Optimalisasi Kalender Tanam Berbasis Prediksi Curah Hujan Menggunakan Algoritma Random Forest dan
Simulasi Hidrologi SWAT di DAS Bogowonto untuk Mendukung Pengelolaan Irigasi di Daerah Irigasi Kedungputri
Yulian Kusuma Ari Setiadi, Hanggar Ganara Mawandha, S.T., M.Eng., Ph.D.; Prof. Dr. Ir. Sigit Supadmo, M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

OPTIMALISASI KALENDER TANAM BERBASIS PREDIKSI CURAH HUJAN MENGGUNAKAN ALGORITMA RANDOM FOREST DAN SIMULASI HIDROLOGI SWAT DI DAS BOGOWONTO UNTUK MENDUKUNG PENGELOLAAN IRIGASI DI DAERAH IRIGASI KEDUNGPUTRI

Oleh :
Yulian Kusuma Ari Setiadi

INTISARI

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh ketergantungan sistem irigasi di Indonesia pada bangunan bendung sungai sebagai sumber air utama dalam sebagian besar jaringan irigasi teknis, sehingga ketersediaan air di tingkat petak sangat bergantung pada pola hujan dan debit sungai di daerah hulu. Di Daerah Aliran Sungai (DAS) Bogowonto yang memasok Daerah Irigasi (DI) Kedung Putri, perubahan iklim dan variabilitas iklim antartahun menyebabkan pola hujan dan debit sungai semakin tidak menentu, sehingga kalender tanam konvensional berbasis rata-rata historis dan Rencana Tata Tanam Global (RTTG) sering kurang selaras dengan debit aktual dan berpotensi menimbulkan defisit air pada musim tanam tertentu. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model prediksi curah hujan menggunakan algoritma Random Forest, mengintegrasikan hasil prediksi sebagai input simulasi debit sungai dengan *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT), serta menyusun kalender tanam adaptif berbasis proyeksi ketersediaan air untuk mendukung pengelolaan irigasi di DI Kedung Putri. Lokasi penelitian berada di DAS Bogowonto dan DI Kedung Putri dengan data harian curah hujan, iklim, dan debit periode 2002-2024 dari BBWS Serayu Opak serta data DEM, penggunaan lahan, dan jenis tanah dari BIG. Tahapan penelitian mencakup pra-pemrosesan deret waktu, transformasi dan rekayasa fitur musiman, pengembangan Random Forest rekursif dan semi-rekursif pada beberapa skala waktu dengan optimasi *hyperparameter* menggunakan *grid search*, serta penyusunan dan kalibrasi model SWAT melalui pembentukan sub-DAS dan unit respon hidrologi. Hasil menunjukkan bahwa prediksi curah hujan terbaik diperoleh dari skema semi-rekursif bulanan, dengan nilai *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE) hingga 0,68 dan koefisien determinasi (R^2) hingga 0,85. Simulasi debit SWAT untuk data prediksi setelah kalibrasi menghasilkan NSE 0,335 dan R^2 0,415 yang masuk kategori kurang, sedangkan Percent Bias (PBIAS) 15,74% berada pada kategori cukup sehingga simulasi masih dapat digunakan secara hati-hati untuk proyeksi debit irigasi. Integrasi prediksi hujan bulanan ke dalam SWAT menghasilkan kalender tanam adaptif berupa dua musim padi dan satu musim palawija yang diatur dengan sistem golongan agar kebutuhan air tidak melebihi debit tersedia, terutama pada musim kemarau, sehingga mendukung penyesuaian RTTG dan pengambilan keputusan pengelolaan irigasi di DI Kedung Putri.

Kata kunci: Kalender tanam, prediksi curah hujan, Algoritma Random Forest, simulasi hidrologi SWAT, pengelolaan air irigasi

Optimalisasi Kalender Tanam Berbasis Prediksi Curah Hujan Menggunakan Algoritma Random Forest dan
Simulasi Hidrologi SWAT di DAS Bogowonto untuk Mendukung Pengelolaan Irigasi di Daerah Irigasi Kedungputri
Yulian Kusuma Ari Setiadi, Hanggar Ganara Mawandha, S.T., M.Eng., Ph.D.; Prof. Dr. Ir. Sigit Supadmo, M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

OPTIMIZATION OF PLANTING CALENDAR BASED ON RAINFALL PREDICTION USING THE RANDOM FOREST ALGORITHM AND SWAT HYDROLOGICAL SIMULATION IN THE BOGOWONTO WATERSHED TO SUPPORT IRRIGATION MANAGEMENT IN THE KEDUNGPUTRI IRRIGATION AREA

By :
Yulian Kusuma Ari Setiadi

ABSTRACT

This study is motivated by the strong dependence of irrigation systems in Indonesia on river diversion weirs as the main water source in most technical irrigation networks, so that water availability at field level is highly controlled by rainfall patterns and upstream river discharge. In the Bogowonto watershed, which supplies the Kedung Putri irrigation area, climate change and interannual climate variability have made rainfall and streamflow patterns increasingly uncertain, so that conventional crop calendars based on historical averages and the Global Cropping Plan (RTTG) are often not aligned with actual river discharge and may lead to water deficits in certain growing seasons. The research aims to develop a rainfall prediction model using the Random Forest algorithm, integrate the prediction results as input for river discharge simulation with the Soil and Water Assessment Tool (SWAT), and formulate an adaptive crop calendar based on projected water availability to support irrigation management in the Kedung Putri irrigation area. The study area covers the Bogowonto watershed and Kedung Putri scheme, using daily rainfall, climate, and discharge data for the period 2002-2024 from BBWS Serayu Opak, as well as DEM, land use, and soil data from BIG. The methodological framework includes time series preprocessing, seasonal feature transformation and engineering, development of recursive and semi-recursive Random Forest models at several temporal scales with hyperparameter optimization using grid search, and SWAT setup and calibration through delineation of sub-basins and hydrologic response units. The results show that the best rainfall prediction is obtained from the semi-recursive monthly scheme, with Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) values up to 0.68 and coefficients of determination (R^2) up to 0.85. For streamflow, SWAT discharge simulation for predicted data after calibration yields NSE of 0.335 and R^2 of 0.415, which do not satisfy the "satisfactory" thresholds proposed by Moriasi et al. (2007), whereas Percent Bias (PBIAS) of 15.74% falls within the acceptable range for streamflow, indicating that the simulated discharge can still be used cautiously for irrigation planning. Integration of monthly rainfall predictions into SWAT produces an adaptive crop calendar consisting of two rice seasons and one upland crop season, scheduled by irrigation groups so that water demand does not exceed available discharge, particularly in the dry season, thereby supporting RTTG adjustment and irrigation management decision-making in the Kedung Putri irrigation area.

Keywords: Crop calendar, rainfall prediction, Random Forest algorithm, SWAT hydrological simulation, irrigation water management