

ABSTRAK

Pengujian sampel tanah secara konvensional di laboratorium membutuhkan waktu dan sering terkendala antrian, sehingga data unsur hara tidak selalu dapat diperoleh secara cepat untuk mendukung keputusan pemupukan di lapangan. Penelitian ini merancang dan membangun sistem Internet of Things (IoT) portabel untuk pemantauan unsur hara NPK tanah menggunakan mikrokontroler ESP32-S3. Tahap perancangan meliputi penyusunan arsitektur sistem, pemilihan komponen, diagram blok, diagram alir, wiring, skematik, desain 3D casing, serta rancangan firmware dan pengiriman data. Tahap implementasi meliputi perakitan perangkat keras, fabrikasi casing, integrasi sensor NPK RS485, modul MAX485, GPS NEO-M8N, OLED I2C, Keypad 4x4, Wi-Fi, serta Firebase Realtime Database.

Pengujian dilakukan melalui pengujian fungsional dan non-fungsional. Sensor NPK diuji menggunakan metode zeroing dengan aquades sebagai media blank, kemudian dibandingkan dengan nilai teoritis larutan pupuk NPK 16-16-16. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata error Nitrogen sebesar 6,12%, Fosfor 8,12%, Kalium 3,34%, dan rata-rata keseluruhan 5,86%. Jika dibandingkan dengan spesifikasi datasheet sensor sebesar $\pm 2\%$ F.S. pada rentang 0–1999 mg/kg, sebagian selisih pembacaan masih berada dalam batas toleransi, tetapi beberapa titik konsentrasi tinggi melebihi batas tersebut. Oleh karena itu, sensor lebih tepat digunakan sebagai indikator tren perubahan unsur hara, bukan sebagai pengganti uji laboratorium kimia. Pengujian GPS menunjukkan NEO-M8N memiliki performa lebih baik dibandingkan NEO-6M dengan rata-rata TTFF 23,67 detik, 5,33 satelit, dan deviasi koordinat $\pm 5,29$ meter, sedangkan NEO-6M memperoleh rata-rata TTFF 40,67 detik, 2,33 satelit, dan deviasi $\pm 19,43$ meter. Data pengukuran berupa ID sampel, nilai NPK, waktu, dan koordinat berhasil dikemas dalam format JSON dan dikirim ke Firebase Realtime Database selama skenario pengujian. Sistem yang dibangun dapat digunakan sebagai purwarupa awal pemantauan unsur hara tanah portabel berbasis lokasi dengan tetap memerlukan validasi laboratorium pada pengembangan berikutnya.

Kata Kunci: *Internet of Things, ESP32-S3, Sensor NPK, Modbus RS485, Zeroing, Geotagging.*