Pengembangan Sistem Irigasi Sprinkler Otomatis Berbasis Metode Hysteresis untuk Efisiensi Penggunaan
Air di Lahan Pasir Pantai
Rizqi Asy'ari Ramadhan, Ir. Andri Prima Nugroho, S.T.P., M.Sc., Ph.D, IPU, ASEAN Eng., APEC Eng.; Dr. Ir. Murtinir
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

PENGEMBANGAN SISTEM IRIGASI *SPRINKLER* OTOMATIS BERBASIS METODE *HYSTERESIS* UNTUK EFISIENSI PENGGUNAAN AIR DI LAHAN PASIR PANTAI

INTISARI

Oleh:
RIZQI ASY'ARI RAMADHAN
22/504782/TP/13631

Lahan pasir pantai memiliki kemampuan menahan air yang rendah sehingga membutuhkan sistem irigasi yang mampu memberikan air sesuai kebutuhan tanaman untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem irigasi *sprinkler* otomatis berbasis metode *hysteresis* yang terintegrasi *Internet of Things* (IoT) menggunakan sensor lengas tanah pada lahan pasir pantai serta menganalisis potensi efisiensi penggunaan air dibandingkan dengan praktik penyiraman konvensional berdasarkan kebiasaan petani. Sistem dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32-S3, sensor lengas tanah RS485 Modbus, modul komunikasi SIM800L, *cloud server*, serta unit aktuator yang mengendalikan pompa dan *solenoid valve* berdasarkan nilai ambang batas (*threshold*) metode *hysteresis*. Kinerja sensor dievaluasi melalui uji regresi linear, *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), dan *Root Mean Square Error* (RMSE). Hasil kalibrasi menunjukkan bahwa ketiga sensor memiliki koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9382; 0,9652; dan 0,9277, dengan nilai MAPE masing-masing 1,16%; 1,00%; dan 1,82%, serta RMSE sebesar 0,43; 0,29; dan 0,47, yang menunjukkan tingkat akurasi pengukuran yang baik. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan monitoring lengas tanah secara *real-time* dan mengendalikan penyiraman secara otomatis menggunakan metode *hysteresis* berdasarkan kondisi aktual tanah. Analisis penggunaan air menunjukkan bahwa selama tiga hari pengamatan sistem otomatis menggunakan air sebanyak 790,16 L, sedangkan estimasi penggunaan air pada praktik penyiraman konvensional sebesar 951,00 L. Berdasarkan hasil tersebut, sistem yang dikembangkan memberikan potensi penghematan air sebesar 160,84 L atau sekitar 16,91% dibandingkan praktik penyiraman konvensional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem irigasi *sprinkler* otomatis berbasis metode *hysteresis* mampu mendukung pengelolaan irigasi yang lebih adaptif dan berpotensi meningkatkan efisiensi penggunaan air pada lahan pasir pantai.

Kata kunci: metode *hysteresis*, *Internet of Things* (IoT), irigasi *sprinkler* otomatis, sensor lengas tanah, efisiensi penggunaan air

Pembimbing: 1. Ir. Andri Prima Nugroho, S.T.P., M.Sc., Ph.D, IPU, ASEAN Eng., APEC Eng.

2. Dr. Ir. Murtiningrum, S.T.P., M.Eng., IPM. ASEAN Eng.

Pengembangan Sistem Irigasi Sprinkler Otomatis Berbasis Metode Hysteresis untuk Efisiensi Penggunaan
Air di Lahan Pasir Pantai
Rizqi Asy'ari Ramadhan, Ir. Andri Prima Nugroho, S.T.P., M.Sc., Ph.D, IPU, ASEAN Eng., APEC Eng.; Dr. Ir. Murtinin
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DEVELOPMENT OF A HYSTERESIS-BASED AUTOMATIC SPRINKLER IRRIGATION SYSTEM FOR WATER USE EFFICIENCY ON COASTAL SANDY LAND

ABSTRACT

By:

RIZQI ASY'ARI RAMADHAN
22/504782/TP/13631

Coastal sandy soils have a low water-holding capacity, requiring an irrigation system capable of supplying water according to crop water requirements to improve water use efficiency. This study aimed to develop a hysteresis-based automatic sprinkler irrigation system integrated with the Internet of Things (IoT) using soil moisture sensors for coastal sandy land and to analyze its potential water use efficiency compared with conventional irrigation practices based on farmers' watering habits. The system consisted of an ESP32-S3 microcontroller, RS485 Modbus soil moisture sensors, a SIM800L communication module, a cloud server, and an actuator unit that controlled a water pump and a solenoid valve based on hysteresis threshold values. Sensor performance was evaluated using linear regression analysis, Mean Absolute Percentage Error (MAPE), and Root Mean Square Error (RMSE). The calibration results showed that the three sensors achieved coefficients of determination (R^2) of 0.9382, 0.9652, and 0.9277, with MAPE values of 1.16%, 1.00%, and 1.82%, and RMSE values of 0.43, 0.29, and 0.47, respectively, indicating good measurement accuracy. The implementation results demonstrated that the system was capable of monitoring soil moisture in real time and automatically controlling irrigation using the hysteresis method based on actual soil moisture conditions. Water use analysis showed that the automatic irrigation system consumed 790.16 L of water over a three-day observation period, whereas the estimated water use under conventional irrigation practices was 951.00 L. Accordingly, the developed system demonstrated a potential water saving of 160.84 L, equivalent to approximately 16.91%, compared with conventional irrigation practices. These findings indicate that the hysteresis-based automatic sprinkler irrigation system can support more adaptive irrigation management and has the potential to improve water use efficiency on coastal sandy land.Keywords**:** Internet of Things (IoT), automatic sprinkler irrigation, soil moisture sensor, coastal sandy land, water use efficiency.

Keywords: hysteresis method, Internet of Things (IoT), automatic sprinkler irrigation, soil moisture sensor, water use efficiency.

Supervisor: 1. Ir. Andri Prima Nugroho, S.T.P., M.Sc., Ph.D, IPU, ASEAN Eng., APEC Eng.

2. Dr. Ir. Murtiningrum, S.T.P., M.Eng., IPM. ASEAN Eng.