

Intisari

Daerah metropolitan Jadetabek tengah menghadapi permasalahan polusi udara oleh polutan PM2.5. Ditambah lagi, alat monitoring yang tersedia di daerah ini belum mampu menggambarkan distribusi polusi PM2.5 secara spasial. Dengan demikian dilakukan penelitian pengembangan model-model regresi linier untuk mengestimasi konsentrasi PM2.5 dari citra Landsat 9 ini. Hal ini bertujuan sebagai upaya monitoring dispersi polutan PM2.5 secara spasial di daerah metropolitan Jadetabek.

Penelitian ini berusaha menghubungkan parameter citra Landsat 9 dan PM2.5 lapang dengan regresi linier pada kondisi band tunggal dan berganda. Parameter Landsat 9 meliputi *aerosol optical depth* (AOD) band 1-5, reflektansi awan sirus band 9, dan radiansi termal atmosfer band 10. Pada kondisi band berganda, kombinasi band-band ideal ditentukan dengan aturan kombinasi, koefisien determinasi (R^2), dan nilai evaluasi akurasi. Hasil tersebut kemudian dijadikan acuan dalam pembuatan model estimasi PM2.5. Selain itu, untuk dapat menjangkau variabilitas data, dilakukan pengelompokan dan perata-rataan data. Data PM2.5 dan citra Landsat 9 dikelompokkan berdasarkan pembagian kuartal tahun dan faktor meteorologis bulanan metode Mohr dan Oldeman di daerah Jadetabek. Model-model tersebut kemudian diujikan pada data-data training dan data-data baru untuk menilai akurasi. Adapun akurasi model estimasi dinilai dengan nilai korelasi antara PM2.5 estimasi dan PM2.5 aktual. Standar ideal korelasi hubungan adalah positif sangat kuat atau $r > 0.8$. Selain itu, model juga dinilai berdasarkan jumlah hasil estimasi idealnya pada data-data uji dengan proporsi mencapai lebih dari 80%. Lebih lanjut lagi, hasil pengujian juga dihubungkan dengan faktor meteorologis berupa pola hujan bulanan selama 10 tahun terakhir di Jadetabek menggunakan hubungan linier.

Hubungan regresi linier PM2.5 band tunggal dan band berganda menghasilkan parameter akurasi yang berbeda-beda. Pada kondisi band tunggal, nilai determinasi hubungannya variatif secara spasio-temporal. Sedangkan pada band berganda, kombinasi band menghasilkan nilai determinasi yang lebih baik daripada band tunggal. Puncaknya, kombinasi tujuh band menjadi kombinasi model terbaik dengan rata-rata $R^2 > 0.95$. Kemudian pemodelan regresi linier tujuh band berdasarkan pengelompokan dan perata-rataan data menghasilkan 10 model estimasi PM2.5 dengan rata-rata $R^2 > 0.99$. Namun, pada pengujiannya, model-model tersebut belum dapat menghasilkan estimasi yang ideal. Hal ini karena proporsi hasil estimasi ideal belum mencapai 80% baik pada data-data terlatih maupun tidak terlatih. Selain itu, hasil pengujian menunjukkan kelompok model Mohr menghasilkan estimasi berkorelasi positif yang lebih banyak dibandingkan kelompok lainnya. Adapun kaitannya dengan faktor meteorologis, didapatkan hasil bahwa pola hujan bulanan 10 tahun terakhir di Jadetabek berkorelasi sangat lemah terhadap hasil estimasi model.

Kata kunci: PM2.5, Jadetabek, Landsat 9, model, regresi linier,

Abstract

The Jadetabek metropolitan area faces serious air pollution problems caused by PM2.5 particulates. Existing monitoring equipment in the region is insufficient to capture the spatial distribution of PM2.5 concentrations. To address this gap, this study developed linear regression models to estimate PM2.5 concentrations from Landsat 9 imagery, aiming to provide spatially explicit air quality monitoring in the Jadetabek area.

Landsat 9 imagery parameters, specifically aerosol optical depth (AOD) bands 1–5, the cirrus cloud reflectance band 9, and the atmospheric thermal radiance band 10, were linked to field-measured PM2.5 data under both single-band and multiple-band conditions. In the multiple-band approach, the optimal band combination was determined using combination rules, the coefficient of determination (R^2), and accuracy evaluation metrics. These optimal combinations served as the basis for developing PM2.5 estimation models. To address data variability, PM2.5 measurements and Landsat 9 imagery were grouped and averaged according to quarterly and monthly meteorological classifications using the Mohr and Oldeman method. The models were tested on both training and independent datasets, with performance evaluated by correlation strength (ideal threshold: $r > 0.8$) and the proportion of ideal estimates (target: $>80\%$). Model reliability was further analyzed in relation to meteorological factors, specifically monthly rainfall patterns over the past 10 years.

Results showed that single-band models produced varying spatial and temporal correlations, whereas multiple-band models generally outperformed single-band models. The optimal configuration was a seven-band combination, achieving an average $R^2 > 0.95$. Grouping and averaging the data yielded 10 PM2.5 estimation models with an average $R^2 > 0.99$. However, model testing revealed that none achieved the target of 80% ideal estimates for both training and independent datasets. Among the groupings, the Mohr model class produced a higher proportion of ideal estimates than other classifications. Meteorological analysis indicated that monthly rainfall patterns over the past decade had a very weak correlation with model performance, suggesting minimal climate influence on estimation accuracy.

Keywords: PM2.5, Jadetabek, Landsat 9, model, linear regression