

Implementasi Sistem Monitoring Berbasis IoT untuk Tongkat Pintar Tunanetra melalui Platform Web

Fransiskus Alexander Martuahman
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Indonesia
Bandung, Indonesia
fransalex@student.telkomuniversity.ac.id

Dr. Meta Kallista, M.Si
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
metakallista@telkomuniversity.ac.id

Ig. Prasetya Dwi Wibawa, S.T., M.T.
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
prasdwiwaba@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Tongkat pintar untuk penyandang tunanetra tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu navigasi, tetapi juga dirancang untuk memberikan fitur keselamatan tambahan berupa sistem pemantauan berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini memungkinkan keluarga, wali, atau pendamping untuk melacak lokasi dan aktivitas pengguna secara real-time melalui antarmuka berbasis web[1]. Dengan mengintegrasikan modul GPS, Raspberry Pi 4B, dan komunikasi internet, sistem secara otomatis mengirimkan data lokasi pengguna ke server yang dapat diakses melalui dashboard monitoring. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengimplementasikan, dan menguji keandalan sistem monitoring pada tongkat pintar, khususnya dalam hal akurasi pelacakan dan penerimaan pengguna terhadap fitur yang disediakan. Metode pengujian yang digunakan mencakup Black Box Testing untuk memastikan setiap fitur sistem berjalan sesuai spesifikasi, serta User Acceptance Testing (UAT) untuk menilai sejauh mana sistem diterima dan dinilai bermanfaat oleh pengguna akhir, termasuk pihak keluarga. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menampilkan data lokasi secara tepat waktu dan akurat dengan latensi yang rendah. Selain itu, respon dari pengguna dan penguji menunjukkan bahwa sistem ini sangat membantu dalam memberikan rasa aman, meningkatkan kepercayaan, dan mendukung pengawasan terhadap aktivitas pengguna tunanetra dalam kehidupan sehari-hari[2].

Kata kunci — smart cane, IoT, web monitoring, GPS, user acceptance, real-time tracking

I. PENDAHULUAN

Dalam pengembangan tongkat pintar bagi tunanetra, aspek pemantauan pengguna oleh keluarga atau pendamping sering kali terabaikan. Sistem monitoring berbasis web hadir sebagai solusi untuk memberikan informasi lokasi secara real-time yang diambil dari perangkat tongkat pintar menggunakan modul GPS dan dikirimkan melalui konektivitas IoT[3]. Pemantauan dilakukan melalui dashboard berbasis web yang dapat diakses kapan saja untuk memastikan keselamatan pengguna. Tongkat pintar yang dikembangkan mengintegrasikan sensor deteksi hambatan, modul GPS, serta komunikasi berbasis internet yang mengirimkan lokasi dan status tongkat ke server[4]. Antarmuka web memungkinkan keluarga untuk memantau

pergerakan pengguna secara real-time dan memperoleh notifikasi apabila pengguna memasuki area berisiko atau tidak bergerak dalam waktu lama.

II. KAJIAN TEORI

A. Alpha Testing

Alpha testing adalah pengujian internal yang dilakukan oleh tim pengembang untuk memverifikasi fungsi dasar dari sistem. Dalam penelitian ini, pengujian mencakup pembacaan jarak oleh sensor HC-SR04 dan IR, akurasi inferensi YOLOv4-Tiny dalam mendeteksi objek, serta stabilitas koneksi modul GPS dalam mengirimkan data lokasi ke web.

B. Beta Testing

Beta testing dilakukan dengan melibatkan pengguna terbatas di luar tim pengembang dalam kondisi lingkungan nyata. Proses ini menguji keandalan sistem ketika digunakan oleh penyandang tunanetra di luar ruangan, serta bagaimana platform monitoring web menampilkan lokasi pengguna secara real-time.

C. User Acceptance Testing (UAT)

User acceptance testing atau UAT merupakan pengujian akhir untuk memastikan sistem sesuai kebutuhan pengguna dan layak diterapkan dalam kondisi nyata. Pada tahap ini pengujian dilakukan terhadap siswa tunanetra di SLB menggunakan sistem tongkat pintar secara langsung, untuk memastikan apakah alat telah memenuhi kebutuhan dari calon pengguna.

III. METODE

A. Alpha Testing

Tabel 1
(Tabel Blackbox pada Gps)

NO	TEST CASE	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Modul GPS aktif dan tidak aktif	Ketika dinyalakan Modul menampilkan data lokasi (lat, long), dan ketika sistem dimatikan Tidak ada data GPS yang muncul	Sesuai harapan yang diinginkan Ketika dinyalakan Modul menampilkan data lokasi (lat, long), dan ketika sistem dimatikan Tidak ada data GPS yang muncul	PASS
2	Data lokasi tampil di Dashboard	Lokasi pengguna muncul di <i>website</i>	Lokasi pengguna muncul di web secara real time	PASS
3	Update lokasi Real-time	Koordinat di Dashboard berubah secara <i>real time</i>	Sistem Koordinat di Dashboard berhasil berubah secara <i>real time</i>	PASS
4	Hot start (masih aktif & pindah lokasi)	Perubahan lokasi cepat dan akurat secara langsung mendapatkan posisi terbaru	Sistem GPS langsung bisa mendapatkan lokasi secara <i>real time</i> dan akan bergerak dari lokasi terakhir GPS diaktifkan	PASS
5	Pengujian di dalam gedung	GPS ada kemungkinan untuk mendapatkan sinyal dan mendapatkan posisi lokasi namun jika di dalam gedung yang memiliki hambatan yang tebal sedikit kemungkinan GPS mendapatkan sinyal	Di lokasi gedung yang tidak terlalu banyak hambatan dan tingkatan, GPS masih bisa mengambil sinyal, namun ketika di gedung dengan tingkat maksimal diatas 3 lantai GPS tidak dapat mengambil sinyal	PASS

B. Pengujian Beta Testing

Beta testing adalah proses pengujian lanjutan yang dilakukan oleh pengguna terbatas di luar tim pengembang dalam kondisi lingkungan nyata. Tujuannya adalah untuk mengevaluasi keandalan sistem ketika digunakan oleh penyandang tunanetra dalam aktivitas sebenarnya, serta memperoleh umpan balik langsung mengenai pengalaman pengguna. Dalam pengujian sistem tongkat pintar, beta testing dilakukan dengan melibatkan pengguna uji coba yang menggunakan tongkat di area luar seperti trotoar, halaman sekolah, dan ruang publik lainnya. Dalam kondisi ini, sistem diuji terhadap berbagai variasi lingkungan seperti intensitas cahaya, keberadaan objek dinamis seperti kendaraan atau manusia, dan berbagai jenis permukaan tanah. Evaluasi dilakukan terhadap kemampuan sensor dalam mendeteksi hambatan, kinerja kamera dalam mengenali objek visual, serta konsistensi sistem dalam memberikan peringatan

melalui suara atau getaran. Selain itu, konektivitas sistem terhadap modul GPS dan pengiriman data ke platform web diamati untuk mengidentifikasi adanya delay atau kesalahan lokasi. Selama beta testing, pengguna juga diminta memberikan tanggapan terhadap kenyamanan penggunaan, ukuran tongkat, dan respons sistem terhadap rintangan yang muncul mendadak. Temuan pada tahap ini menjadi masukan penting bagi pengembang untuk menyempurnakan fitur sebelum sistem diuji secara formal oleh pengguna akhir.

C. USER ACCEPTANCE TESTING (UAT)

User Acceptance Testing (UAT) adalah fase terakhir yang bertujuan untuk menilai sejauh mana sistem diterima oleh pengguna dari segi kenyamanan, keandalan, dan kemudahan penggunaan. UAT dilaksanakan dengan memantau interaksi langsung penyandang tunanetra dengan sistem, serta menerapkan kuesioner skala Likert untuk mengevaluasi persepsi pengguna mengenai kecepatan respons, ketepatan deteksi, dan mutu umpan balik yang berupa getaran dan suara. Dalam konteks komputasi paralel, UAT juga diterapkan untuk menilai apakah pengguna mengalami peningkatan performa sistem akibat pemrosesan bersamaan, seperti tidak terjadinya keterlambatan pemberitahuan atau gangguan saat beralih antar fungsi. Data dari UAT berfungsi sebagai indikator utama bahwa sistem tidak hanya berhasil secara teknis, tetapi juga efektif secara fungsional dalam mendukung mobilitas penyandang tunanetra.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil pengujian Alpha Testing

Pengujian Alpha dilaksanakan untuk mengevaluasi integrasi sistem dan memvalidasi fungsi teknis. Tujuan utama pengujian ini adalah untuk menunjukkan bahwa sistem dapat melaksanakan tiga proses utama secara bersamaan: deteksi objek (YOLOv4-Tiny), pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonik, dan pengiriman data GPS ke cloud melalui PubNub.

Hasil mengindikasikan bahwa Raspberry Pi 4 dapat mengelola ketiga proses tersebut secara bersamaan dengan penerapan multi-threading dan multiprocessing. Sistem menunjukkan kinerja yang konsisten dengan rata-rata pemanfaatan CPU sebesar 72% dan suhu tertinggi 69°C selama 60 menit pengujian terus-menerus. Tak ada crash atau penundaan signifikan yang terdeteksi, serta setiap proses dapat berjalan secara mandiri tanpa terjadi konflik sumber daya.

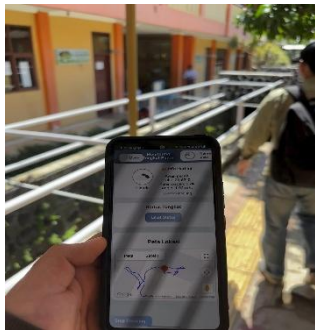
Tabel 2
(Kinerja Sistem Pada Alpha Testing)

No	Aspek yang Diuji	Hasil
1	Waktu respon deteksi objek	± 0.85 detik
2	Stabilitas pengiriman GPS	Stabil, tanpa keterlambatan
3	Konsumsi CPU rata-rata	72%
4	Suhu maksimal selama operasi	69°C

Hasil ini membuktikan bahwa sistem computing paralel berhasil meningkatkan efisiensi pemrosesan dan mendukung real-time multitasking.

B. Hasil Pengujian Beta Testing

Sistem diuji secara langsung di lingkungan Sekolah Luar Biasa (SLB) oleh pengguna di luar tim pengembang untuk menilai keandalan dalam kondisi nyata. Selama pengujian, pengguna berjalan dengan tongkat pintar di luar ruangan, sementara data lokasi dan deteksi hambatan dikirim secara real-time ke platform web. Hasilnya, posisi pengguna dan status rintangan berhasil ditampilkan secara akurat di peta, meskipun sesekali terjadi GPS drift saat sinyal lemah. Secara keseluruhan, sistem menunjukkan performa yang stabil dan layak digunakan di lingkungan terbuka.

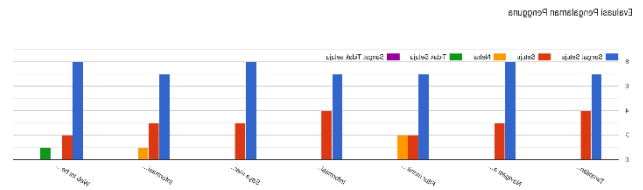


Gambar 1
(Pengujian GPS dan Monitoring WEB)

C. Hasil Pengujian User Acceptance Testing(UAT)

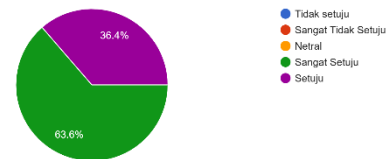
Tahap akhir pengujian dilakukan melalui User Acceptance Testing (UAT) di SLBN Cimahi dengan melibatkan siswa, guru, dan pendamping tunanetra. Melalui kuesioner dan observasi, mayoritas responden menyatakan bahwa platform web mudah digunakan, informatif, dan sangat membantu dalam memantau posisi pengguna secara real-time. Sebanyak 90% menyatakan sistem bermanfaat, 85% menyebut tampilannya mudah dipahami, dan 80% merasa fitur pelacakan dan deteksi rintangan efektif meningkatkan keamanan. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem tidak hanya berfungsi secara teknis, tetapi juga diterima dengan baik oleh pengguna akhir.

Secara keseluruhan, ketiga tahap pengujian membuktikan bahwa sistem monitoring berbasis IoT ini siap digunakan dan memenuhi kebutuhan mobilitas tunanetra serta dukungan keluarga.



Gambar 2
(Hasil Kuisisioner)

Evaluasi Pengalaman Pengguna
11 responses



Gambar 3
(Hasil data Kuisisioner)

V. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) pada tingkat pintar untuk tunanetra yang terintegrasi dengan platform web. Sistem dirancang untuk memberikan informasi lokasi dan deteksi hambatan secara real-time kepada keluarga atau pendamping melalui antarmuka yang mudah diakses.

Melalui tiga tahap pengujian—alpha testing, beta testing, dan user acceptance testing—diperoleh hasil bahwa sistem mampu berfungsi secara teknis dengan stabil, bekerja dengan baik di lingkungan nyata, serta diterima secara positif oleh pengguna akhir. Platform web terbukti efektif dalam menyampaikan informasi secara akurat dan mudah dipahami, bahkan oleh pengguna tanpa latar belakang teknis.

Dengan demikian, sistem ini tidak hanya mendukung aspek keselamatan dan kemandirian tunanetra, tetapi juga mempererat komunikasi antara pengguna dan keluarga. Ke depan, sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dengan penambahan fitur darurat dan integrasi navigasi rute aman untuk mobilitas yang lebih optimal.

REFERENSI

- [1] N. M. A. Nazri, S. S. M. Fauzi, R. A. J. M. Gining, T. R. Razak, and M. N. F. Jamaluddin, "Smart Cane for Visually Impaired with Obstacle, Water Detection and GPS," *International Journal of Computing and Digital Systems*, vol. 10, no. 1, pp. 1–8, 2021, doi: 10.12785/IJCDS/1001119.
- [2] R. P. Anggara and A. J. Taufiq, "Rancang Bangun Alat Bantu Mobilitas Tunanetra Dan Penentu Lokasi Menggunakan Global Positioning System Tracking Berbasis Internet Of Things," 2021.
- [3] E. Andriana, S. Riyanto, and S. Anardani, "Optimalisasi Tongkat Pintar Pendeteksi Lokasi Berbasis Internet Of Things Menggunakan Firebase Realtime Database", [Online]. Available: www.arduino.cc
- [4] YUNITA EKA PRATIWI, "RANCANG BANGUN TONGKAT PENDETEKSI HALANGAN SEBAGAI ALAT BANTU JALAN TUNANETRA OBSTACLE DETECTION STICK DESIGN AS A ROAD ASSISTANCE FOR THE BLIND."

