

ABSTRACT

This research aims to develop an IoT system with standalone operation for a smart greenhouse that can function offline, particularly in areas with limited internet connectivity. The system is designed to integrate Internet of Things (IoT) technology, sensors, and microcontrollers to support automated monitoring and control of environmental parameters such as temperature and humidity. By utilizing a Single Board Computer (SBC) as the central processor for local data handling, the system is capable of storing and analyzing data independently using a local-first architecture. The watering mechanism is managed via a relay module connected to a water pump, with support for manual activation, scheduled irrigation, and threshold-based automation through a web-based application. To enable remote monitoring and control when needed, the system leverages Cloudflare Tunnel, a secure tunneling solution that allows access to local applications without exposing network ports or relying on public IP addresses or complex cloud infrastructure. Testing demonstrates that the system operates reliably in both offline and remote-access modes, offering an adaptive solution to improve the efficiency and sustainability of modern agricultural practices.

Keywords: Smart greenhouse, Standalone Operation, IoT, Local Data Processing, Automated Irrigation.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem IoT dengan operasi mandiri untuk *Smart greenhouse* yang dapat berfungsi secara *offline*, khususnya di wilayah dengan keterbatasan konektivitas internet. Sistem ini dirancang untuk mengintegrasikan teknologi *Internet of Things* (IoT), sensor, dan mikrokontroler guna mendukung pemantauan serta pengendalian otomatis terhadap parameter lingkungan seperti suhu dan kelembapan. Dengan memanfaatkan *Single Board Computer* (SBC) sebagai pusat pengolahan data lokal, sistem mampu menyimpan dan menganalisis data secara mandiri menggunakan arsitektur *local-first*. Mekanisme penyiraman dikendalikan melalui modul relay yang terhubung ke pompa air, dengan dukungan kontrol manual, penyiraman terjadwal, dan otomatisasi berbasis ambang batas melalui aplikasi berbasis web. Untuk memungkinkan pemantauan dan pengendalian jarak jauh saat dibutuhkan, sistem memanfaatkan Cloudflare Tunnel sebagai solusi *tunneling* aman yang memungkinkan akses ke aplikasi lokal tanpa membuka port atau menggunakan IP publik, sehingga tidak bergantung pada infrastruktur *cloud* publik. Pengujian menunjukkan bahwa sistem beroperasi secara andal baik dalam mode *offline* maupun akses jarak jauh, sehingga memberikan solusi adaptif untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan praktik pertanian modern.

Kata kunci: *Smart greenhouse*, Operasi Mandiri, IoT, Pengolahan Data Lokal, Irigasi Otomatis.