

---

**PANTAUAN SATELIT PERSEBARAN *AEROSOL OPTICAL*  
*DEPTH* DI PULAU JAWA WILAYAH BARAT DI ERA PANDEMI  
*COVID-19***

**Albert Marcello, Hernani Yulinawati dan Lailatus Siami**

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Trisakti

Email: [lailatus.siami@trisakti.ac.id](mailto:lailatus.siami@trisakti.ac.id)

**ABSTRAK**

Teknologi pemantauan satelit yang semakin berkembang untuk pemantauan kualitas udara dapat menunjang stasiun pemantauan kualitas udara ambien. Aerosol adalah salah satu pencemar udara yang dipantau dengan satelit. WHO menetapkan pandemi COVID-19 pada 11 Maret 2020 dan pada akhir Maret 2020 pemerintah Indonesia menerapkan Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsentrasi dan sebaran aerosol sebagai AOD di Pulau Jawa wilayah Barat tahun 2019-2020, sebelum dan saat terjadinya pandemi menggunakan data satelit. Metode pemantauan AOD dengan MERRA-2 oleh satelit GEOS-5 milik NASA. Citra satelit AOD diperoleh melalui *website* aplikasi Giovanni. Hasil data satelit menunjukkan konsentrasi AOD cenderung lebih tinggi pada 2019 dibandingkan 2020. Pada 2020 konsentrasi AOD dari Maret masih meningkat, tertinggi Agustus (0,3052) dan menurun hingga Desember (0,1508). Citra satelit persebaran AOD terpusat di Provinsi Banten dan Provinsi Jawa Barat, tepatnya di daerah Rangkasbitung, Depok, dan Bogor.

**Kata kunci:** *AOD, COVID-19, Giovanni, Pulau Jawa wilayah Barat*

**ABSTRACT**

*The emerging satellite monitoring technology for air quality monitoring can support ambient air quality monitoring stations. Aerosols are one of the air pollutants that are monitored by satellite. WHO declared the COVID-19 pandemic on 11 March 2020 and at the end of March 2020 the Government of Indonesia implemented Large-Scale Social Restrictions (PSBB). This study aims to analyze the concentration and distribution of AOD in the western region of Java in 2019-2020, before and during the pandemic. AOD monitoring method with MERRA-2 by NASA's GEOS-5 satellite. The AOD satellite imagery was obtained through the Giovanni application website. The results show the AOD concentration tends to be higher in 2019 compared to 2020. In 2020 the concentration from March continued to increase, the highest was August (0.3052) and decreased to December (0.1508). The AOD distribution satellite imagery is concentrated in the provinces of Banten and West Java, namely Rangkasbitung, Depok, and Bogor.*

**Keywords:** *AOD, COVID-19, Giovanni, Western Region of Java*

## **PENDAHULUAN**

Pada era globalisasi ini, masalah yang dihadapi oleh dunia adalah permasalahan lingkungan, dimana fenomena pemanasan global yang disebabkan oleh emisi gas rumah kaca yang meliputi sektor transportasi, industri dan domestik. Pencemaran udara di Indonesia, khususnya pulau Jawa merupakan daerah terburuk dalam kategori kualitas lingkungan secara nasional. Penilaian ini didasarkan pada pengukuran kualitas air udara dan tanah. Sedangkan Daerah Khusus Ibu kota Jakarta merupakan provinsi terburuk dalam kategori yang sama (Damaledo, 2021).

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), menetapkan *Covid-19* sebagai pandemi global pada 11 Maret 2020 (Dzulfaroh, 2021). Hingga akhirnya pemerintah Indonesia menyatakan bahwa Negara Indonesia menjadi salah satu negara yang terkena dampak dari virus corona (*Covid-19*). Pemerintah Indonesia mengambil kebijakan untuk menerapkan Bekerja Dari Rumah (*Work From Home*), Pembatasan Jarak Sosial (*Social Distancing*) dan Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) (Faisol, 2011). Hal ini memberikan dampak pada lingkungan.

Saat ini perkembangan teknologi dan pembangunan berjalan dengan pesat secara beriringan. Teknologi yang modern dan efisien diciptakan oleh manusia agar dapat memantau kualitas lingkungan baik udara, air, maupun tanah. Salah satunya adalah aplikasi pemantau kualitas udara yang dapat mengidentifikasi suatu objek atau fenomena alam yang terjadi di permukaan bumi.

Penelitian ini menyoroti persebaran pencemaran udara oleh AOD pada tahun 2019-2020 dengan membandingkan kualitas udara sebelum dan saat terjadi pandemi *Covid-19*. Aerosol merupakan salah satu komponen utama yang diperlukan dalam studi kualitas udara. Aerosol memiliki sifat-sifat optis yang ditentukan oleh komposisi kimia, konsentrasi, ukuran, bentuk, dan struktur internal dari partikel-partikel cair dan padat yang membentuknya (Gerlaro, et al., 2017).

Penelitian ini diambil pada saat terjadinya pandemi *Covid-19*, sehingga dilakukan pemanfaatan pemantauan kualitas

udara dengan metode penginderaan jarak jauh menggunakan satelit, yang dapat mengidentifikasi suatu objek atau fenomena tanpa adanya kontak langsung dengan objek tersebut. Pemantauan kualitas udara meliputi berbagai macam jenis udara ambien dan emisi yang diperlukan untuk mengetahui dampak pencemaran emisi udara terhadap lingkungan dengan memanfaatkan perkembangan teknologi. Satelit MERRA-2 merupakan salah satu metode penginderaan jarak jauh yang disediakan oleh satelit Giovanni.

*The Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications (MERRA-2)* adalah hasil analisis ulang atmosfer dari NASA yang dimulai pada tahun 1980. Satelit MERRA-2 merupakan pengganti satelit MERRA asli (Global Modeling and Assimilation (GMAO), 2015). menggunakan versi pembaruan dari *Goddard Earth Observing System Model, Version 5 (GEOS-5) data assimilation system* yang mampu menggunakan *microwave sounders* dan instrumen radiasi inframerah hiperspektral, serta jenis data lainnya (Kokhanovsky, 2008).

Model ini membawa rasio pencampuran massa tiga dimensi dari lima macam aerosol ini sebagai pelacak aerosol prognostik. AOD pada 550 nm dengan resolusi  $0,5^\circ \times 0,625^\circ$ , memiliki kuantitas optik yang telah terintegrasi dengan kolom dan spesies, yang dihitung sebagai produk yang dapat dijumlahkan dari setiap massa spesies dan koefisien kepunahannya berdasarkan sifat optik aerosol yang sebagian besar berasal dari data OPAC.

Data satelit dapat mendukung pemantauan pencemaran udara, baik secara kualitas maupun kuantitas. Penggunaan aplikasi ini akan menghemat waktu dan meningkatkan efisiensi, dikarenakan data tersebut dapat diperoleh melalui aplikasi *website* Giovanni. Giovanni merupakan alat berbasis web, yang dapat memfasilitasi akses, visualisasi, dan eksplorasi untuk berbagai macam set data ilmu bumi NASA. Sistem ini, Visualisasi dan Analisis Visual Interaktif Online Geospacial (Giovanni), dikembangkan oleh Pusat Layanan Data Informasi (DISC) NASA Goddard Earth Science (GES) (Randles, 2017).

**METODE PENELITIAN**

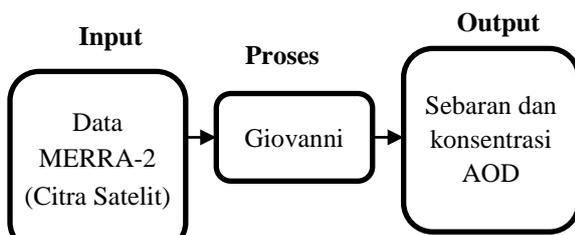
Studi literatur meliputi penelitian pendalaman teori dasar terkait persebaran AOD, studi kasus persebaran AOD berada pada Pulau Jawa Wilayah barat meliputi Provinsi Banten, DKI Jakarta, dan Jawa Barat. Penggunaan data satelit dilakukan untuk memantau kualitas udara, dan juga penelitian sebelumnya terkait penelitian ini. Berikutnya adalah pengumpulan data, dimana data yang dikumpulkan berupa data satelit dan data pengukuran lapangan, yang dikumpulkan dari instansi terkait.

**Tabel 1.** Data Satelit yang Dikumpulkan

No.	Data	Kegunaan
1.	Aplikasi Giovanni (Citra Satelit MERRA-2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengetahui konsentrasi AOD Tahun 2019</li> <li>Mengetahui konsentrasi AOD Tahun 2020</li> </ul>

Pada tahap pengolahan data, dilakukan pengolahan data satelit melalui aplikasi Giovanni, agar dapat memanfaatkan citra satelit MERRA-2. Aplikasi Giovanni dapat diakses secara gratis melalui jaringan internet (*online*) pada <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni>. Aplikasi ini digunakan untuk mengetahui besaran konsentrasi zat pencemar aerosol.

Pengolahan data yang dihasilkan dari Giovanni ini berupa informasi visual yang dapat menunjukkan gradasi warna untuk menunjukkan wilayah dengan konsentrasi pencemar tinggi. Data satelit kemudian diolah dalam aplikasi Giovanni untuk menghasilkan sebaran dan konsentrasi aerosol dalam nilai AOD. Aerosol dipilih untuk mengukur tingkat kekeruhan pada permukaan bumi, yang diambil dari aplikasi Giovanni. Dapat dilihat pada **Gambar 1**, dimana input berupa data satelit dan diproses hingga menghasilkan informasi mengenai sebaran asap dan konsentrasi polutan.



**Gambar-1.** Proses Pengolahan Data Satelit dengan Aplikasi

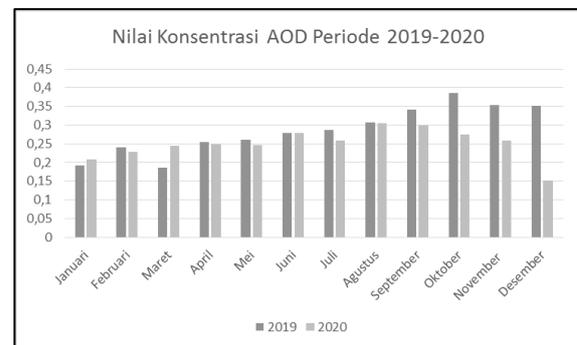
Korelasi data dilakukan untuk membuktikan kemampuan aplikasi dalam mengidentifikasi dampak dari sebaran polutan. Perbandingan data bertujuan untuk mendapatkan data perbandingan tiap konsentrasi zat pencemar, yang akan dibandingkan dengan baku mutu udara ambien, yakni Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Lampiran VII. Tentang baku mutu udara ambien. Untuk dapat mengkorelasikan data AOD, maka diperlukan data lapangan berupa PM<sub>10</sub>, karena PM<sub>10</sub> dapat digunakan untuk dikorelasikan dengan AOD (Syafrijon, 2019).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Aerosol Optical Depth (AOD)**

Dalam penelitian ini persebaran polutan aerosol dianalisis pada Provinsi Banten, DKI Jakarta, dan Jawa Barat sebelum dan saat terjadinya pandemi Covid-19 pada tahun 2019-2020. Persebaran aerosol di udara dapat diprediksi dengan pemanfaatan data citra satelit yang menerapkan prinsip pengindraan jarak jauh.

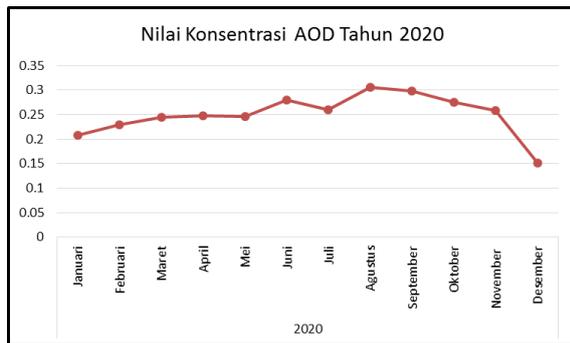
Dari hasil pengolahan data diperoleh perbandingan nilai AOD pada tahun 2019-2020, dengan menggunakan data bulanan yang merupakan hasil rata-rata. Sehingga hasil yang dapat dilihat pada **Gambar-2**.



**Gambar-2.** Nilai Konsentrasi AOD tahun 2019-2020

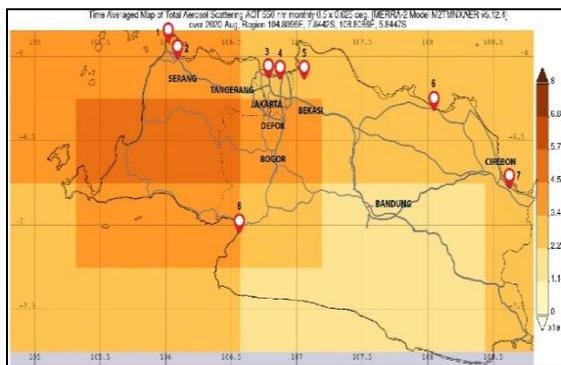
Hasil yang didapat dari MERRA-2 menunjukkan nilai konsentrasi AOD pada tahun 2019 cenderung lebih tinggi dibanding tahun 2020. Penurunan nilai konsentrasi AOD pada saat pandemi mulai terlihat pada bulan Agustus hingga bulan Desember. Dimana pada bulan Agustus 2020, nilai konsentrasi Aod memiliki nilai tertinggi (0,3052) dan pada

bulan Desember 2020 memiliki nilai terendah (0,1508). Hasil perbedaan antara nilai tertinggi dan terendah pada masa pandemi dapat dilihat pada **Gambar-3**.

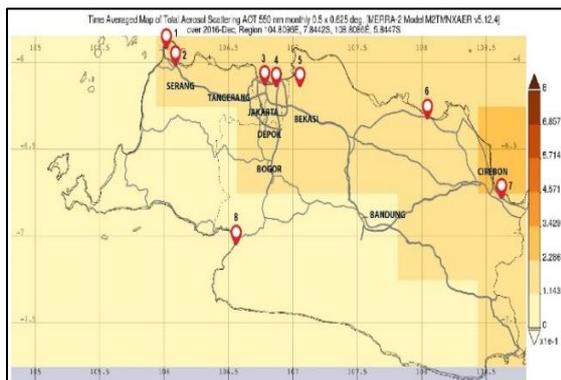


**Gambar-3.** Nilai Konsentrasi AOD tahun 2020

Sebaran Nilai konsentrasi AOD tertinggi (0,3052) pada bulan Agustus 2020 yang persebarannya terpusat pada Provinsi Banten, tepatnya Rangkasbitung. Saat itu Indonesia sedang dalam masa PSBB transisi untuk melakukan adaptasi terhadap pandemi *Covid-19*, sehingga sebagian aktivitas ekonomi dan industri mulai aktif kembali. Nilai konsentrasi AOD terendah pada bulan Desember 2020 (0,1508). Visualisasi sebaran AOD tertinggi dan terendah dapat dilihat pada **Gambar-4**. Dan **Gambar-5**.



**Gambar-4.** Persebaran AOD Agustus 2020

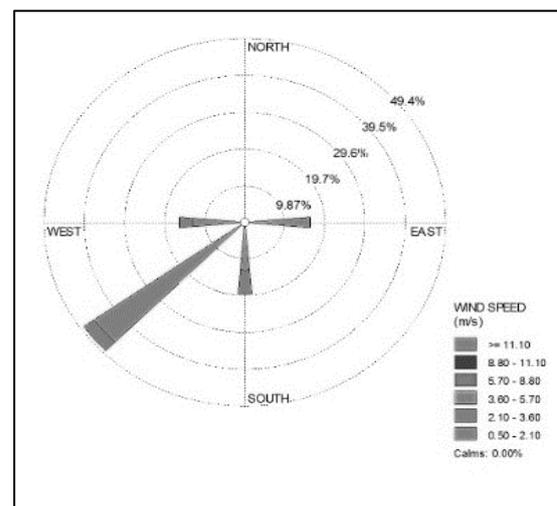


**Gambar-5.** Persebaran AOD Desember 2020

Dari gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa pada bulan Desember rata-rata persebaran aerosol yang ditandai dengan warna oranye, tersebar lebih merata pada Provinsi Jawa Barat atau tepatnya pada daerah Cirebon. Pada saat itu Indonesia khususnya Pulau Jawa sedang dalam masa penerapan PSBB ketat sehingga aktivitas masyarakat menurun. Hal ini dikarenakan adanya peningkatan aktivitas penggunaan listrik sehingga menyebabkan PLTU bekerja semakin berat, yang dapat menghasilkan partikel halus atau dalam hal ini aerosol. Penerapan PSBB yang telah diterapkan pada tanggal 31 Maret 2020, dimana seluruh kegiatan masyarakat dilakukan dari rumah atau *Work From Home (WFH)* tidak terlalu berpengaruh pada persebaran aerosol.

**Arah & Kecepatan Angin**

Arah & kecepatan angin merupakan salah satu faktor penting dalam persebaran aerosol. Data meteorologis didapatkan melalui web data online BMKG. Kemudian diolah menggunakan aplikasi *Lakes Environmental WRPlot (Wind Rose Plots for Meteorological Data) View versi 7.0.0*. Arah dan kecepatan angin adalah salah satu faktor persebaran aerosol di udara. Berikut ditampilkan pengaruh faktor meteorologis terhadap sebaran aerosol pada **Gambar-6**.



**Gambar-6.** Arah dan Kecepatan Angin

Pengaruh Arah angin dominan selama bulan Agustus 2020 di Tangerang adalah Timur Laut hampir 47,5% dengan kecepatan 0,5-2,1 m/s dan sekitar 1,9% dengan kecepatan 2,1-3,6 m/s. Sebaran AOD mengarah ke Barat Daya yang mengarah ke Rangkasbitung.

Akibat dari adanya pandemi *Covid-19* menyebabkan beberapa aktifitas di Indonesia khususnya di Pulau Jawa dibatasi. Dengan adanya penetapan Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) dan *social distancing*, sehingga hampir seluruh instansi baik negeri maupun swasta diterapkan *Work From Home* (WFH). Kebijakan ini memberikan dampak positif terhadap kualitas lingkungan, terutama pada kualitas udara. Adapun berbagai macam faktor yang mempengaruhi lingkungan pada faktor alamiah yang memiliki dampak pada kondisi iklim, dan juga faktor antropogenik yang juga berkaitan pada perilaku manusia. Fenomena ini menimbulkan dampak yang terbesar di berbagai sektoral. Sehingga diperlukan upaya-upaya pengendalian pencemaran udara, agar dampak tersebut dapat direduksi hingga seminimal mungkin.

Data satelit memiliki kelebihan-kelebihan tersendiri yang bermanfaat dalam upaya menganalisis persebaran polutan di udara, antaranya:

1. Penerapan penginderaan jarak jauh mampu mengidentifikasi dampak dari *Covid-19* terhadap kualitas udara dan juga emisi akibat transportasi dan industri, yang dapat meningkatkan wawasan baru bagi pembuat kebijakan dan praktisi.
2. Pemanfaatan citra satelit menunjukkan bahwa data satelit memiliki kemampuan untuk menunjukkan kualitas suatu udara.
3. Penggunaan aplikasi Giovanni cenderung lebih praktis, dimana pengguna dapat secara langsung melakukan pengecekan tanpa terhambat oleh perizinan atau waktu.
4. Data historis dapat diakses dalam jangka waktu yang cukup lama (41 tahun) untuk satelit MERRA-2, yang memudahkan masyarakat dalam mengetahui fluktuasi persebaran polutan AOD di udara dari segi kualitas udara tiap tahunnya. Sehingga upaya pencegahan dapat direncanakan untuk pengendalian pencemaran udara di tahun-tahun berikutnya.

#### **KESIMPULAN**

Persebaran AOD di Pulau Jawa wilayah Barat terkonsentrasi pada Provinsi Banten dan Provinsi Jawa Barat. Dengan memanfaatkan pemantauan satelit menunjukkan pada 2019 nilai konsentrasi AOD cenderung lebih tinggi dibandingkan tahun 2020. Penurunan nilai konsentrasi AOD mulai terlihat semenjak bulan

Agustus 2020 dimana pada bulan ini nilai konsentrasi AOD adalah yang tertinggi (0,3052) dan terus mengalami penurunan hingga bulan Desember yang memiliki nilai konsentrasi terendah (0,1508). Citra satelit MERRA-2 menunjukkan nilai konsentrasi AOD tertinggi terjadi pada bulan Agustus, yang tepatnya terkonsentrasi pada Rangkasbitung, Depok, dan Bogor, saat pandemi *COVID-19* masih berlangsung.

Pemanfaatan citra satelit memiliki kelebihan dan kekurangan. Dimana kelebihan adalah, pengamatan dapat mencakup area yang sangat luas dan data diambil secara berkala dalam tempo tertentu. Sedangkan kekurangan dari pemanfaatan citra satelit adalah pemberian informasi yang terbatas sesuai dengan kemampuan sensornya dan juga diperlukan data lapangan sebagai kontrol untuk mendapatkan hasil konsentrasi.

Pemanfaatan citra satelit memiliki kelebihan dan kekurangan. Dimana pengamatan dapat mencakup area yang sangat luas dan data dapat diambil secara berkala dalam tempo tertentu. Sedangkan kekurangannya adalah, pemberian informasi yang terbatas pada kemampuan sensor dan juga dibutuhkan data lapangan sebagai kontrol untuk mendapatkan hasil korelasi.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Damaledo, Y D. 2021. 2 Maret 2020 Kasus Pertama Corona di Indonesia.
- Dzulfaroh, A N, 2021. WHO Tetapkan *Covid-19* sebagai Pandemi Global.
- Faisol, E. 2011. Kualitas Air dan Udara di Jawa Terburuk Nasional.
- Gelaro R, McCarty W, Suarez M.J, Todling R, Molod A, [...], Zhao B. (2017). The Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, Version 2(MERRA-2). Global Modeling and Assimilation (GMAO). 2015. MERRA-2 inst3\_3d\_asm\_Np: 3d,3-Hourly,Instantaneous,Pressure-Level,Assimilation,Assimilated Meteorological Fields V5.12.4, Greenbelt, MD, USA, Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center(GES DISC)

- Kokhanovsky, Alexander. 2008. Aerosol Optics: Light Absorption and Scattering by Particles in the Atmosphere.
- Liu Z. Dan James Acker. 2017. *Giovanni: the Bridge Between Data and Science*.
- Randles, C. A., and et al. , 2017: The MERRA-2 aerosol reanalysis, 1980 onward. Part I: System description and data assimilation evaluation. *J. Climate*, doi:10.1175/JCLI-D-16-0609.1
- Syafrijon. 2019. Model Kualitas Udara Berbasis Data AOD Satelit dan Data PM<sub>10</sub> Insitu Untuk Wilayah Indonesia.