UNIVERSITAS
GADJAH MADA
INTEGRASI CITRA PENGINDERAAN JAUH DAN DATA AKTIVITAS MANUSIA DALAM ANALISIS SPASIO-TEMPORAL RISIKO POLUSI UDARA DI PULAU JAWA
Salsabila, Prof. Dr. Drs. R. Suharyadi, M.Sc.; Dr. Nur Mohammad Farda, S.Si., M.Cs.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTEGRASI CITRA PENGINDERAAN JAUH DAN DATA AKTIVITAS MANUSIA DALAM ANALISIS SPASIO-TEMPORAL RISIKO POLUSI UDARA DI PULAU JAWA

Oleh
Salsabila (23/512336/PGE/01562)
Pembimbing Kesatu: Prof. Dr. Drs. R. Suharyadi, M.Sc.
Pembimbing Kedua: Dr. Nur Mohammad Farda, S.Si., M.Cs.

INTISARI

Aktivitas transportasi, industri, dan tingginya kepadatan penduduk di Pulau Jawa menyebabkan peningkatan polusi udara. Keterbatasan stasiun pemantauan *in-situ* menjadikan penginderaan jauh sebagai alternatif untuk memantau polusi udara secara spasial dan temporal yang lebih komprehensif. Untuk itu, diperlukan pendekatan yang mampu mendukung analisis risiko polusi udara di Pulau Jawa.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) memetakan risiko polusi udara di Pulau Jawa menggunakan data penginderaan jauh; (2) menganalisis dinamika polusi udara di Pulau Jawa secara temporal berdasarkan pola aktivitas manusia.; serta (3) mengembangkan *platform* visualisasi berbasis *website* yang mampu memberikan visualisasi spasial terkait dinamika polusi udara di Pulau Jawa

Data yang digunakan berupa citra penginderaan jauh multisensor Sentinel-5P (NO_2, SO_2, CO, dan O_3) serta MODIS ($PM_{2.5}$ dan PM_{10}), yang dikombinasikan dengan data antropogenik berupa jaringan jalan, kawasan industri, volume kendaraan bermotor, dan kepadatan penduduk. Seluruh data diintegrasikan ke dalam model Hazard–Vulnerability–Exposure (H-V-E) untuk memetakan risiko polusi udara di Pulau Jawa. *Hazard* dibentuk dari agregasi konsentrasi polutan, *vulnerability* dari kepadatan penduduk WorldPop, serta *exposure* dari *Emission-weighted Traffic Index* (ETI) dan proporsi kawasan industri. Analisis temporal dilakukan menggunakan *Relative Change Index* (RCI) dan uji *Mann–Whitney U* berdasarkan tren bulanan, pola *weekday–weekend*, periode libur nasional, serta variasi musim. Seluruh hasil kemudian divisualisasikan melalui *website* berbasis *Flask* dan *Streamlit*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa wilayah dengan risiko polusi udara tinggi terkonsentrasi pada kawasan metropolitan dan industri di Pulau Jawa, seperti DKI Jakarta, Bandung, Surabaya, Gresik, dan Banten. Analisis temporal menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah cenderung mengalami penurunan konsentrasi polutan selama periode *weekend*, hari libur nasional, dan musim hujan. Akan tetapi, pola tersebut tidak berlaku secara seragam karena pada kawasan metropolitan dan kota wisata dengan mobilitas komuter yang tinggi, konsentrasi polutan dapat tetap tinggi. Temuan ini menunjukkan bahwa variasi spasial dan temporal polusi udara di Pulau Jawa merupakan hasil interaksi yang kompleks antara kegiatan industri, mobilitas penduduk, dan kondisi meteorologi. Selain itu, *website* yang dikembangkan mampu menyajikan visualisasi spasial dan temporal polusi udara secara interaktif melalui *dashboard* sehingga dapat mendukung penyampaian informasi kepada masyarakat.

Kata kunci: polusi udara, penginderaan jauh, Sentinel-5P, MODIS, antropogenik

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
INTEGRASI CITRA PENGINDERAAN JAUH DAN DATA AKTIVITAS MANUSIA DALAM ANALISIS SPASIO-TEMPORAL RISIKO POLUSI UDARA DI PULAU JAWA
Salsabila, Prof. Dr. Drs. R. Suharyadi, M.Sc.; Dr. Nur Mohammad Farda, S.Si., M.Cs.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTEGRATION OF REMOTE SENSING IMAGES AND HUMAN ACTIVITY DATA IN THE SPATIO-TEMPORAL ANALYSIS OF AIR POLLUTION RISK ON THE ISLAND OF JAVA

By
Salsabila (23/512336/PGE/01562)
First Supervisor: Prof. Dr. Drs. R. Suharyadi, M.Sc.
Second Supervisor: Dr. Nur Mohammad Farda, S.Si., M.Cs.

ABSTRACT

Transport and industrial activities, coupled with high population density on the island of Java, have led to increased air pollution. The limited number of in-situ monitoring stations makes remote sensing a viable alternative for monitoring air pollution in a more comprehensive manner, both spatially and temporally. Consequently, an approach is required that can support the analysis of air pollution risks on the island of Java.

This study aims to: (1) map air pollution risks on Java using remote sensing data; (2) analyse the temporal dynamics of air pollution on Java based on patterns of human activity; and (3) develop a web-based visualisation platform capable of providing spatial visualisations of air pollution dynamics on Java

The data used includes Sentinel-5P multisensor remote sensing imagery (NO_2, SO_2, CO, and O_3) and MODIS ($PM_{2.5}$ and PM_{10}), combined with anthropogenic data such as road networks, industrial areas, motor vehicle volumes, and population density. All data were integrated into a Hazard–Vulnerability–Exposure (H-V-E) model to map air pollution risks on the island of Java. Hazard was derived from the aggregation of pollutant concentrations, vulnerability from the WorldPop population density, and exposure from Emission-weighted Traffic Index (ETI) and the proportion of industrial areas. Temporal analysis was conducted using the Relative Change Index (RCI) and the Mann–Whitney U test based on monthly trends, weekday–weekend patterns, national holiday periods, and seasonal variations. All results were then visualised via a website built using Flask and Streamlit.

The research findings indicate that areas with a high risk of air pollution are concentrated in metropolitan and industrial regions on the island of Java, such as DKI Jakarta, Bandung, Surabaya, Gresik and Banten. Temporal analysis indicates that most areas tend to experience a decrease in pollutant concentrations during weekends, public holidays and the rainy season. However, this pattern does not apply uniformly, as in metropolitan areas and tourist cities with high commuter mobility, pollutant concentrations may remain high. These findings indicate that the spatial and temporal variations in air pollution on the island of Java result from a complex interplay between industrial activity, population mobility and meteorological conditions. Furthermore, the website developed is capable of presenting interactive spatial and temporal visualisations of air pollution via a dashboard, thereby supporting the dissemination of information to the public.

***Keywords**: air pollution, remote sensing, Sentinel-5P, MODIS, anthropogenic*