

Sistem Booking Lapangan Berbasis IoT dengan Validasi Alpha Testing di GOR

Dwi Saputra Sopar Siagian
 Fakultas Teknik Elektro
 Universitas Telkom
 Bandung, Indonesia
 dwisopar@student.telkomuniversity.ac.id

Anggunmeka Luhur Prasasti
 Fakultas Teknik Elektro
 Universitas Telkom
 Bandung Indonesia
 anggunmeka@telkomuniversity.ac.id

Rogers Dwiputra Setiady
 Fakultas Teknik Elektro
 Universitas Telkom
 Bandung, Indonesia
 rogerssetiady@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — *Manajemen Gelanggang Olahraga (GOR) yang masih mengandalkan sistem manual menghadapi tantangan inefisiensi signifikan, termasuk konflik penjadwalan dan kesulitan pengguna dalam mengakses informasi ketersediaan lapangan secara real-time. Ketidadaan data yang akurat ini menurunkan kualitas layanan dan pengalaman pengguna secara keseluruhan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membangun, dan memvalidasi fungsionalitas sebuah sistem monitoring lapangan berbasis Internet of Things (IoT) sebagai fondasi untuk platform booking terintegrasi, dengan fokus utama pada evaluasi kelayakan teknis dan keandalan komponen perangkat keras. Metodologi penelitian mencakup perancangan perangkat keras menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor Light Dependent Resistor (LDR) untuk mendeteksi status penggunaan lapangan berdasarkan intensitas cahaya, yang datanya ditransmisikan ke database real-time. Kinerja perangkat dievaluasi secara komprehensif melalui Alpha Testing dengan pendekatan Blackbox Testing untuk memverifikasi fungsionalitas inti dan penanganan gangguan. Hasil pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan fungsional sebesar 100% pada seluruh skenario pengujian perangkat keras. Perangkat terbukti andal dalam mendeteksi perubahan status secara akurat, pulih secara otonom dari gangguan, serta menjaga integritas data. Disimpulkan bahwa sistem monitoring berbasis ESP32 yang dikembangkan memiliki stabilitas dan validitas fungsional yang tinggi, membuktikan bahwa perangkat keras ini dapat menjadi fondasi teknologi yang efektif untuk modernisasi manajemen GOR.*

Kata kunci— Internet of Things, ESP32, alpha testing, monitoring lapangan, perangkat keras, sensor LDR.

I. PENDAHULUAN

Manajemen fasilitas olahraga publik seperti Gelanggang Olahraga (GOR) dihadapkan pada tantangan operasional yang signifikan akibat ketergantungan pada sistem manual. Proses konvensional ini mengakibatkan inefisiensi, seperti konflik penjadwalan, ketidakakuratan informasi ketersediaan, dan alokasi sumber daya yang tidak optimal untuk pengawasan fisik. Berbagai studi telah menggarisbawahi bahwa sistem manual ini dinilai kurang efisien karena penyewa harus datang langsung ke lokasi untuk melakukan reservasi[1], [2]. Kondisi ini secara langsung berdampak negatif pada pengalaman pengguna dan potensi pendapatan fasilitas.

Meskipun berbagai solusi digital berbasis platform pemesanan telah dikembangkan untuk mengatasi masalah ini [3], [4], celah penelitian yang signifikan tetap ada. Cela-

tersebut adalah kurangnya integrasi sistem pemesanan dengan data monitoring kondisi lapangan yang bersifat dinamis dan *real-time*. Sistem pemesanan tanpa data aktual dari lapangan gagal mengatasi masalah fundamental terkait akurasi informasi. Teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan potensi untuk mengisi celah ini melalui otomasi akuisisi data lapangan untuk manajemen fasilitas cerdas (*smart facility*) [5].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengimplementasikan, dan yang terpenting, memvalidasi secara fungsional sebuah sistem monitoring perangkat keras berbasis IoT. Fokus utama adalah untuk mengevaluasi keandalan dan akurasi mikrokontroler ESP32 dan sensor LDR dalam menyediakan data status lapangan yang valid. Melalui *Alpha Testing* yang sistematis, penelitian ini akan memberikan bukti empiris mengenai kelayakan teknis perangkat keras sebagai fondasi untuk sistem manajemen GOR terintegrasi yang lebih efisien dan transparan.

II. KAJIAN TEORI

A. Internet of Things (IoT) dalam Manajemen Fasilitas

Internet of Things (IoT) adalah sebuah paradigma jaringan di mana objek fisik dilengkapi sensor dan koneksi untuk akuisisi dan pertukaran data secara otonom[6]. Dalam konteks manajemen fasilitas, IoT memungkinkan pemantauan dan kontrol aset secara *real-time*[7], yang mengarah pada konsep *smart facility*. Implementasi teknologi ini dapat meningkatkan efisiensi operasional secara signifikan dengan menyediakan data akurat untuk pengambilan keputusan.

B. Internet of Things (IoT)

ESP32 adalah *System on a Chip* (SoC) yang mengintegrasikan mikrokontroler dengan koneksi WiFi, menjadikannya platform yang efisien untuk aplikasi IoT[8]. Konsumsi daya yang rendah dan kemampuannya untuk memproses data dari sensor eksternal membuatnya ideal untuk perangkat monitoring yang beroperasi secara kontinu. Dalam penelitian ini, ESP32 berfungsi sebagai unit pemrosesan pusat yang mengakuisisi data sensor dan mentransmisikannya ke *database firebasae*[9], [10].

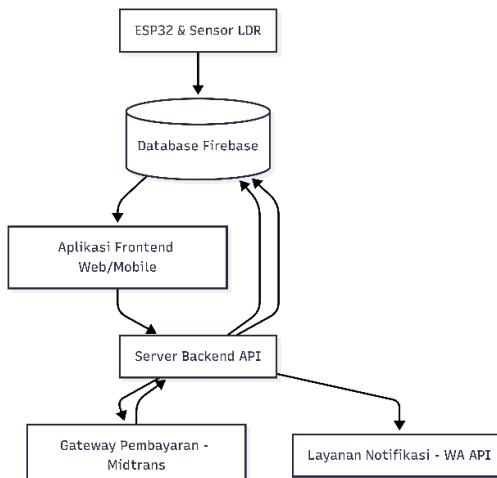
C. Alpha Testing

Alpha Testing merupakan fase verifikasi internal dalam siklus pengembangan sistem, yang dilakukan oleh tim pengembang dalam lingkungan terkontrol. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi defisiensi fungsional dan bug

sebelum sistem dihadapkan pada pengguna eksternal. Pendekatan Blackbox Testing digunakan untuk mengevaluasi fungsionalitas sistem berdasarkan input dan output[11], [12], tanpa memerlukan pengetahuan tentang struktur internal kode, . Metode ini relevan untuk validasi kinerja perangkat keras dari perspektif operasional.

III. METODE

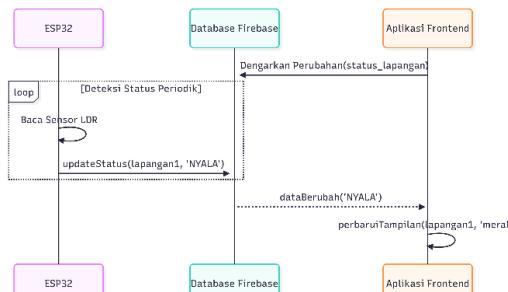
Desain penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (*R&D*). Arsitektur sistem yang dikembangkan, mengintegrasikan perangkat keras IoT dengan *backend* berbasis *cloud* dan antarmuka *frontend*.



GAMBAR 1
(Arsitektur diagram)

Implementasi perangkat keras terdiri dari mikrokontroler ESP32 dan sensor Light Dependent Resistor (LDR). Prinsip kerja sistem didasarkan pada deteksi intensitas cahaya lampu sebagai proksi untuk status penggunaan lapangan. Nilai resistansi LDR yang dibaca oleh ESP32 dikonversi menjadi status biner ("NYALA" atau "MATI") menggunakan dua nilai ambang batas (*threshold*): NYALA_THRESHOLD (500) dan MATI_THRESHOLD (450). Penggunaan *hysteresis* (selisih antara dua *threshold*) bertujuan untuk mencegah fluktuasi status yang tidak diinginkan.

Alur transmisi data diilustrasikan pada **Gambar 2**. ESP32 beroperasi dalam *loop* kontinu untuk membaca nilai sensor. Jika status terdeteksi berubah dari state sebelumnya, data baru akan ditransmisikan melalui WiFi ke *Firebase Realtime Database*. Platform *frontend* yang terhubung ke *database* ini akan menerima pembaruan secara otomatis dan merefleksikannya pada antarmuka pengguna.



GAMBAR 2
(IOT Sequence Diagram)

Protokol pengujian sistem menggunakan **Alpha Testing** dengan metode *Blackbox*[13], [14]. Pengujian dilaksanakan dalam lingkungan internal untuk mengevaluasi kinerja perangkat keras secara terisolasi. Skenario pengujian dirancang untuk memvalidasi fungsionalitas inti, keandalan dalam menghadapi gangguan, dan akurasi sensor. Setiap skenario memiliki hasil yang diharapkan (expected result) yang kemudian dibandingkan dengan hasil aktual untuk menentukan validitas.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap *Alpha Testing* menghasilkan data kualitatif dan kuantitatif yang memvalidasi kinerja fungsional dari sistem. Berikut adalah rincian hasil pengujian yang difokuskan pada keandalan perangkat keras IoT sebagai komponen inti.

A. Hasil Pengujian Alfa pada Perangkat Keras IoT

Untuk mengevaluasi kinerja dan keandalan perangkat keras dalam berbagai kondisi operasional, serangkaian skenario pengujian *blackbox* telah dieksekusi[15]. **Tabel 1** menyajikan rangkuman dari skenario pengujian tersebut beserta hasilnya.

TABEL 1
(Skenario Pengujian Fungsional Perangkat Keras IoT)

No	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian	kesimpulan
1	Menguji Status NYALA: Lampu 1 dinyalakan dari kondisi mati	Path /lampa_lapangan /lampa_1/status di Firebase berisi nilai "NYALA". Status lampu lain tidak berubah.	Sesuai harapan. Sistem mengirim data dan nilai pada path /lampa_lapangan /lampa_1/status berubah menjadi "NYALA".	Valid
2	Menguji Status MATI: Lampu 1 dimatikan dari kondisi menyala.	Path /lampa_lapangan /lampa_1 /status di Firebase berisi nilai "MATI".	Sesuai harapan. Sistem mengirim data dan nilai pada path /lampa_lapangan /lampa_1/status berubah menjadi "MATI".	Valid
3	Semua Lampu Nyala: Semua lampu (1, 2, dan 3) dinyalakan secara bersamaan.	Path status untuk semua lampu (lampa_1, /lampa_2, /lampa_3) di Firebase berisi nilai "NYALA".	Sesuai harapan. Ketiga path di Firebase berhasil terupdate menjadi "NYALA" setelah interval pengecekan.	Valid
4	Menguji Status Tidak Berubah: Lampu 2 dibiarakan tetap menyala selama beberapa interval pengecekan.	Tidak ada operasi tulis berulang untuk Lampu 2 yang dikirim ke Firebase. Serial Monitor tidak menampilkan pesan "Mengirim ke Firebase..." untuk Lampu 2.	Sesuai harapan. Log di Serial Monitor tidak menampilkan pesan "Mengirim ke Firebase..." untuk Lampu 2.	Valid
5	Menguji Kondisi Batas (Cahaya Redup): LDR 1 diberi cahaya redup (di antara threshold mati & nyala).	Status Lampu 1 di Firebase tidak berubah dari keadaan terakhirnya. Sistem tidak mengirim data (berada di zona histeresis).	Sesuai harapan. Status di Firebase tetap "MATI" dan log tidak menunjukkan adanya pengiriman data baru untuk Lampu 1.	Valid
6	Menguji Keandalan (Restart Perangkat): ESP32	Setelah restart dan terhubung kembali, ESP32 mengirim status yang benar sesuai kondisi lampu saat itu ke Firebase.	Sesuai harapan. Setelah restart, sistem berhasil terhubung kembali dan memperbarui status semua	Valid

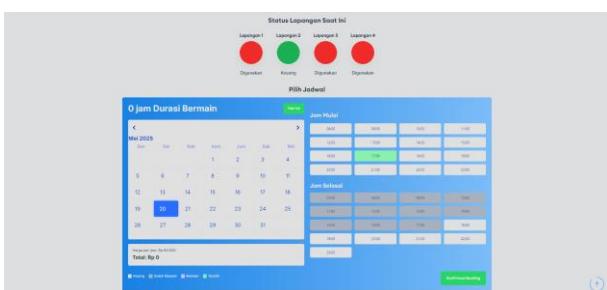
No	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian	kesimpulan
	di-restart saat lampu dalam berbagai kondisi.		lampa di Firebase sesuai kondisi fisik.	
7	Menguji Penanganan Error (WiFi Mati): Koneksi WiFi dimatikan, status lampu diubah, lalu WiFi dinyalakan kembali.	Saat WiFi mati, log menampilkan <i>error</i> koneksi dan Firebase tidak terupdate. Saat WiFi terhubung kembali, sistem berhasil mengirim status lampu yang terbaru.	Observasi 1: Log Serial Monitor menampilkan pesan koneksi terputus. Observasi 2: Setelah WiFi dinyalakan, sistem terhubung kembali dan Firebase terupdate dengan status lampu yang benar.	Valid
8	Menguji Penanganan Error (Konfigurasi Salah): Password WiFi atau API Key di kode sengaja disalahkan.	ESP32 gagal terhubung ke WiFi secara terus-menerus (terlihat di log Serial Monitor) dan tidak ada data yang terkirim ke Firebase.	Sesuai harapan. Log menampilkan pesan <i>error</i> koneksi secara terus-menerus dan tidak ada data yang terkirim ke Firebase.	Valid

Setelah memastikan keandalan fungsional, pengujian dilanjutkan untuk memvalidasi akurasi sensor LDR sebagai sumber data primer. **Tabel 2** merangkum kinerja sensor dalam menginterpretasikan berbagai tingkat iluminasi.

TABEL 2
(Hasil Pengujian Akurasi Sensor LDR)

No	Test Case	Nilai Rata-Rata Sensor	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Hasil
1	Keadaan Gelap	40	Mati	Mati	Valid
2	Keadaan cahaya reduh (Dari kondisi mati)	475	Mati	Mati	Valid
3	Keadaan cahaya Terang	1121	Hidup	Hidup	Valid
4	Keadaan cahaya reduh (Dari kondisi hidup)	489	Hidup	Hidup	Valid

Sebagai representasi akhir dari data yang diakuisisi, **Gambar 3** menunjukkan bagaimana status lapangan yang terdeteksi oleh perangkat keras ("Digunakan" atau "Kosong") ditampilkan secara visual pada antarmuka pengguna di platform web.



GAMBAR 3

(Tampilan Status Lapangan pada Antarmuka Web)

Untuk menyajikan hasil pengujian alfa secara agregat, tingkat akurasi fungsional dari sistem dihitung secara kuantitatif. Perhitungan ini didasarkan pada rekapitulasi seluruh kasus uji (*test case*) yang dieksekusi, dengan menggunakan rumus persentase keberhasilan sebagai berikut:

$$\text{Alpha Testing Accuracy} = \left(\frac{\text{Total Berhasil}}{\text{Total Pengujian}} \right) \times 100\%$$

Penerapan rumus tersebut pada pengujian perangkat keras IoT, yang mencakup 12 kasus uji, menghasilkan tingkat keberhasilan sempurna:

$$\text{Pengujian Alfa Sitem Esp32 Untuk monitoring} = \left(\frac{12}{12} \right) \times 100\% \\ = 100\%$$

Sebagai data pendukung, platform web yang berfungsi sebagai antarmuka sistem juga diuji. Dari 32 kasus uji yang dieksekusi, 31 di antaranya berhasil, menghasilkan tingkat akurasi fungsional yang tinggi:

$$\text{Pengujian Alfa Website Monitoring dan Booking Lapangan} \\ = \left(\frac{31}{32} \right) \times 100\% \\ = 96,875\%$$

B. Pembahasan

Hasil pengujian alfa memberikan bukti empiris yang kuat bahwa arsitektur perangkat keras yang dirancang telah memenuhi semua spesifikasi fungsional. Tingkat keberhasilan kuantitatif 100% pada pengujian perangkat keras mengindikasikan keandalan dan stabilitas yang sangat tinggi(14). Data kualitatif dari **Tabel 1** lebih lanjut mengonfirmasi bahwa perangkat keras tidak hanya berfungsi dalam kondisi ideal tetapi juga memiliki ketangguhan (*resilience*) terhadap gangguan umum sebuah aspek penting dalam pengujian integrasi *database real-time* [15].seperti kehilangan daya atau koneksi jaringan. Kemampuan sistem untuk pulih dan melakukan sinkronisasi ulang secara otonom merupakan aspek krusial untuk implementasi di lingkungan nyata.

Validasi akurasi sensor LDR pada **Tabel 2** juga merupakan aspek fundamental yang menjamin integritas data. Keberhasilan sensor dalam menginterpretasikan kondisi batas dan menerapkan logika *hysteresis* memastikan bahwa data yang dikirim ke *database* stabil dan akurat. Keakuratan input ini menjadi dasar kepercayaan pengguna terhadap informasi yang ditampilkan pada antarmuka (Gambar 3). Jika data sensor tidak dapat diandalkan, maka keseluruhan sistem terintegrasi ini akan kehilangan validitasnya. Dengan demikian, validasi ini menegaskan bahwa fondasi teknis dari sistem monitoring ini solid dan siap untuk implementasi lebih lanjut.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian fungsional, disimpulkan bahwa sistem monitoring lapangan GOR berbasis perangkat keras IoT yang dikembangkan memiliki validitas dan

keandalan operasional yang tinggi. Tahap *Alpha Testing* menunjukkan bahwa arsitektur berbasis mikrokontroler ESP32 dan sensor LDR mencapai tingkat keberhasilan fungsional 100%, yang menegaskan kemampuannya dalam mengakuisisi dan mentransmisikan data status lapangan secara akurat dan tangguh.

Kontribusi utama dari penelitian ini adalah penyajian bukti empiris mengenai kelayakan teknis sebuah model perangkat keras IoT untuk modernisasi manajemen GOR. Validasi ini menunjukkan bahwa sistem yang diusulkan dapat menjadi fondasi yang kuat untuk platform *booking* terintegrasi yang lebih efisien. Penelitian selanjutnya direkomendasikan untuk melakukan uji beta dalam jangka panjang untuk mengevaluasi durabilitas dan kinerja perangkat keras di lingkungan operasional yang sesungguhnya.

REFERENSI

- [1] M. F. Paturahman, V. Yasin, and R. Haroen, “Rancang bangun aplikasi booking Lapangan Futsal pada Kevin Futsal berbasis Android,” *Jurnal Widya*, vol. 2, no. 1, pp. 60–74, Apr. 2021.
- [2] T. Ardiansah and D. Hidayatullah, “Penerapan Metode Waterfall Pada Aplikasi Reservasi Lapangan Futsal Berbasis Web,” *Journal of Information Technology, Software Engineering, and Computer Science (ITSECS)*, vol. 1, no. 1, pp. 6–13, Jan. 2023.
- [3] A. Noviantoro, A. B. Silviana, R. R. Fitriani, and H. P. Permatasari, “Rancangan dan Implementasi Aplikasi Sewa Lapangan Badminton Wilayah Depok Berbasis Web,” *Jurnal Teknik dan Science (JTS)*, vol. 1, no. 2, pp. 88–103, Jun. 2022.
- [4] K. Anwar, L. D. Kurniawan, M. I. Rahman, and N. Ani, “Aplikasi Marketplace Penyewaan Lapangan Olahraga Dari Berbagai Cabang Dengan Metode Agile Development,” *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer)*, vol. 9, no. 2, pp. 264–274, Aug. 2020.
- [5] A. Latifah, W. Baswardono, and A. M. Ahdan, “Penerapan Metode Web Engineering dalam Pembangunan Sistem Pengelolaan Gedung Olahraga Badminton Berbasis Web,” *Jurnal Algoritma*, vol. 20, no. 2, pp. 364–375, 2023.
- [6] H. Olimat, H. Liu, and O. Abudayyeh, “Enabling Technologies and Recent Advancements of Smart Facility Management,” *Buildings*, vol. 13, no. 6, p. 1488, Jun. 2023.
- [7] J. Duangwongsa *et al.*, “Real-time Water Quality Monitoring and Notification System for Aquaculture,” in *Proc. 2021 Joint Int. Conf. Digit. Arts, Media Technol. with 4th ECTI North. Sect. Conf. Electr., Electron., Comput. Telecommun. Eng. (ECTI DAMT NCON)*, 2021, pp. 9–13.
- [8] M. R. Fauzi and A. Supardi, “Rancang Bangun Sistem Kendali Suhu dan Kelembaban pada Budidaya Jamur Tiram dengan Internet of Things (IoT),” *Naskah Publikasi*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2023.
- [9] M. I. Z. Hasibuan and T. Triase, “Implementasi Sistem Database NoSQL Secara Realtime Menggunakan Firebase Realtime Database pada Aplikasi Outicle,” *Sibatik Journal*, vol. 2, no. 1, pp. 1–24, Dec. 2022.
- [10] I. F. Maulana, “Penerapan Firebase Realtime Database Pada Aplikasi E-Tilang Smartphone Berbasis Mobile Android,” *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 4, no. 5, pp. 854–863, Oct. 2020.
- [11] H. L. Hakim *et al.*, “Pengujian Alpha Dan Beta Testing Pada Aplikasi TIJE,” *TeknoIS: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi dan Sains*, vol. 14, no. 2, pp. 285–295, Jul. 2024.
- [12] S. D. Pratama, Lasimin, and M. N. Dadaprawira, “Pengujian Black Box Testing Pada Aplikasi Edu Digital Berbasis Website Menggunakan Metode Equivalence Dan Boundary Value,” *Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD*, vol. 6, no. 2, pp. 560–569, Jul. 2023.
- [13] D. Debiyanti, Sutrisna, and Budrio, “Pengujian Black Box pada Perangkat Lunak Sistem Penilaian Mahasiswa Menggunakan Teknik Boundary Value Analysis,” *Jurnal S-IKOM (Sistem Informasi dan Komputer)*, vol. 5, no. 2, pp. 162–166, Jun. 2020.
- [14] F. C. Ningrum and D. Suherman, “Pengujian Black Box pada Aplikasi Sistem Seleksi Sales Terbaik Menggunakan Teknik Equivalence Partitions,” *Jurnal S-IKOM (Sistem Informasi dan Komputer)*, vol. 4, no. 4, pp. 125–130, Dec. 2020.
- [15] I. D. M. Widia, S. Rosalin, and S. R. Asrinintias, “Black Box Testing Menggunakan Boundary Value Analysis dan Equivalence Partitioning pada Aplikasi Pengadaan Bahan Baku Batik dengan Pendekatan Use Case,” *Jurnal E-Bisnis*, vol. 6, no. 1, Mar. 2021.