:** Bersifat tidak stabil terhadap data variabel yang kontinu.	**Kelebihan:** Dapat menemukan kombinasi data yang tak terduga. **Kekurangan:** Jika aturan-aturan keputusan berubah maka tidak dapat memiliki akurasi yang akurat dan harus melakukan perubahan yang besar dalam strukturnya.
Solusi 2 : *FWI*	**Kelebihan:** *FWI* menggabungkan faktor-faktor utama yang mempengaruhi risiko kebakaran hutan untuk memberikan gambaran komprehensif tentang kondisi kebakaran. **Kekurangan:** *FWI* berfokus pada faktor parameter tetapi tidak mempertimbangkan faktor lain seperti vegetasi, topografi, dan tindakan manusia yang dapat mempengaruhi risiko kebakaran hutan	**Kelebihan:** *FWI* dapat digunakan dalam berbagai skala waktu, dari harian hingga musiman, dan dapat diterapkan pada skala spasial yang berbeda, baik lokal maupun luas **Kekurangan:** Pada skala yang lebih kecil, seperti lokasi atau lahan individual, *FWI* tidak memberikan tingkat rinci yang cukup untuk pengambilan keputusan.	**Kelebihan:** *FWI* adalah sistem standar yang diakui secara internasional oleh *WMO* sehingga memfasilitasi penggunaan yang konsisten di berbagai negara dan wilayah **Kekurangan:** *FWI* menggunakan data historis dan mungkin tidak memperhitungkan perubahan jangka pendek yang mempengaruhi risiko kebakaran hutan.
Solusi 3 :	**Kelebihan:**	**Kelebihan:**	**Kelebihan:**

Alternatif Solusi	Aspek Ekonomi	Aspek Manufakturabilitas	Aspek Keberlanjutan
Artificial Neural Network	Open source sehingga akses untuk menggunakannya tidak memerlukan biaya. **Kekurangan:** Butuh biaya dalam proses pencarian data.	Data tersimpan di seluruh jaringan sehingga proses jaringan tidak akan terhambat. **Kekurangan:** Tidak ada pedoman khusus untuk menentukan struktur algoritmanya, harus melewati Trial and Error.	Mampu mentoleransi kesalahan dan tetap dapat menghasilkan output walaupun data yang dimiliki kurang memadai. **Kekurangan:** Ketergantungan pada *hardware* karena dibutuhkan prosesor yang bagus untuk pemrosesan paralel sesuai strukturnya.
Solusi 4: Box-Jenkins	**Kelebihan:** *Open source* sehingga akses untuk menggunakannya tidak memerlukan biaya. **Kekurangan:** Butuh biaya dalam proses pencarian data	**Kelebihan:** Dapat digunakan pada data yang tidak stasioner sehingga dapat digunakan untuk memprediksi parameter penyebab kebakaran hutan **Kekurangan:** Memerlukan data yang banyak dan model yang baik sehingga membutuhkan sumber daya yang besar	**Kelebihan:** Bisa menghasilkan prediksi dengan baik dengan jangka waktu pendek misalkan dalam rentang waktu 1 sampai 2 tahun **Kekurangan:** Tidak cocok digunakan untuk memprediksi data jangka panjang diatas 2 tahun
Solusi 5: STL	**Kelebihan:** Open source sehingga akses untuk menggunakannya tidak memerlukan biaya. **Kekurangan:**	**Kelebihan:** Komponen seasonal yang digunakan pada data dapat berubah seiring waktu dan terdapat teknik smoothing pada trend-cycle sehingga smooth dapat diatur sesuai dengan kebutuhan	**Kelebihan:** Algoritma ini dapat mengatasi berbagai jenis tipe data musiman tidak hanya data dalam range bulanan maupun data dalam range kuartal. **Kekurangan:**

Alternatif Solusi	Aspek Ekonomi	Aspek Manufakturabilitas	Aspek Keberlanjutan
	Butuh biaya dalam proses pencarian data	**Kekurangan:** Algoritma ini tidak cocok untuk data yang berjenis pergerakan Cyclical atau data yang aperiodik.	Metode ini tidak dapat menangani data berjenis trading day secara otomatis, hal ini dikarenakan algoritma ini hanya menyediakan fasilitas untuk dekomposisi additive.
Solusi 6 : Holt-Winters Triple Exponential Smoothing	**Kelebihan:** Open source sehingga akses untuk menggunakannya tidak memerlukan biaya. **Kekurangan:** Butuh biaya dalam proses pencarian data	**Kelebihan:** Bisa menghemat storage **Kekurangan:** Butuh waktu dalam proses penginputan data yang cukup besar untuk menghasilkan nilai yang sesuai	**Kelebihan:** Dapat memprediksi dengan jangka waktu yang panjang **Kekurangan:** Perhitungan yang cukup kompleks

1.7 Kesimpulan dan Ringkasan CD-1

Indonesia merupakan salah satu negara dengan hutan terluas kedua di dunia dan sering disebut sebagai paru - paru dunia. Indonesia juga menjadi penghasil oksigen terbesar kedua di dunia dan tercatat sebagai negara yang mampu menyimpan karbon dengan cukup baik. Berdasarkan hal tersebut, tentu saja Indonesia menjadi salah satu negara yang memiliki kasus masalah seperti kebakaran hutan pada beberapa daerah cukup banyak secara sengaja maupun tidak disengaja. Kebakaran hutan di Indonesia merupakan salah satu masalah dengan intensitas yang cukup tinggi dan memiliki kasus dengan rentang yang cukup banyak serta memberikan dampak yang buruk terhadap beberapa hal. Oleh karena itu, produk yang akan kami buat adalah suatu aplikasi yang berbasis *website* dan berguna untuk memprediksi kebakaran hutan. Aplikasi ini akan membutuhkan empat parameter seperti curah hujan, temperatur, kelembaban dan kecepatan angin yang pada umumnya menjadi acuan terjadinya kebakaran hutan. Parameter pada aplikasi ini akan berbentuk data time series yang diambil dari beberapa sumber seperti BMKG. Kemudian hasil data akan diprediksi menggunakan metode algoritma *Holt-Winters Triple Exponential Smoothing* lalu akan diputuskan dengan *FWI* sebagai prediksi potensi

kebakaran hutan. Setelah proses algoritma selesai, maka tahap selanjutnya data dan hasil perhitungan prediksi akan ditampilkan pada aplikasi dengan *user interface* yang *friendly* sehingga dapat dengan mudah diamati oleh pengguna