

Estimasi Curah Hujan Berbasis Convolutional Neural Network-Long Short Term Memory (CNN-LSTM) dengan Input Video Kamera Pengawas = Rainfall Estimation Based on Convolutional Neural Network-Long Short-Term Memory (CNN-LSTM) Using Surveillance Camera Video Input

Erwan Herlandy, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920575169&lokasi=lokal>

Abstrak

Estimasi curah hujan yang akurat secara temporal menjadi tantangan penting dalam sistem pemantauan cuaca. Kamera pengawas (CCTV), yang kini banyak terpasang di ruang publik, memiliki keunggulan berupa ketersediaan luas dan kemampuan merekam kondisi cuaca dengan resolusi waktu tinggi hingga per detik, menjadikannya sumber data potensial untuk estimasi curah hujan secara real-time. Penelitian ini mengembangkan model estimasi curah hujan berbasis deep learning dengan memanfaatkan data video dari kamera pengawas, yang banyak tersedia dan mampu merekam kondisi cuaca dengan resolusi waktu tinggi. Permasalahan utama dalam pendekatan visual ini adalah menurunnya akurasi model akibat noise visual, kabut, dan kondisi pencahayaan yang rendah, terutama pada malam hari atau saat transisi waktu. Untuk menjawab tantangan tersebut, dikembangkan model hybrid convolutional neural network dan long short-term memory (CNN-LSTM) yang dirancang untuk mengenali pola spasial dan temporal secara bersamaan. Citra video diproses melalui tahap pra-pemrosesan berupa pemotongan ukuran menjadi 240×120 piksel, konversi ke grayscale, dan pengambilan 15 frame berdurasi 3 detik (5 FPS). Model kemudian dievaluasi pada berbagai konfigurasi dan kondisi waktu, termasuk skenario all-day yang mencakup pagi, siang, sore, dan malam. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan performa signifikan dibandingkan model CNN saja, terutama pada malam hari, dengan peningkatan nilai R^2 dari 0,82 menjadi 0,94. Pada skenario all-day, model mencapai nilai R^2 sebesar 0,96, MAE 0,03, MAAPE 0,45, NSE 0,96, dan KGE 0,98. Model yang diusulkan menunjukkan ketahanan terhadap variasi kondisi cahaya dan intensitas hujan, sehingga berpotensi untuk diimplementasikan dalam sistem estimasi curah hujan real-time yang dapat beroperasi secara konsisten selama 24 jam penuh, baik pada hujan ringan maupun lebat, dan dalam berbagai kondisi waktu serta pencahayaan.

.....Accurate temporal rainfall estimation remains a critical challenge in weather monitoring systems. Surveillance cameras (CCTV), which are now widely installed in public spaces, offer advantages such as broad availability and the ability to capture weather conditions with high temporal resolution—up to one frame per second—making them a promising data source for real-time rainfall estimation. This study proposes a deep learning-based rainfall estimation model utilizing video data from surveillance cameras, which are widely deployed and capable of capturing weather conditions at high temporal resolution. The main challenge of this visual-based approach lies in reduced model accuracy due to visual noise, fog, and low lighting conditions, especially at night or during rapid lighting transitions. To address these issues, a hybrid model combining Convolutional Neural Network (CNN) and Long Short-Term Memory (LSTM) was developed to capture both spatial and temporal patterns. The video frames underwent preprocessing steps including resizing to 240×120 pixels, grayscale conversion, and extraction of 15 frames over 3 seconds at 5 FPS. The model was evaluated under various configurations and time conditions, including an all-day

scenario covering morning, afternoon, evening, and night. Evaluation results showed significant performance improvement over CNN-only models, particularly under low-visibility conditions at night, with the coefficient of determination (R^2) increasing from 0.8236 to 0.9362. In the all-day scenario, the model achieved an R^2 of 0.9673, MAE of 0.0309, MAAPE of 0.4508, NSE of 0.9648, and KGE of 0.9776. These results demonstrate the model's robustness to varying lighting and rainfall intensity conditions, highlighting its potential for real-time rainfall estimation systems that can operate reliably across a full 24-hour cycle, including light and heavy rainfall events under diverse lighting environments.