

INTISARI

CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK KLASIFIKASI CURAH HUJAN MENGGUNAKAN CITRA SATELIT DAN RADAR

Oleh:

Andi Patombongi
22/495377/SPA/00842

Peningkatan akurasi klasifikasi curah hujan menjadi salah satu tantangan utama dalam observasi meteorologi. Meskipun penelitian terdahulu telah berupaya meningkatkan akurasi melalui fusi data peta angin dan radar, pendekatan tersebut masih memiliki keterbatasan operasional. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan fusi citra satelit *geostationer* Himawari-8 dan data radar menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mencapai tingkat akurasi yang lebih komprehensif. Dalam proses pengambilan data operasional dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), ditemukan masalah krusial berupa sering terjadinya kekosongan observasi radar. Untuk merespons masalah tersebut, penelitian ini dikembangkan dengan menambahkan tahap rekonstruksi *Composite Reflectivity* (CREF) guna mengisi kekosongan data. Pada tahap rekonstruksi, arsitektur U-Net digunakan untuk memetakan kanal satelit (VIS/IR) ke reflektivitas radar, di mana evaluasi menunjukkan bahwa model berbasis kanal *Visible/Near-Infrared* (VIS/NIR) lebih unggul dibandingkan kanal *Infrared* (IR) pada siang hari. Setelah kekosongan data teratasi, klasifikasi curah hujan dilakukan menggunakan model U-Net yang diperkaya dengan modul *Atrous Spatial Pyramid Pooling* (ASPP) dan representasi 3D *Spatio-Temporal* (3D STEM). Fusi data satelit dan radar memberikan nilai tambah secara empiris berdasarkan hasil evaluasi pada data uji. Implementasi U-Net+ASPP+3D STEM berhasil meningkatkan metrik makro F1-score menjadi 0,5004 dan makro *Threat Score* (TS) menjadi 0,3540, serta secara efektif mereduksi kecenderungan *underforecast* pada kejadian hujan berintensitas menengah hingga tinggi. Integrasi metode rekonstruksi dan fusi data ini secara keseluruhan menghasilkan sistem pemantauan curah hujan yang lebih akurat dan tangguh dibandingkan metode fusi sebelumnya.

Kata Kunci: Klasifikasi Curah Hujan, *Convolutional Neural Network*, Fusi Data, Satelit Himawari-8, Radar Cuaca.

ABSTRACT

CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK FOR RAINFALL CLASSIFICATION USING SATELLITE IMAGERY AND RADAR DATA

By:

Andi Patombongi
22/495377/SPA/00842

Improving the accuracy of *rainfall* classification remains a primary challenge in meteorological observation. Although previous studies have attempted to enhance accuracy through the fusion of wind map and radar data, this approach still presents operational limitations. Therefore, this study proposes the data fusion of Himawari-8 geostationary satellite imagery and radar observations using a Convolutional Neural Network (CNN) to achieve a more comprehensive level of accuracy. During the operational data acquisition from the Meteorology, Climatology, and Geophysical Agency (BMKG), a crucial issue emerged involving frequent gaps in radar observations. To address this problem, the research was expanded to include a Composite Reflectivity (CREF) reconstruction phase designed to fill these data gaps. In the reconstruction stage, a U-Net architecture was utilized to map satellite channels (VIS/IR) to radar reflectivity, where evaluations indicated that the Visible/Near-Infrared (VIS/NIR) channel-based model outperformed the Infrared (IR) channel model during *daytime*. Once the data gaps were resolved, *rainfall* classification was conducted using a U-Net model enriched with *Atrous Spatial Pyramid Pooling* (ASPP) and 3D Spatio-Temporal (3D STEM) representations. The fusion of satellite and radar data proved to provide significant added value. The implementation of the U-Net+ASPP+3D STEM architecture successfully increased the *macro* F1-score to 0,5004 and the *macro Threat Score* (TS) to 0,3540, while effectively reducing the *underforecast* tendency in medium to high-intensity *rainfall* events. Overall, the integration of this reconstruction and data fusion method yields a *rainfall* monitoring system that is substantially more accurate and robust compared to previous fusion methods.

Keywords: Rainfall Classification, Convolutional Neural Network, Data Fusion, Himawari-8 Satellite, Weather Radar.