

## **PREDIKSI JUMLAH KEJADIAN TITIK PANAS PADA LAHAN GAMBUT DI INDONESIA MENGUNAKAN PROPHET**

**Hafidz Sanjaya<sup>1</sup>, Angga Kurniawan<sup>2</sup>, Ibnu Ickwantoro<sup>3</sup>, A Ra'uf Alfansani<sup>4</sup>, Kusri<sup>5</sup>, Dina Marlina<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Magister Teknik Informatika, Universitas Amikom Yogyakarta

Email: hafidzsanjaya@students.amikom.ac.id

### **ABSTRACT**

*Indonesia is one of the countries with the largest peat area in the world, which accounts for at least 47% of the world's tropical peat area and is the owner of the largest peatland in Southeast Asia. Peatlands in Indonesia are estimated to have an area of 20.6 million or 10.8% of Indonesia's land area and provide many benefits. Peatland fires cause deforestation and degradation. The prevention effort that can be done is to predict the number of hotspots that appear on peatlands in Indonesia. The data used for predictions is in the form of time series data for the appearance of hotspots from 2019 to 2022 on the Terra and Aqua satellites owned by NASA on the MODIS instrument. The data obtained is processed into the number of hotspot events per recorded event date for further analysis using the Prophet model. The test results show that the Prophet model is able to predict the number of hotspots by reading trends, annual and weekly patterns giving an RMSE value of 10.958.*

*Keywords: Predictions, Hotspot, Peatlands, Prophet.*

### **ABSTRAK**

Indonesia merupakan salah satu negara dengan kawasan gambut terluas di dunia yang menyumbang setidaknya 47% dari luas gambut tropis dunia dan menjadi pemilik lahan gambut terbesar di Asia Tenggara. Lahan gambut di Indonesia diperkirakan memiliki luas 20,6 juta atau 10,8% dari luas daratan Indonesia dan banyak memberikan manfaat. Kebakaran lahan gambut menyebabkan deforestasi dan degradasi. Upaya pencegahan yang bisa dilakukan adalah memprediksi jumlah kejadian titik panas yang muncul pada lahan gambut di Indonesia. Data yang digunakan untuk prediksi adalah berupa data deret waktu kemunculan titik panas mulai dari tahun 2019 sampai dengan 2022 pada satelit Terra dan Aqua yang dimiliki NASA pada instrumen MODIS. Data yang diperoleh diproses menjadi jumlah kejadian titik panas per tanggal kejadian yang tercatat untuk selanjutnya dianalisa menggunakan model Prophet. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model Prophet mampu melakukan prediksi jumlah kejadian titik panas dengan membaca tren, pola tahunan dan mingguan memberikan nilai RMSE sebesar 10.958.

**Kata Kunci:** Prediksi, Titik Panas, Lahan Gambut, Prophet

---

### **Riwayat Artikel :**

Tanggal diterima : 15-07-2023

Tanggal revisi : 29-07-2023

Tanggal terbit : 30-07-2023

### **DOI :**

<https://doi.org/10.31949/infotech.v9i2.6073>

**INFOTECH journal** by Informatika UNMA is licensed under CC BY-SA 4.0

Copyright © 2023 By Author



**1. PENDAHULUAN**

**1.1. Latar Belakang**

Indonesia merupakan salah satu negara dengan kawasan gambut terluas di dunia [1] yang menyumbang setidaknya 47% dari luas gambut tropis dunia dan membuat Indonesia menjadi negara pemilik lahan gambut terbesar di Asia Tenggara [2]. Luas lahan gambut di Indonesia diperkirakan 20,6 juta hektar atau sekitar 10,8% dari luas daratan Indonesia [1] yang memberikan banyak manfaat berupa hasil hutan, suplai air dan tempat penyimpanan karbon serta merupakan habitat bagi keanekaragaman hayati flora dan fauna [3]. Namun belakangan ini lahan gambut mengalami deforestasi dan degradasi yang salah satunya disebabkan oleh kebakaran lahan gambut [4].

Kebakaran lahan gambut menuntut pemerintah Indonesia untuk segera bertindak guna menyelesaikan permasalahan kebakaran yang kerap terjadi terutama di musim kemarau [5]–[7]. Pemicu parahnya kebakaran terjadi karena adanya pengeringan pada gambut sehingga fungsi penyerapan air sulit dilakukan yang membuat gambut tidak berfungsi sebagai tanah dan sifatnya sama seperti kayu kering [5]. Selain itu, munculnya titik panas (*hotspot*) menjadi penentu utama peningkatan kebakaran hutan di wilayah Indonesia [8]. Kebakaran pada gambut mengandung gas beracun yang menyebabkan ketidaknyamanan pada pernapasan dan dapat memperburuk kesehatan [4]. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa kebakaran lahan gambut memberikan dampak negatif yang cukup luas.

Salah satu upaya pencegahan yang dapat dilakukan adalah dengan memprediksi jumlah kejadian titik panas sebagai peringatan awal kemungkinan terjadinya titik panas di lahan gambut. Data titik panas berupa data deret waktu dan mempunyai pola yang berulang setiap periode waktu tertentu sehingga bisa digunakan untuk memprediksi sesuatu yang terjadi di masa mendatang. Pada penelitian ini akan digunakan data jumlah kemunculan titik panas per tanggal kejadian dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2022 yang diolah dari data monitoring titik panas oleh Satelit Terra dan Aqua pada instrumen MODIS yang dimiliki oleh NASA guna melakukan prediksi jumlah kejadian titik panas di masa mendatang.

**1.2. Tinjauan Pustaka**

**1. Kebakaran**

Kebakaran adalah suatu peristiwa yang diawali ketika ada nyala api yang menghasilkan suhu api yang tinggi disertai bersama reaksi kimia semacam pembakaran gas oksigen di sekelilingnya yang menumbuhkan api dan menyebabkan benda-benda di dekatnya terbakar. Proses kebakaran sebenarnya seringkali diawali dengan api kecil lalu diikuti dengan reaksi berantai yang membuat api membesar dan menimbulkan asap yang menyebar

ke segala arah [9]. Kebakaran lahan/hutan yang terjadi pada suatu daerah akan direkam oleh satelit atau sebagai koordinat titik panas pada radius 1 s.d 2 km [4].

**2. Penginderaan Jauh**

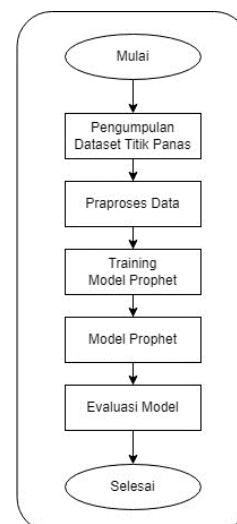
Penginderaan jauh merupakan ilmu untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah atau fenomena dengan cara menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa harus kontak langsung dengan objek, daerah atau fenomena yang akan dikaji [10]. Penginderaan jauh memindai informasi permukaan bumi menggunakan satelit dalam bentuk citra, kemudian dikirimkan melalui antena ke stasiun bumi dan disimpan dalam media penyimpanan data. Data citra diproses secara otomatis dengan menggunakan algoritma tertentu sehingga menghasilkan informasi titik kebakaran [4]. Data hasil analisis titik kebakaran pada permukaan bumi yang mudah diperoleh salah satunya adalah dari satelit Aqua/Terra MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) yang dimiliki oleh NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) [4].

**3. Prophet**

Prophet merupakan prosedur untuk meramalkan data deret waktu berdasarkan model aditif dimana tren non-linier sesuai dengan musiman tahunan, mingguan dan harian, ditambah efek hari libur. Model Prophet ini bekerja sangat baik dengan data deret waktu yang memiliki efek musiman yang kuat dan data historis beberapa musim. Selain itu, model Prophet ini juga kuat terhadap data yang hilang dan pergeseran tren dan biasanya menangani *outlier* dengan baik [11].

**1.3. Metodologi Penelitian**

Tahapan yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

**1. Pengumpulan Dataset Titik Panas**

Pertama, data yang digunakan pada penelitian ini adalah data *time series* titik panas di Indonesia dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2022 yang diperoleh dari FIRMS MODIS NASA dalam format csv (*comma separated values*). Kemudian dilakukan visualisasi pada peta Indonesia untuk melihat sebaran titik panasnya secara keseluruhan.

Untuk mendapatkan lokasi titik panas pada lahan gambut di Indonesia diperlukan peta sebarannya yang diperoleh dari *Global Forest Watch* (GFW) dalam bentuk spasial. Data spasial merupakan gambaran peta wilayah yang terdapat di permukaan bumi direpresentasikan dalam format digital berbentuk *shape file* (.shp).

**2. Praproses Data**

Praproses data merupakan tahapan sebelum melakukan proses prediksi meliputi beberapa proses yaitu :

**2.1. Penentuan Area Of Interest (AOI)**

Penentuan *area of interest* digunakan untuk membatasi wilayah penelitian. Data titik panas di-*overlay* dengan peta sebaran lahan gambut di Indonesia, sehingga didapatkan peta sebaran titik panasnya. Proses *overlay* dilakukan menggunakan aplikasi QGIS 3.28.7-Firenze.

**2.2. Seleksi Atribut**

Terdapat 21 atribut hasil *overlay* antara data titik panas dengan peta sebaran lahan gambut. Untuk kebutuhan model prediksi maka akan dipilih 2 atribut, yaitu *acq\_date* dan *confidence*.

**2.3. Perhitungan Matriks Titik Panas**

Frekuensi titik panas dihitung berdasarkan deteksi titik panas sesuai dengan waktu kejadian. Pada proses seleksi atribut dipilih atribut *acq\_date* yaitu tanggal kejadian. Akan dilakukan perhitungan titik panas pada lahan gambut di Indonesia berdasarkan tanggal kejadian. Data frekuensi per tanggal kejadian diurut berdasarkan waktu kejadian mulai dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2022. Kemudian akan diproses untuk mendapatkan model prediksi jumlah kejadian titik panas pada beberapa hari yang akan datang.

**3. Training Model Prophet**

Prophet merupakan model yang menjumlahkan tiga fungsi waktu dan fungsi kesalahan (*error*), dimana masing-masing komponennya adalah tren/pertumbuhan (*trend/growth*), musiman (*seasonality*), hari libur (*holiday*) dan fungsi kesalahan (*error*) sehingga menghasilkan persamaan berikut :

$$(t) = g(t) + s(t) + h(t) + \epsilon_t \quad (1)$$

*g(t)* adalah fungsi tren / pertumbuhan yang memodelkan perubahan non periodik (musiman), *s(t)* mewakili perubahan periodik atau musiman (harian, mingguan, tahunan), *h(t)* mewakili potensi dampak dari hari libur yang terjadi sebagai jadwal tidak teratur selama satu hari atau lebih dan fungsi  $\epsilon_t$  mewakili perubahan istimewa yang tidak diakomodasi oleh model.

Ada dua model trend yang didukung oleh Prophet yaitu linier dan non-linier (*logistic growth model*) [12]–[14]. Namun, pada penelitian ini diterapkan model linier dengan penyesuaian fleksibilitas tren dan musiman (*seasonality*) sebesar 0.5 dan 0.01 tanpa menggunakan dampak hari libur karena kejadian titik panas tidak memperhatikannya.

**4. Model Prophet**

Keluaran dari tahapan ini adalah model yang dapat memprediksi jumlah kemunculan titik panas.

**5. Evaluasi Model**

Evaluasi model dilakukan untuk mendapatkan nilai ketetapan prediksi dan model. Tahapan ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil prediksi dengan data aktual, dihitung kesalahan prediksinya menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE) [15], [16]. RMSE merupakan besarnya tingkat kesalahan hasil prediksi, dimana semakin kecil (mendekati 0) nilai RMSE maka hasil prediksi akan semakin akurat [17]. Nilai RMSE dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2}{N}} \quad (2)$$

RMSE : *Root Mean Square Error*

N : Jumlah Sampel

$y_i$  : Nilai Aktual

$\hat{y}_i$  : Nilai Prediksi

**2. PEMBAHASAN**

Pada tahap ini menjelaskan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam melakukan penelitian untuk memprediksi jumlah kejadian hotspot menggunakan algoritma prophet, melakukan praproses data, dan melakukan pelatihan model serta mengukur performa pada model yang dibangun. Proses pembuatan model dibantu dengan menggunakan library facebook prophet.

**2.1. Pengumpulan Dataset Titik Panas**

Dataset yang diperoleh dari FIRMS MODIS NASA berjumlah sebanyak 40917 data dengan jumlah atribut sebanyak 15 atribut. Kemudian digambarkan untuk melihat sebaran titik panasnya di Indonesia secara keseluruhan yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sebaran titik panas di Indonesia

**2.2. Penentuan Area Of Interest (AOI)**

Penentuan *Area Of Interest* (AOI) digunakan untuk membatasi wilayah penelitian. Untuk mendapatkan data titik panas pada lahan gambut di Indonesia, terlebih dahulu diperoleh peta sebarannya yang kemudian digambarkan dalam bentuk spasial menggunakan aplikasi QGIS versi 3.28.7-Firenze. Peta sebaran lahan gambut di Indonesia digambarkan menggunakan spasial berwarna hijau yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta sebaran lahan gambut di Indonesia

Data titik panas di-*overlay* dengan peta sebaran lahan gambut di Indonesia, sehingga didapatkan data titik panas hanya pada lahan gambut saja. Hasil dari *overlay* antara data titik panas dan peta sebaran lahan gambut menghasilkan jumlah atribut yang berbeda. Dimana pada awalnya jumlah atribut sebelum *overlay* sebanyak 15 atribut saja berubah menjadi 20 atribut. Penambahan jumlah atribut terjadi karena pada proses *overlay* atribut peta sebaran lahan gambut menyatu dengan dataset utama untuk memperlihatkan titik panas yang muncul pada daerah tertentu saja.



Gambar 4. Hasil *overlay* sebaran titik panas dan lahan gambut

**2.3. Seleksi Atribut**

Komponen yang diamati dalam penelitian ini adalah banyaknya titik panas yang muncul per tanggal kejadian. Terdapat 15 atribut titik panas seperti yang disajikan pada Tabel 1. Selanjutnya akan dilakukan pemilihan atribut yang dibutuhkan untuk membuat model prediksi. Sehingga akan dipilih atribut *acq\_date* dan *confidence* yang selanjutnya akan diproses untuk tahap perhitungan matriks frekuensi titik panas.

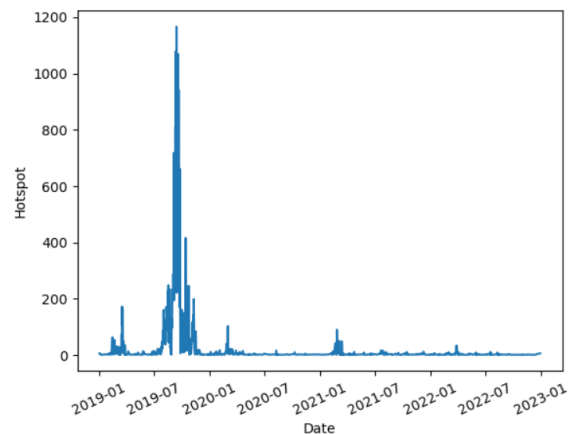
Tabel 1. Atribut data titik panas

Atribut	Keterangan
Lattitude	Koordinator lintang lokasi titik panas (°)
Longitude	Koordinator bujur lokasi titik panas (°)
Brightness	Temperatur (K)
Scan	Ukuran lebar piksel citra satelit
Track	Ukuran panjang piksel citra satelit
Acq_date	Tanggal kejadian titik panas

Atribut	Keterangan
Acq_times	Waktu kejadian titik panas
Sattelite	Satelit yang digunakan (Aqua,Terra)
Instrument	MODIS
Confidence	Kualitas titik panas (0-100%) 5.0 = MODIS NASA-LANCE
Version	5.1 = MODIS MODAPS-FIRMS
Bright_T31	Temperatur <i>channel-31</i> (K)
FRP	<i>Fire radiative power</i> (Mega Watts)
Daynight	Tanda algoritma siang/malam. <i>Day</i> (D) atau <i>Night</i> (N)
Type	Jenis titik panas 0: Kebakaran vegetasi 1: Gunung berapi aktif 2: Kejadian titik panas pada tanah 3: Lepas pantai
Layer	Nama layer hasil overlay
Path	Lokasi direktori layer provinsi
Kode_prov	Kode provinsi terjadinya titik panas
Provinsi	Nama provinsi terjadinya titik panas
FID	ID layer peta provinsi

**2.4. Perhitungan Matriks Titik Panas**

Banyaknya kemunculan titik panas per tanggal kejadian yang diambil adalah yang memiliki *confidence* > 60%. Sehingga, data titik panas yang digunakan untuk model prediksi setelah dilakukan filter *confidence* diperoleh sebanyak 25363 data titik panas. Selanjutnya, data tersebut diolah sehingga menghasilkan rekap jumlah kejadian titik panas per tanggal mulai dari awal tahun 2019 sampai dengan tahun 2022 dan menghasilkan data sebanyak 745 tanggal kejadian titik panas.



Gambar 5. Rekapitulasi frekuensi jumlah kejadian titik panas per tanggal

Data matriks yang sudah direkap per tanggal kejadian tersebut kemudian diperiksa deret waktunya untuk melihat tanggal kejadian yang tidak tercatat (hilang) karena tidak adanya kejadian titik panas. Terdapat 715 tanggal kejadian yang tidak tercatat adanya titik panas. Oleh karena itu untuk menangani masalah tersebut dilakukan

metode *filling* dengan menentukan nilai 0 (nol) pada tanggal kejadian yang tidak tercatat (hilang) sehingga dataset yang digunakan untuk pemodelan adalah sebanyak 1460 data.

**2.5. Pemodelan Prophet**

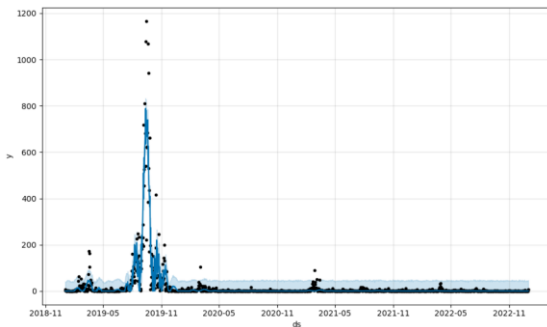
Pada penelitian ini diterapkan inisiasi parameter tren model linier dengan penyesuaian pertumbuhan tren (*changepoint prior scale*) dan musiman (*seasonality prior scale*) sebesar 0.5 dan 1.0 tanpa menggunakan efek hari libur karena kejadian titik panas tidak memperhatikannya. Selain itu, fungsi *multiplicative* digunakan pada tren untuk menghasilkan prediksi yang dipengaruhi efek musiman. Inisiasi parameter yang digunakan dalam pemodelan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Inisiasi paramater model prophet

Atribut	Keterangan
Changepoint Prior Scale	0.5
Seasonality Prior Scale	1.0
Seasonality Mode	Multiplicative

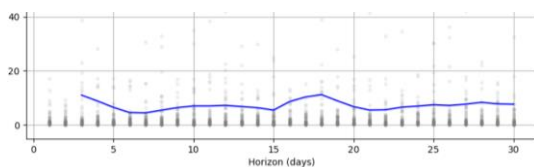
**2.6. Analisis**

Hasil dari prediksi jumlah kejadian titik panas pada lahan gambut di Indonesia menggunakan Prophet divisualisasikan pada Gambar 6. Dimana, algoritma Prophet membutuhkan 2 inputan untuk melakukan prediksi yaitu “ds” sebagai tanggal kejadian dan “y” sebagai jumlah kejadian titik panas.



Gambar 6. Prediksi jumlah kejadian titik panas menggunakan Prophet

Dapat dilihat bahwa Prophet mampu memprediksi dengan sangat baik mulai dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2022, selain itu model ini juga cukup baik dalam menangani *outlier*. Untuk mengukur performa prediksi dilakukan fungsi *cross validation* pada jangka waktu (*horizon*) 30 hari dengan membandingkan nilai prediksi dengan nilai aktualnya sehingga menghasilkan *Root Mean Square Error* (RMSE) sebesar 10.958.



Gambar 7. Nilai *Root Mean Square Error* (RMSE)

**3. ALGORITMA ATAU PROGRAM**

```
import pandas as pd
import numpy as np
import prophet

df = pd.read_csv('titik panas lahan gambut per provinsi di indonesia tahun 2019-2022 (confidence 80) - Copy.csv')
df = df[df['confidence'] >= 60]

df = df.drop(['layer', 'path', 'FID'], axis=1)
df.rename(columns={'PROVINSI': 'provinsi', 'KODE_PROV': 'kode_provinsi'}, inplace=True)

df = df.drop(['track'], axis=1)
df = df.drop(['instrument', 'version'], axis=1)

daynight_map = {'D': 1, 'N': 0}
satellite_map = {'Terra': 1, 'Aqua': 0}

df['daynight'] = df['daynight'].map(daynight_map)
df['satellite'] = df['satellite'].map(satellite_map)

types = pd.get_dummies(df['type'])
df = pd.concat([df, types], axis=1)
df = df.drop(['type'], axis=1)
df = df.rename(columns={0: 'type_0', 2: 'type_2'})

df['acq_date'] = pd.to_datetime(df['acq_date'])
df['year'] = df['acq_date'].dt.year
df['month'] = df['acq_date'].dt.month
df['day'] = df['acq_date'].dt.day

bins = [0, 1, 2, 3, 4, 5]
labels = [1, 2, 3, 4, 5]
df['scan_binned'] = pd.cut(df['scan'], bins=bins, labels=labels)
df = df.drop(['scan'], axis=1)

fin = df.groupby([df['acq_date']])['confidence'].count().reset_index()
fin.rename(columns={'acq_date': 'ds', 'confidence': 'y'}, inplace=True)

from prophet import Prophet
import pickle
```

```

model =
Prophet(changepoint_prior_scale=0.
5, seasonality_prior_scale=1,
seasonality_mode =
'multiplicative')
model.fit(fin)

pickle.dump(model,
open('prophet_model.pkl', 'wb'))

```

#### 4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini Algoritma Prophet cukup baik dalam melakukan prediksi jumlah kejadian titik panas pada lahan gambut di Indonesia, meskipun terdapat *outlier* pada dataset yang ditunjukkan dengan nilai ekstrim. Hasil prediksi dengan insiasi parameter dan metode *filling* pada tanggal yang hilang didapatkan hasil prediksi dengan nilai RMSE sebesar 10.958. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan data *time series* yang cukup panjang disertai dengan penyesuaian parameter (*parameter tuning*) pada Algoritma Prophet. Selain itu, membandingkan Algoritma Prophet dengan algoritma lain.

#### PUSTAKA

- [1] H. Herman, "Upaya konservasi dan rehabilitasi lahan gambut melalui pengembangan industri perkebunan sagu," *Prosiding Seminar Nasional Lahan Basah*, 2016.
- [2] Badan Restorasi Gambut dan Mangrove RI, *RENCANA STRATEGIS BADAN RESTORASI GAMBUT DAN MANGROVE 2021-2024*. Jakarta: BRGM RI, 2021.
- [3] F. Yuliani, P. Penelitian, P. Kesejahteraan, S. Kementerian, and S. Ri, "MITIGASI BENCANA KEBAKARAN LAHAN GAMBUT DAN PEMBERDAYAAN MASYARAKAT MELALUI METODE RESTORASI," *Sosio Informa : Kajian Permasalahan Sosial dan Usaha Kesejahteraan Sosial*, vol. 4, no. 2, p. 13630, Aug. 2018, doi: 10.33007/INF.V4I2.1460.
- [4] D. Arisanty, M. Z. A. Anis, H. P. N. Putro, M. Muhaimin, and Syarifuddin, *Kebakaran Lahan Gambut: Faktor Penyebab dan Mitigasinya*. Banjarmasin: Program Studi Pendidikan IPS, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lambung Mangkurat, 2020.
- [5] M. Alkaff and N. E. Yulianto, "Prediksi Jumlah Kejadian Titik Api Melalui Pendekatan Deret Waktu Menggunakan Model Seasonal Arima," *Jurnal ELTIKOM : Jurnal Teknik Elektro, Teknologi Informasi dan Komputer*, vol. 3, no. 2, pp. 54–63, Oct. 2019, doi: 10.31961/ELTIKOM.V3I2.122.
- [6] T. F. Dicelebica, A. Ali Akbar, and D. R. Jati, "Identifikasi dan Pencegahan Daerah Rawan Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan Gambut Di Kalimantan Barat," *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 20, no. 1, pp. 115–126, Jan. 2022, doi: 10.14710/JIL.20.1.115-126.
- [7] G. Eva Tavita, A. Mulya Ashari, R. Linda, D. Lestari, and B. Kurniadi, "Sosialisasi dan Edukasi Pencegahan Dini Resiko Kebakaran Lahan Gambut di Musim Kemarau kepada Masyarakat Desa Kapur," *Lambung Inovasi: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. 7, no. 4, pp. 649–654, Dec. 2022, doi: 10.36312/LINOV.V7I4.969.
- [8] S. A. Cahyono, S. P. Warsito, W. Andayani, D. Dwidjono, and H. Darwanto, "Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kebakaran Hutan di Indonesia dan Implikasi Kebijakannya," *Jurnal Sylva Lestari*, vol. 3, no. 1, pp. 103–112, Feb. 2015, doi: 10.23960/JSL13103-112.
- [9] N. A. Dewi, A. Sembiring, and K. Chiuloto, "PEMBUATAN SISTEM ALARM KEBAKARAN UNTUK MEMADAMKAN API DAN PENDETEKSI GAS BERBASIS ARDUINO UNO," *METHODIKA: Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 8, no. 1, pp. 22–27, Mar. 2022, doi: 10.46880/MTK.V8I1.920.
- [10] M. Mursyidin and Y. Yusuf, "Deteksi Kesuburan Perairan Aceh Menggunakan Citra Klorofil-A Satelit Aqua Modis," *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 1, no. 1, May 2017, doi: 10.22373/crc.v1i1.1382.
- [11] S. J. Taylor and B. Letham, "Forecasting at Scale," *Am Stat*, vol. 72, no. 1, pp. 37–45, Jan. 2018, doi: 10.1080/00031305.2017.1380080.
- [12] B. J. Stmik and D. Riau, "PREDIKSI INDEKS HARGA SAHAM GABUNGAN (IHSG) MENGGUNAKAN PROPHET," *Jotika Journal In Management and Entrepreneurship*, vol. 1, no. 2, pp. 53–59, Feb. 2022, doi: 10.56445/JME.V1I2.18.
- [13] M. A. Muzakki *et al.*, "Analisis Algoritma Prophet untuk Memprediksi Harga Pangan di Kota Bandung," *jurnal.polban.ac.id*, pp. 4–5, 2021, Accessed: Jul. 12, 2023. [Online]. Available: <https://jurnal.polban.ac.id/ojs-3.1.2/proceeding/article/view/2777/2167>
- [14] B. Jange, P. Studi, K. Akuntansi, and D. Riau, "Prediksi Harga Saham Bank BCA Menggunakan Prophet," *Journal of Trends Economics and Accounting Research*, vol. 2, no. 1, pp. 1–5, Sep. 2021, Accessed: Jul. 12, 2023. [Online]. Available: <https://journal.fkpt.org/index.php/jtear/article/view/168>

- [15] H. Budiman, "ANALISIS DAN PERBANDINGAN AKURASI MODEL PREDIKSI RENTET WAKTU SUPPORT VECTOR MACHINES DENGAN SUPPORT VECTOR MACHINES," *core.ac.uk*, vol. 02, no. 01, pp. 19–24, 2016, Accessed: Jul. 12, 2023. [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/235583702.pdf>
- [16] I. Sungkawa, ; Ries, and T. Megasari, "Penerapan Ukuran Ketepatan Nilai Ramalan Data Deret Waktu dalam Seleksi Model Peramalan Volume Penjualan PT Satriamandiri Citramulia," *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, vol. 2, no. 2, pp. 636–645, Dec. 2011, doi: 10.21512/COMTECH.V2I2.2813.
- [17] A. Goel, "ANN-Based Approach for Predicting Rating Curve of an Indian River," *ISRN Civil Engineering*, vol. 2011, pp. 1–4, Jul. 2011, doi: 10.5402/2011/291370.