

ABSTRAK

Lingkungan ruang kelas yang sehat dan nyaman merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi efektivitas proses pembelajaran. Namun, proses pemantauan kondisi lingkungan ruang kelas di sekolah masih dilakukan secara manual sehingga kurang efektif dalam menyediakan informasi secara cepat, real-time, dan terdokumentasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dashboard pemantauan lingkungan ruang kelas berbasis web secara real-time melalui integrasi dengan sistem Internet of Things (IoT) dan Machine Learning. Pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode Agile Kanban dengan WIP limit 3 task untuk mengelola alur pengembangan secara iteratif, yang terbukti dapat memenuhi kebutuhan baru saat pengembangan berlangsung tanpa mengganggu fitur yang sudah selesai dikerjakan sebelumnya, dengan teknologi React.js, Tailwind CSS, Chart.js, Node.js, Express.js, dan Firebase Realtime Database.

Dashboard web yang dikembangkan menyediakan fitur pemantauan real-time melalui dashboard utama dan dashboard per kelas, visualisasi data historis dengan filter bulan/kelas/parameter, konfigurasi ambang batas oleh administrator, notifikasi browser untuk peringatan kelas yang berstatus bahaya atau tidak optimal, rekomendasi tindakan dari sistem Machine Learning, serta halaman historis teknis untuk pemantauan status perangkat IoT.

Pengujian dilakukan melalui lima metode, yaitu pengujian kotak hitam (Black Box Testing), menggunakan Katalon Studio terhadap 2 pengujian kasus uji seperti positive testing dan negative testing, pengujian kompatibilitas, pengujian API menggunakan Postman terhadap beberapa skenario pengujian, pengujian beban (Load Testing) menggunakan Apache JMeter dengan dua skenario meliputi simulasi akses website oleh 10 hingga 100 pengguna simultan dan simulasi pengiriman data dari 1 hingga 11 perangkat IoT, pengujian performa realtime terhadap latensi data sensor diterima backend server hingga data tampil di dashboard, serta pengujian keamanan SSL/TLS menggunakan layanan SSL Labs dari Qualys.

Hasil pengujian kotak hitam menunjukkan seluruh skenario pada 2 pengujian kasus uji berhasil sesuai yang diharapkan. Hasil pengujian kompatibilitas menunjukkan bahwa website pemantauan dapat diakses disemua browser modern, baik desktop maupun mobile. Hasil pengujian API menunjukkan semua endpoint API dapat diakses sesuai fungsinya pada sistem. Hasil pengujian beban akses dashboard menunjukkan sistem mampu menangani 100 pengguna dalam waktu 2 jam dengan rata-rata waktu respons 0,428 detik dan tingkat kegagalan 0,01%, serta mampu mengelola pengiriman data dari 11 perangkat IoT selama 13 jam dengan tingkat kehilangan data hanya 0,90%. Selain itu, pengujian performa realtime menunjukkan data sensor berhasil ditampilkan pada dashboard dengan rata-rata keseluruhan latensi sebesar 1,125 detik dengan nilai latensi maksimum 2 detik. Pengujian keamanan SSL/TLS menghasilkan rating A+ dari Qualys SSL Labs yang membuktikan komunikasi data terenkripsi dengan standar industri tertinggi. Seluruh hasil pengujian membuktikan sistem telah memenuhi kebutuhan fungsional dan non-fungsional yang telah ditetapkan.

Kata Kunci: Dashboard Web, Pemantauan Lingkungan Ruang Kelas, Agile Kanban, React.js, Node.js, Firebase Realtime Database.