

ABSTRAK

Pemantauan tungku pemanas laboratorium secara manual dan tatap muka di Laboratorium Energi dan Nanomaterial, Universitas Jambi, tidak efisien dan menghambat fleksibilitas penelitian. Kontroler PID industri seperti Autonics TK4S-T4CN menawarkan kinerja tinggi namun terbatas pada operasi di tempat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengimplementasikan, dan memvalidasi sebuah gateway perangkat keras hibrida untuk mengatasi masalah ini.

Gateway sistem ini berfungsi untuk mengakuisisi data suhu dan tekanan pada tungku pemanas serta melaksanakan fungsi kontrol dua arah, termasuk pengiriman nilai setpoint. Implementasi gateway ini, dilakukan menggunakan Arduino Uno R4 WiFi yang berkomunikasi dengan pengendali PID Autonics TK4S-T4CN melalui konverter rs485 dan membaca sinyal analog dari sensor tekanan TPS30. Data suhu dan tekanan yang diperoleh kemudian dikirimkan ke server melalui protokol MQTT.

Hasil pengujian menunjukkan keberhasilan implementasi kontrol dua arah dengan tingkat keberhasilan eksekusi perintah sebesar 100% dan error rate 0% selama 2 jam operasi. Kinerja latensi sistem tercatat sangat responsif dengan rata-rata 106,31 ms pada akuisisi pasif dan kisaran 50-54 ms pada pengujian beban, jauh di bawah ambang batas timeout 2000 ms. Sistem terbukti konsisten dan deterministik dengan nilai jitter pasif sebesar 0,07 ms, meskipun terdapat lonjakan jitter hingga 18,2 ms pada instruksi kontrol ganda (ON/OFF) sebagai bentuk trade-off alami protokol Modbus RTU dalam menjaga integritas data. Dengan efisiensi protokol sebesar 9,69%, penelitian ini berhasil menghasilkan gateway perangkat keras yang akurat dan tangguh (robust) sebagai fondasi lapisan perangkat keras yang andal untuk pengembangan sistem monitoring dan kontrol tungku pemanas jarak jauh secara penuh.

Kata Kunci: *Gateway Perangkat Keras, Arduino Uno R4 WiFi, Modbus RTU, MQTT, Kontrol Tungku pemanas, Autonics TK4S, Monitoring Jarak Jauh.*