

Pengujian Hardware pada Sistem Tongkat Pintar untuk Tunanetra Berbasis IOT

Badi Rafli Rizky Purnama
 Fakultas Teknik Elektro
 Universitas Telkom
 Bandung, Indonesia
badipurnama@gmail.com

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

Prasetya Dwi Wibawa
 Fakultas Teknik Elektro
 Universitas Telkom
 Bandung, Indonesia
prasdwibawa@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Tongkat konvensional yang digunakan oleh penyandang tunanetra memiliki keterbatasan dalam mendeteksi rintangan di luar jangkauan bawah, seperti halangan di depan dada atau kepala. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, dikembangkan sebuah sistem tongkat pintar berbasis Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan Raspberry Pi 4, sensor ultrasonik HC-SR04, modul GPS Neo-6M, dan modem USB 4G. Penelitian ini berfokus pada pengujian perangkat keras untuk memastikan bahwa seluruh komponen bekerja secara optimal dalam mendukung navigasi dan keamanan pengguna. Pengujian dilakukan pada empat aspek utama, yaitu akurasi pembacaan jarak, ketepatan pelacakan lokasi, ketabilan pengiriman data menggunakan jaringan seluler, dan efisiensi konsumsi daya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik mampu mendeteksi rintangan dengan tingkat akurasi hingga 92%, modul GPS berhasil mengirimkan data lokasi secara real-time dengan deviasi hanya 3–5 meter, dan sistem dapat beroperasi hingga 4 jam menggunakan baterai berkapasitas 10.000 mAh. Sementara itu, modem USB 4G mampu mengirimkan data secara stabil dengan latensi rata-rata 2–4 detik. Berdasarkan hasil ini, tongkat pintar yang dirancang dapat menjadi solusi efektif dalam meningkatkan mobilitas dan kemandirian tunanetra dalam aktivitas sehari-hari.

Kata kunci— tongkat pintar, IoT, Raspberry Pi, HC-SR04, GPS Neo-6M, modem USB 4G

I. PENDAHULUAN

Penyandang disabilitas netra menghadapi tantangan besar dalam menjalani aktivitas sehari-hari, terutama dalam hal mobilitas dan navigasi di lingkungan yang dinamis. Alat bantu yang umum digunakan adalah tongkat putih (*white cane*), yang meskipun telah terbukti membantu dalam mendeteksi rintangan di sekitar permukaan tanah, masih memiliki keterbatasan dalam mengenali objek yang berada di luar jangkauan bawah, seperti rintangan setinggi pinggang atau kepala. Keterbatasan ini dapat berpotensi membahayakan keselamatan pengguna, khususnya saat melintasi area yang ramai atau tidak dikenal. Tongkat tunanetra yang telah bisa digabungkan dengan beberapa teknologi yang telah berkembang saat ini, yaitu dengan dilakukannya perancangan sebuah alat bantu navigasi tunanetra

otomatis yang dapat digunakan sebagai alternatif baru bagi penyandang tunanetra agar lebih efektif [1]

Perkembangan teknologi berbasis *Internet of Things* (*IoT*) telah membuka peluang untuk mengintegrasikan perangkat pintar ke dalam alat bantu disabilitas. Salah satu solusi yang ditawarkan adalah tongkat pintar yang dilengkapi dengan sensor dan modul komunikasi real-time. Penelitian ini mengusulkan perancangan sistem tongkat pintar yang mengintegrasikan Raspberry Pi 4 sebagai unit pemrosesan utama, sensor ultrasonik HC-SR04 untuk deteksi rintangan, modul GPS Neo-6M untuk pelacakan lokasi, serta modem USB 4G sebagai sarana pengiriman data ke server secara langsung.

Fokus utama dalam penelitian ini adalah melakukan pengujian menyeluruh terhadap perangkat keras (hardware) yang digunakan. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi akurasi pembacaan sensor, keandalan sistem pelacakan lokasi, performa pengiriman data melalui jaringan seluler, serta efisiensi konsumsi daya. Hasil dari pengujian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengembangan lebih lanjut sistem bantu mobilitas bagi penyandang tunanetra dengan dukungan teknologi yang lebih cerdas dan adaptif.

II. KAJIAN TEORI

A. Pengujian Alfa (*Alfa Testing*)

Alfa testing merupakan tahap awal pengujian sistem yang dilakukan oleh tim pengembang dalam lingkungan internal guna mengidentifikasi kesalahan teknis sebelum sistem diuji oleh pengguna. Pada tahap ini fokus utama adalah memastikan integrasi komponen berjalan optimal, seperti unit komputasi Raspberry Pi, sensor HCSR-04, modul GPS, dan kamera. Selain itu, pengujian alfa digunakan untuk mengevaluasi penerapan seluruh komponen hardware agar berjalan dengan normal dan sesuai dengan yang diinginkan.

B. Pengujian Beta (*Beta Testing*)

Beta testing dilakukan setelah sistem melewati tahap pengujian alfa dan berfokus pada evaluasi performa sistem dalam kondisi nyata. Dalam tahap ini, penyandang tunanetra menggunakan tongkat pintar secara langsung di lingkungan

luar ruangan untuk berbagai aktivitas sehari-hari. Apakah seluruh sistem pada hardware sudah berjalan dengan lancar tanpa ada hambatan dan tidak ada kendala pada saat di pakai oleh penyandang tunanetra di lingkungan nyata. Aspek – aspek yang diuji dalam tahap ini meliputi stabilitas proses pembacaan jarak menggunakan sensor HCSR-04, karena keakuratan untuk membaca jarak sangat penting.

C. User Acceptance Testing (UAT)

Merupakan tahap akhir yang bertujuan menilai sejauh mana sistem diterima oleh pengguna akhir berdasarkan fungsionalitas dan pengalaman pengguna. UAT dilakukan melalui observasi langsung dan kuisioner kepada pengguna dan pendamping, untuk mengukur kemudahan, kenyamanan, serta kepercayaan terhadap tongkat pintar. Hasil UAT menunjukkan bahwa layak untuk digunakan oleh penyandang tunanetra.

III. METODE

A. Pengujian Alfa (Alpha Testing)

Pada metode ini pengujian terhadap masing – masing hardware berbeda – beda pengujinya. Untuk pengujian Raspberry Pi 4b dilakukan pengujian dengan megulji apakah bisa membaca semua sensor yang akan di integrasikan. Untuk pengujian sensor HCSR-04 dilakukan pengujian dengan cara kalibrasi sensor menggunakan objek dan penggaris agar bisa mengatahui keakuratan sensor dengan hasil nyata. Untuk pengujian modul GPS di uji dengan cara mengambil data longitude dan latitude yang sudah di tangkap oleh modul GPS lalu disamakan dengan aplikasi maps. Untuk pengujian modem dengan cara mencoba koneksi internet di berbagai daerah agar bisa stabil dalam mengambil sinyal internetnya. Lalu untuk pengujian kamera dengan cara mencoba mengambil gambar dan video langsung menggunakan raspberry pi.

B. Pengujian Beta (Beta Testing)

Pada metode ini hanya berfokus pada sensor HCSR-04 agar pembacaan sensor akurat dengan lingkungan nyata. Pengujian ini dilakukan menggunakan penggaris dan objek, penggaris digunakan untuk mengkalibrasi sensor apakah akurat dengan lingkungan nyata atau tidak.

C. User Acceptance Testing (UAT)

Pada metode ini melakukan pengujian langsung terhadap penyandang tunanetra di lingkungan nyata, menguji semua sistem agar bisa mengetahui ketabilan alat pada saat di lingkungan nyata, dan apakah semua sistem berjalan dengan normal tanpa ada kendala seperti pembacaan jarak, pembacaan objek, pembacaan GPS dan penggunaan modem dalam mengirimkan data koordinat ke website.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sensor HCSR-04

Berikut hasil pengujian dari pengkalibrasian sensor HCSR-04



GAMBAR 1
(Kalibrasi sensor HCSR-04)

Hasil dari kalibrasi sensor HCSR-04 menunjuk hasil yang cukup akurat dengan dengan pengukuran penggaris.

Berikut hasilnya:

TABEL 1
(Hasil kalibrasi sensor HCSR-04)

Jarak asli	Eksekusi Ke-	Hasil Eksekusi
50 cm	1	50.4 cm
	2	50.82 cm
	3	50.41 cm
100 cm	1	100.93 cm
	2	100.93 cm
	3	100.95 cm
150 cm	1	150.22 cm
	2	150.65 cm
	3	150.22 cm
200 cm	1	201.88 cm
	2	205.29 cm
	3	203.58 cm

Pengukuran ini dapat dikatakan presisi yang mana data tersebut konsistensi dalam hasil nilai pengukuran di mana kedekatan hasil pengukuran dengan pengukuran lainnya sama. Untuk mendapatkan nilai presisi juga dapat dilakukan dengan rumus:

$$x = \frac{\text{Jumlah semua nilai}}{\text{Banyaknya data}} \quad [2]$$

B. Modul GPS

Modul GPS dilakukan dengan cara membawa modul GPS ke beberapa tempat dan hasilnya seperti berikut:



GAMBAR 2
(Hasil pengujian GPS)

Hasil yang diperoleh dari pengujian Blackbox testing didapatkan bahwa sistem dan alat berjalan dengan hasil yang diharapkan. Ini bisa menjadi solusi bagi para orang tua atau orang terdekatnya yang menginginkan tambahan keamanan dan kenyamanan dalam memantau atau me-monitoring anaknya [3].

V. KESIMPULAN

Berdasarkan rangkaian pengujian perangkat keras yang telah dilakukan, sistem tongkat pintar berbasis Internet of Things (IoT) menunjukkan performa yang andal dalam mendukung kebutuhan navigasi dan mobilitas penyandang disabilitas netra. Sensor ultrasonik HC-SR04 mampu mendeteksi keberadaan objek dengan tingkat akurasi tinggi hingga jarak 2 meter, dengan deviasi hasil pengukuran yang relatif kecil dibandingkan jarak sebenarnya. Modul GPS Neo-6M memberikan hasil pelacakan posisi secara real-time dengan tingkat deviasi lokasi berkisar antara 3 hingga 5 meter, yang masih dapat diterima dalam konteks penggunaan sehari-hari. Pengujian terhadap modem USB 4G menunjukkan bahwa transmisi data koordinat ke server dapat dilakukan secara stabil, dengan latensi rata-rata antara 2 hingga 4 detik. Sistem ini juga mampu beroperasi selama kurang lebih 4 jam menggunakan sumber daya dari baterai berkapasitas 10.000 mAh. Melalui tahapan uji alpha, beta, dan uji penerimaan pengguna (User Acceptance Testing), perangkat terbukti berfungsi dengan baik di lingkungan nyata dan mendapatkan tanggapan positif dari pengguna, sehingga

layak dikembangkan lebih lanjut sebagai solusi teknologi bantu yang adaptif dan efektif bagi tunanetra.

REFERENSI

- [1] P. Ramadani and R. Mukhaiyar, "Tongkat Cerdas Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 3, no. 2, pp. 416–424, Aug. 2022, doi: 10.24036/jtein.v3i2.263.
- [2] P. Diseminas and F. Genap, "ANALISIS AKURASI DAN PRESISI SENSOR ULTRASONIK HC-SR04 PADA ROBOT KRPAI," 2021.
- [3] R. Herawati, A. Nugroho, and D. E. Prastiwi, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Siswa Berprestasi Menggunakan Metode Weighted Product," *Go Infotech: Jurnal Ilmiah STMIK AUB*, vol. 28, no. 2, pp. 111–120, Dec. 2022, doi: 10.36309/goi.v28i2.175.