

# **ESTIMASI AEROSOL OPTICAL DEPTH (AOD) SECARA TIME SERIES MENGGUNAKAN CITRA SATELIT MODIS (Studi Kasus: Pulau Kalimantan)**

**Yosef Haryanto Mbuu<sup>1</sup>, Soni Darmawan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Geodesi, Institut Teknologi Nasional, Jl. PHH.  
Hasan Mustapa No. 23 Bandung  
*Email. [toposituasi@gmail.com](mailto:toposituasi@gmail.com).*

## **Abstrak**

Kualitas udara di Indonesia semakin memburuk dibarengi oleh perkembangan zaman. Keberadaan kawasan industri juga kebakaran hutan yang kerap kali terjadi di Indonesia memperburuk kualitas udara. Aerosol merupakan salah satu partikel yang memiliki pengaruh signifikan terhadap perubahan iklim maupun kesehatan. Pulau Kalimantan dengan kawasan hutan yang luas memainkan pengaruhnya terhadap partikel aerosol, ini karena Pulau Kalimantan hampir setiap tahunnya selalu mengalami kebakaran hutan. Sehingga penting untuk dilakukan penelitian partikel aerosol. Penelitian ini menggunakan teknik pengukuran Aerosol Optical Depth (AOD) untuk mengukur konsentrasi aerosol pada atmosfer dengan proses penyerapan dan penghamburan energi dari cahaya matahari. Penelitian ini menggunakan platform Google Earth Engine (GEE) serta citra satelit MODIS. Dalam penelitian diketahui hasil persebaran aerosol dengan variasi konsentrasi aerosol yang beragam sehingga menghasilkan nilai rata-rata AOD yang bervariasi dari tahun 2012 sampai 2021 pada pulau Kalimantan. Pada penelitian ini diperoleh data sebaran AOD dengan rentang nilai tertinggi terjadi pada tahun 2015 dengan nilai 0,13444.

**Kata kunci :** Aerosol, AOD, GEE, MODIS.

## **Abstract**

*Air quality in Indonesia is getting worse along with the times. The existence of industrial estates as well as forest fires that often occur in Indonesia worsen air quality. Aerosol is one of the particles that has a significant influence on climate change and health. The island of Kalimantan, with its large forest area, plays its influence on aerosol particles, this is because the island of Kalimantan experiences forest fires almost every year. So it is important to do research on aerosol particles. This study uses Aerosol Optical Depth (AOD) measurement techniques to measure aerosol concentrations in the atmosphere by absorbing and dissipating energy from sunlight. This study uses the Google Earth Engine (GEE) platform and MODIS satellite imagery. The research found that the results of the distribution of aerosols with various variations in aerosol concentrations resulted in an average AOD value that varied from 2012 to 2021 on the island of Borneo. In this study, data on the distribution of AOD were obtained with the highest range of values occurring in 2015 with a value of 0.13444.*

**Keywords:** Aerosol, AOD, GEE, MODIS.

## I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara terbesar ketiga yang mempunyai hutan tropis terluas di dunia dan memiliki peringkat pertama di Asia Pasifik, dengan luasan hutan mencapai 133,6 juta hektar (Forest Watch Indonesia, 2011). Sumber alam ini menjadikan Indonesia di juluki sebagai negara pemasok oksigen dan sebagai paru-paru dunia. Namun di sisi lain Indonesia juga merupakan negara penyumbang polusi ke tiga terbesar di dunia. Persoalan ini tidak terlepas dari masalah kebakaran lahan yang terus terjadi dari tahun ke tahun di beberapa pulau besar di Indonesia. Pulau Kalimantan merupakan salah satunya. kebakaran hutan di Kalimantan sudah ada sejak berabad-abad lalu (Barber dan Schwiehelm, 2000; Bowen et al, 2001). Kebakaran hutan yang sering terjadi ini, menyebabkan keberadaan zat-zat tertentu di atmosfer yang dapat mempengaruhi kekeruhan atmosfer, salah satunya partikel aerosol yang dapat menurunkan kualitas udara.

Partikel aerosol mempengaruhi perubahan iklim karena terdapat interaksi dengan radiasi matahari sehingga cahaya matahari yang datang menuju permukaan bumi tidak semuanya berhasil sampai pada permukaan, dikarenakan adanya proses pembiasan serta penyerapan oleh partikel yang ada di atmosfer. Secara tidak langsung, aerosol bertindak sebagai inti kondensasi awan dan inti es, sehingga mengubah karakteristik awan (Lohmann dan Feichter, 2005; Koren dkk., 2005; Sherwood, 2002; Tripathi dan Sagnik., 2007; Wu dkk., 2008). Dampak langsung dari *aerosol* terhadap iklim adalah dengan menyerap dan menghamburkan secara langsung radiasi matahari sehingga dapat menyebabkan kedinginan global, pemanasan dan meningkatkan albedo awan.

Saat ini dengan pesatnya perkembangan peradaban serta ilmu pengetahuan, teknologi yang dihasilkan menjadi sangat bervariasi baik berupa aplikasi maupun metoda-metoda yang di buat dalam rangka mempermudah manusia dalam proses analisa serta penyelesaian masalah dalam berbagai aspek. Salah satunya adalah dengan teknik AOD yang digunakan memantau kualitas udara di atmosfer sehingga dapat mengidentifikasi objek dan kandungan udara di permukaan bumi. Penelitian ini menggunakan *Aerosol Optical Depth* (AOD) sebagai salah satu Teknik pengukuran konsentrasi *aerosol* di atmosfer pada periode tahun 2012 dan 2021 di pulau Kalimantan. Penelitian ini di lakukan bertujuan untuk mengetahui perbandingan kadar kandungan udara di Pulau Kalimantan secara time series dengan Pengindraan Jarak Jauh dengan menggunakan data MODIS, satelit TERA dan AQUA.

## II. BAHAN DAN METODE

### 2.1 Data

Dalam penelitian menggunakan data utama dan data validasi. Data utama berupa data Aerosol Optical Depth (AOD) dari Moderate resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) Terra & Aqua, data SHP batas Administrasi pulau Kalimantan sedangkan data untuk validasi berupa data curah hujan dan suhu. Penelitian dilakukan dengan rentang waktu 10 tahun dari periode tahun 2012 sampai dengan 2021 di Pulau Kalimantan.

#### **Data Citra satelit Modis**

Data citra yang digunakan merupakan data citra satelit Modis Aqua dan Terra dengan jenis (MCD19A2.006: Terra & Aqua MAIAC Land Aerosol Optical Depth Daily 1km). Dimana data yang digunakan merupakan data Aerosol periode tahun 2012 hingga 2021 di kepulauan Kalimantan.

#### **Batas administrasi pulau Kalimantan**

Batas administrasi dalam penelitian tugas akhir ini merupakan batas administrasi wilayah pulau Kalimantan yang terbagi dalam 5 provinsi yaitu Kalimantan barat, Kalimantan timur, Kalimantan tengah, Kalimantan selatan dan Kalimantan utara.

#### **Curah hujan dan suhu**

Data curah hujan dan suhu dalam penelitian digunakan sebagai penguat juga sebagai validasi dari hasil nilai AOD rata-rata yang diperoleh dalam penelitian.

### 2.2 Metode penelitian

Metodologi dalam penelitian Tugas Akhir *Estimasi Aerosol Optical Depth (AOD) secara time series* menggunakan citra satelit MODIS" terbagi dalam beberapa tahap yaitu:

#### **Pengumpulan data.**

Tahapan pengumpulan data meliputi Pengumpulan literatur tentang Aerosol Optical Depth dari jurnal-jurnal terkait, Jenis data aerosol diperoleh dari aplikasi *Google Earth Engine*. Data yang digunakan adalah data citra satelit MODIS Terra dan Aqua (MCD19A2.006: Terra & Aqua MAIAC Land Aerosol Optical Depth Daily 1km) sedangkan data yang dipakai merupakan data citra satelit tahun 2012 sampai dengan tahun 2021, Serta data batas administrasi pulau Kalimantan.

#### **Cropping Citra.**

Proses pengolahan menggunakan aplikasi *Google Earth Engine* Pada tahap awal dilakukan Cropping citra untuk memisahkan citra pada wilayah batas administrasi pulau Kalimantan yang diteliti, dengan tujuan memfokuskan daerah penelitian pada citra yang digunakan.

#### **Cloud Masking.**

Kemudian melakukan *Cloud masking* untuk mengurangi pengaruh awan serta bayangan-nya, tujuannya agar citra satelit yang diperoleh jernih sehingga tidak terjadi kesalahan interpretasi nilai AOD, mengingat Indonesia di lewati garis khatulistiwa dan sebagian besar wilayah Indonesia merupakan lautan sehingga menyebabkan langit berawan.

### Best quality condition mask

Menggunakan nilai pancaran terbaik dari sensor satelit MODIS termasuk Terra dan Aqua yang didistribusikan dari atmosfer menuju permukaan tanah kemudian dipantulkan kembali dari objek yang berada di permukaan tanah menuju atmosfer dengan menggunakan kualitas terbaik untuk *QA (Quality Air)* (band  $AOD = 0$ ) pada data *Aerosol Optical Depth (AOD)*, kemudian dilakukan perhitungan nilai pancaran *Aerosol Optical Depth (AOD)* yang ditunjukkan rumus perhitungan dibawah ini.

$$\rho_{Air} = \rho_{Toa} - \rho_{Ray} - \rho_{Surf}$$

Dimana  $\rho_{Air}$  merupakan nilai AOD

$\rho_{Toa}$  merupakan nilai pantulan gelombang dari permukaan-atmosfer.

$\rho_{Ray}$  merupakan nilai pantulan gelombang dari matahari-permukaan.

$\rho_{Surf}$  merupakan nilai pantulan gelombang dari permukaan-satelit.

### Ekstraksi nilai AOD

Melakukan ekstraksi data harian dengan mosaik untuk menghindari tumpang tindih pada area yang akan diteliti. Menghitung data bulanan AOD spasial temporal dengan melakukan perhitungan nilai rata-rata pada data harian. Data AOD kualitas terbaik dapat dilakukan masking atau penyamaran dengan melakukan penilaian kualitas AOD ( $AOD_{QA}$ ) untuk menghasilkan gambar data AOD bulanan yang terbaik. Dari hasil pengolahan yang didapat nilai Aerosol Optical Depth (AOD) kemudian diekstraksi nilai rata-rata dari data harian, bulanan, pada setiap tahunnya.

### Analisis pola persebaran (AOD)

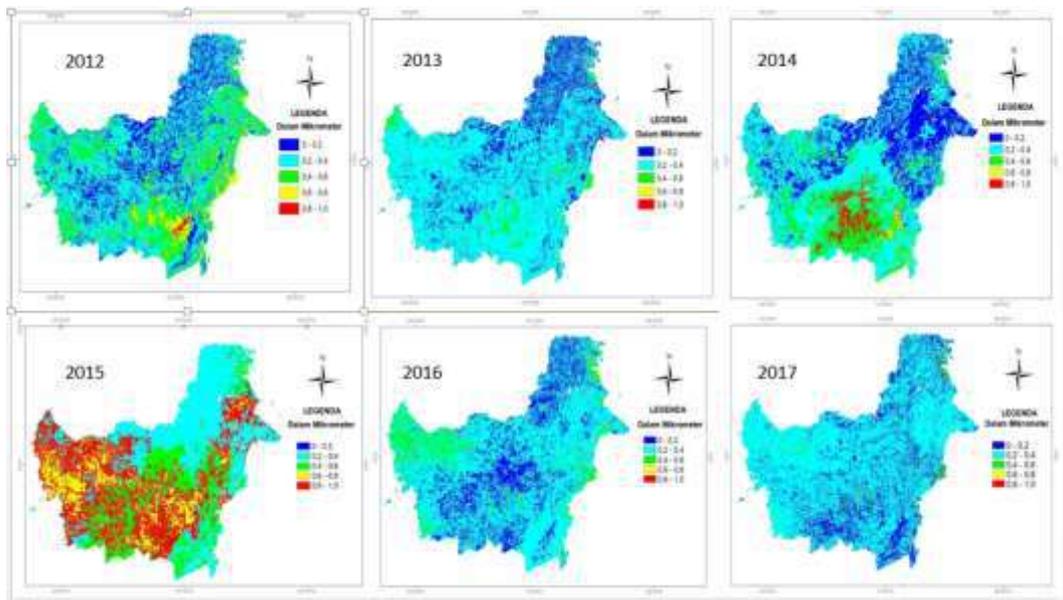
Melakukan analisis terhadap nilai *AOD* berdasarkan pola persebaran yang memiliki sifat tertentu, dalam bentuk grafik maupun diagram dari hasil ukuran, dan trend dari penyebaran data *AOD* pada data bulanan berdasarkan rata-rata data harian. Sehingga menghasilkan informasi yang dapat dipakai sebagai data dalam pekerjaan maupun penelitian.



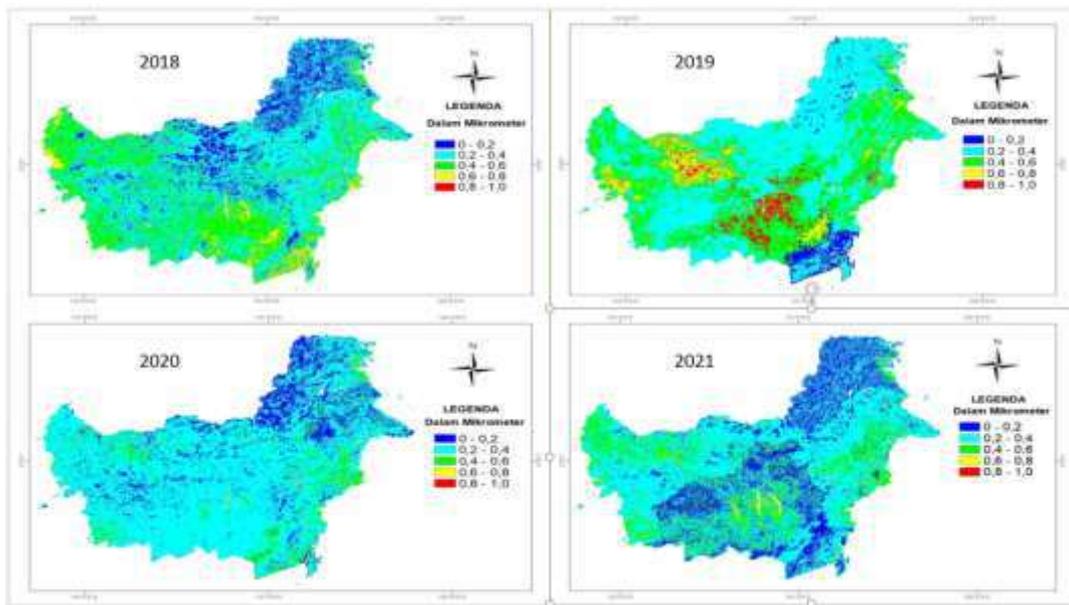
Gambar 2. 1 Diagram alir penelitian

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil



Gambar 3. 1 Peta sebaran AOD Pulau Kalimantan tahun 2012 - 2017



Gambar 3. 2 Peta sebaran AOD Pulau Kalimantan tahun 2018 – 2021.

#### 3.2 Pembahasan

Berdasarkan peta sebaran AOD pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 diketahui kejadian tertinggi terjadi pada tahun 2015 dengan rata-rata nilai AOD sebesar 0,1344. Ini di pengaruhi oleh tingginya tingkat kebakaran hutan di pulau Kalimantan dan juga dipengaruhi oleh kejadian *el nino* sehingga suhu permukaan meningkat dan menyebabkan intensitas curah hujan di Kalimantan menjadi sangat rendah pada tahun 2015 dibandingkan dengan tahun-tahun sesudah dan sebelum tahun 2015.

#### IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan mengenai nilai dan persebaran Aerosol Optical Depth (AOD) sebagai berikut:

1. Berdasarkan peta hasil sebaran AOD di Pulau Kalimantan pada periode tahun 2012 Sampai dengan 2021 menunjukkan bahwa nilai AOD selalu mengalami Perubahan setiap tahun dengan variasi nilai AOD yang berbeda-beda.
2. Hasil dari grafik nilai rata-rata AOD pertahun menunjukkan pada tahun 2015 memiliki nilai rata-rata yang paling tinggi dengan nilai rata-rata AOD sebesar 0,13444. Dan kejadian terendah terjadi pada tahun 2013 dengan nilai rata-rata 0,11942.
3. Berdasarkan nilai rata-rata OAD Pada tahun 2015 Provinsi yang mengalami dampak cukup tinggi yaitu Provinsi Kalimantan tengah, Kalimantan barat dan Kalimantan Selatan.
4. Nilai rata-rata AOD pertahun menunjukkan tahun 2015 adalah yang tertinggi dimana nilai rata-rata bulanan AOD tertinggi terjadi pada bulan Juli, Agustus, September dan oktober dimana bulan tersebut merupakan bulan-bulan dengan curah hujan terendah.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- Fatemeh Ghasempour, A. S. (2021). Google Earth Engine based spatio-temporal analysis of air pollutants before and during the first e COVID-19 outbreak over Turkey via remote sensing. *Journal of Cleaner Production* 319 (2021) 128599.
- Indah Susanti<sup>1</sup>, R. L. (2014). ANALISIS PENGARUH AEROSOL PADA AWAN DI INDONESIA. *Jurnal Sains Dirgantara Vol. 12 No. 1 Desember 2014, 12, 22-31.*
- Instansi. (2016). PENGARUH AEROSOL TERHADAP FLUKS RADIASI NETO DI LAPISAN ATAS ATMOSFER DAN DI PERMUKAAN BERDASAR DATA SATELIT. *Jurnal Sains Dirgantara Vol. ... No. ... Desember 2016.*
- Khan Alam, M. J. (2010). Monitoring spatio-temporal variations in aerosols and aerosol–cloud interactions over Pakistan using MODIS data. *K. Alam et al. / Advances in Space Research* 46 (2010), 1162-1176.
- Kusumaningtyas, S. D. (2019). AEROSOL OPTICAL DEPTH (AOD) OVER FOUR INDONESIAN CITIES FROM THE AERONET MEASUREMENT: AN OVERVIEW. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca, Vol.20 No.2, 2019, 20, 47-57.*
- Lin Sun, J. W. (2016). Aerosol Optical Depth Retrieval over Bright Areas Using Landsat 8 OLI Images. *Penginderaan Jauh. 2016, 8, 23.*
- M. Hess, P. K. (1998). Optical Properties of Aerosols and Cloud: The Software Package OPAC. *Bulletin of the American Meteorological Society, 79, 831-844.*
- Susanti, R. d. (2016). PENGARUH AEROSOL TERHADAP FLUKS RADIASI NETO DAN RADIATIVE FORCING DI PUNCAK ATMOSFER DAN DI PERMUKAAN BERDASAR DATA SATELIT. *Jurnal Sains Dirgantara Vol. 14 No. 1 Desember 2016, 14, 27-42.*