

## BAB V

### IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

#### 5.1 IMPLEMENTASI SISTEM

##### 5.1.1 Implementasi Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam implementasi sistem ini terdiri dari:

1. *Smartphone* yang berfungsi sebagai perangkat utama pengguna.
2. Kamera *smartphone* sebagai media pengambilan citra atau video secara real-time.
3. *Headset* atau *speaker* sebagai media output suara.

Kamera *smartphone* digunakan untuk menangkap objek yang ada di sekitar pengguna, kemudian gambar tersebut dikirimkan ke server untuk diproses oleh sistem *AI*.

##### 5.1.2 Implementasi Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam pengembangan sistem ini meliputi:

1. Bahasa pemrograman *Typescript* sebagai *frontend* sekaligus *backend* untuk mengirim data ke server *cloud AI*.
2. *Framework* aplikasi *mobile/web* sebagai antarmuka pengguna.
3. *API AI Multimodal Gemini* sebagai mesin utama pengenalan objek.
4. *Modul Text-to-Speech (TTS)* sebagai pengubah teks menjadi suara.

Aplikasi dikembangkan dengan konsep *client-server*, di mana *smartphone* bertindak sebagai client dan server bertugas memproses data menggunakan *AI* dan mengelola output *TTS*.

### 5.1.3 Implementasi Modul Sistem

Implementasi sistem dibagi ke dalam beberapa modul utama, yaitu:

1. Modul Kamera  
Bertugas menangkap video atau frame gambar secara *real-time* dari kamera *smartphone*.
2. Modul Pengiriman Data  
Bertugas mengirim frame video ke server melalui koneksi internet.
3. Modul Pemrosesan AI  
Bertugas mengirim gambar ke *API* Gemini dan menerima hasil berupa deskripsi teks.
4. Modul *Text-to-Speech* (TTS)  
Bertugas mengubah teks hasil dari *AI* menjadi suara yang dapat didengar pengguna.
5. Modul *Output Audio*  
Bertugas memutar suara hasil *TTS* ke *speaker* atau *headset* pengguna.

## 5.2 SKENARIO PENGUJIAN SISTEM

Pengujian sistem dilakukan pada beberapa kondisi lingkungan untuk mengetahui kinerja sistem secara nyata, yaitu:

1. Lingkungan Dalam Ruangan (*Indoor*)
2. Lingkungan Luar Ruangan (*Outdoor*)
3. Kondisi Objek Diam
4. Kondisi Objek Bergerak

Setiap skenario dilakukan untuk menguji:

- Akurasi pengenalan objek.
- Kecepatan respon sistem (latensi).
- Kesesuaian deskripsi suara dengan kondisi nyata.

## 5.3 METODE PENGUJIAN

### 5.3.1 Metode Pengujian Fungsional

Pengujian fungsional dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh fitur sistem berjalan dengan baik sesuai dengan kebutuhan fungsional yang telah ditentukan pada Bab IV. Pengujian dilakukan dengan metode *black box testing* yaitu dengan menguji fungsi sistem tanpa memperhatikan kode program.

Contoh pengujian fungsional:

- Pengujian aktivasi kamera.
- Pengujian pengiriman gambar ke server.
- Pengujian pemrosesan *AI*.
- Pengujian konversi teks ke suara.
- Pengujian *output audio*.

### 5.3.2 Metode Pengujian Akurasi

Pengujian akurasi dilakukan dengan membandingkan:

- Hasil pengenalan objek dari sistem,
- Dengan kondisi objek yang sebenarnya.

Akurasi dihitung menggunakan rumus:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Deteksi\ Benar}{Jumlah\ Total\ Pengujian} \times 100\% \quad (5.1)$$

Pengujian dilakukan sebanyak beberapa kali untuk setiap jenis objek.

### 5.3.3 Metode Pengujian Latensi

Latensi dihitung dari:

- Waktu pengambilan gambar,
- Hingga suara hasil deteksi terdengar oleh pengguna.

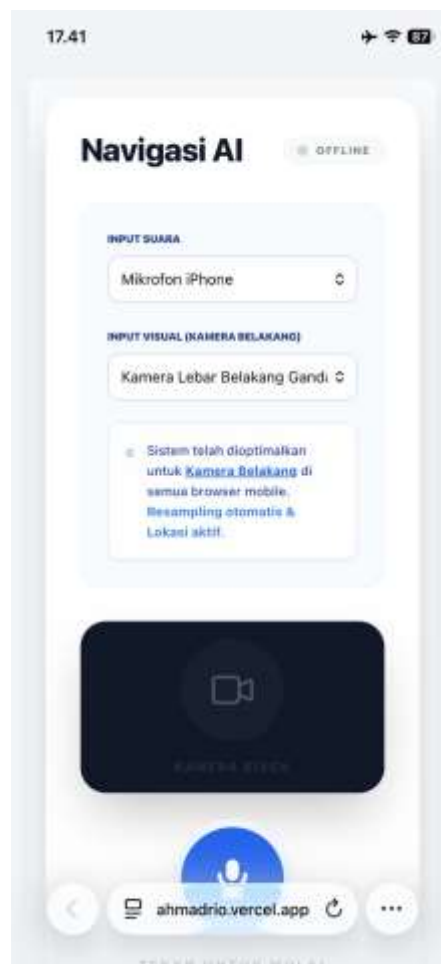
Pengukuran dilakukan menggunakan *stopwatch* digital dan dicatat pada sistem log. Nilai latensi dihitung dalam satuan detik.

## 5.4 HASIL PENGUJIAN SISTEM

### 5.4.1 Hasil Pengujian Fungsional

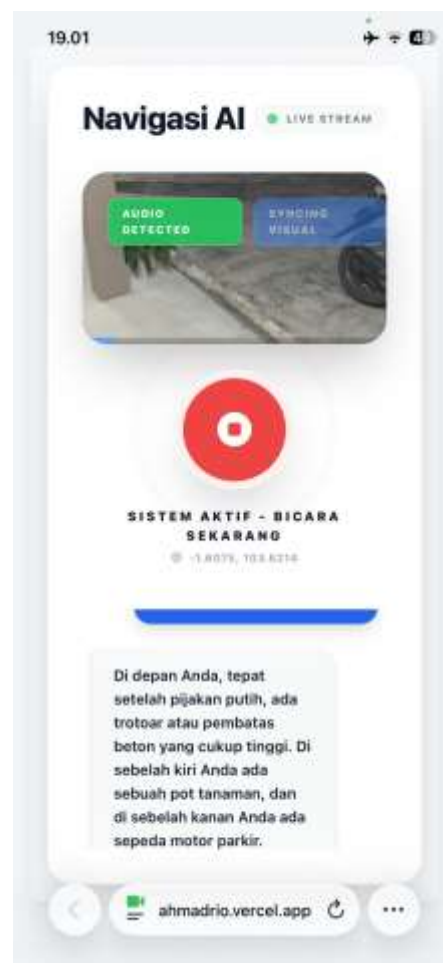
Berdasarkan hasil pengujian fungsional yang dilakukan, seluruh fitur utama sistem dapat berjalan dengan baik, meliputi:

- Kamera dapat menangkap gambar secara *real-time*.
- Sistem dapat mengirim gambar ke server.
- *AI* mampu memproses gambar.
- Sistem dapat menghasilkan deskripsi teks.
- *TTS* mampu mengubah teks menjadi suara.
- Audio dapat diperdengarkan kepada pengguna.



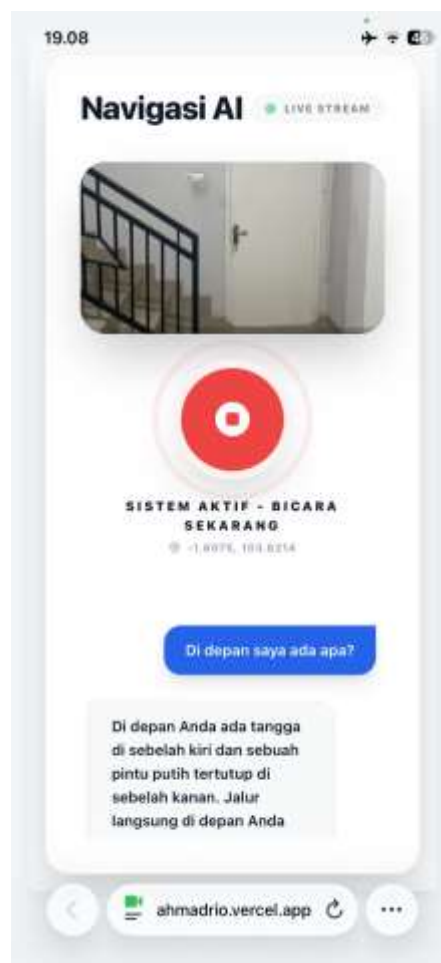
Gambar 5. 1 Sistem berhasil mendeteksi Mic dan Kamera

Gambar 5.1 menunjukkan tampilan antarmuka sistem *Navigasi AI* yang telah berhasil mendeteksi dan mengonfigurasi perangkat input utama, yaitu mikrofon dan kamera pada perangkat pengguna. Pada gambar terlihat bahwa sistem secara otomatis mengenali mikrofon sebagai input suara serta kamera belakang sebagai input visual, yang menandakan bahwa izin akses perangkat telah diberikan dan berfungsi dengan baik. Informasi status juga menampilkan bahwa sistem telah dioptimalkan untuk penggunaan kamera belakang pada *browser mobile*, termasuk penyesuaian resampling dan aktivasi layanan lokasi. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem siap digunakan untuk menjalankan fitur navigasi berbasis kecerdasan buatan yang mengandalkan input suara dan visual secara *real-time*.



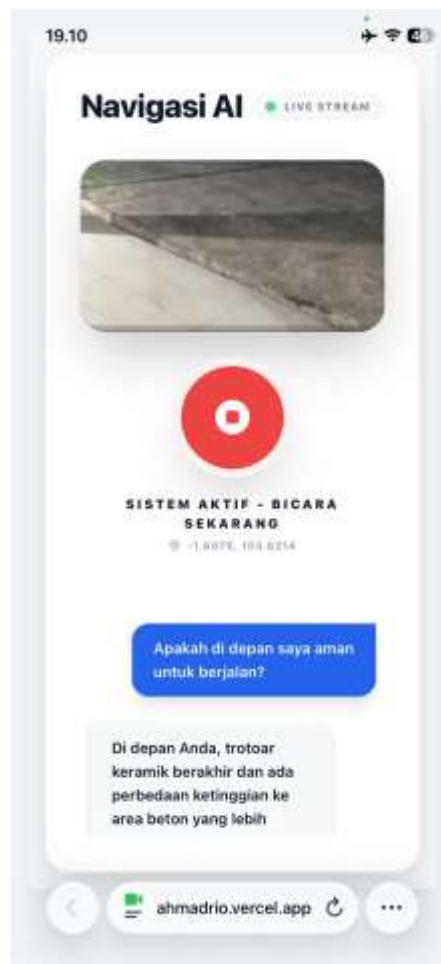
Gambar 5. 2 Sistem berhasil menangkap frame dan mendeteksi input suara secara *realtime*

Gambar 5.2 menampilkan kondisi saat sistem *Navigasi AI* berada dalam mode *live stream*, di mana kamera dan mikrofon telah aktif serta beroperasi secara *real-time*. Pada tampilan tersebut terlihat sistem berhasil menangkap *frame* visual dari kamera perangkat sekaligus mendeteksi input suara, yang ditandai dengan indikator *Audio Detected* dan *Syncing Visual*. Sistem kemudian memproses kedua input tersebut secara bersamaan untuk menghasilkan deskripsi lingkungan di sekitar pengguna, yang disajikan dalam bentuk teks naratif di bagian bawah layar. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan sinkronisasi input audio dan visual secara *real-time* serta memberikan informasi kontekstual sebagai dukungan navigasi berbasis kecerdasan buatan.



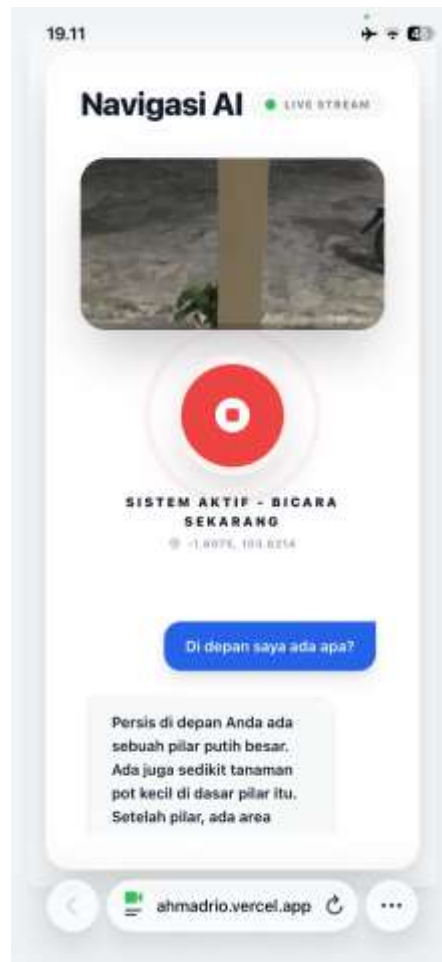
Gambar 5. 3 Sistem berhasil mendeteksi objek tangga dan pintu

Gambar 5.3 memperlihatkan sistem *Navigasi AI* yang sedang aktif dalam mode *live stream* dan berhasil melakukan deteksi objek berdasarkan input visual dari kamera secara *real-time*. Pada tampilan tersebut, sistem mengenali keberadaan objek tangga di sisi kiri serta sebuah pintu di sisi kanan area pandang pengguna, yang kemudian diterjemahkan menjadi informasi deskriptif dalam bentuk teks. Selain itu, sistem juga merespons perintah atau pertanyaan pengguna melalui input suara, sehingga interaksi berlangsung secara dua arah. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu mengintegrasikan pengolahan citra dan pemrosesan bahasa secara bersamaan untuk membantu pengguna memahami kondisi lingkungan di sekitarnya secara akurat.



Gambar 5. 4 Sistem berhasil mendeteksi objek trotoar yang ada di depan aktor

Gambar 5.4 memperlihatkan sistem *Navigasi AI* yang sedang aktif dalam mode *live stream* dan berhasil mendeteksi kondisi lingkungan di depan pengguna secara *real-time*. Pada tampilan kamera terlihat area trotoar dan permukaan jalan dengan perbedaan ketinggian, yang kemudian dianalisis oleh sistem untuk menilai tingkat keamanan bagi pengguna saat berjalan. Sistem merespons pertanyaan pengguna terkait keamanan jalur di depan dengan memberikan deskripsi kontekstual mengenai keberadaan trotoar serta perubahan elevasi permukaan. Hal ini menunjukkan kemampuan sistem dalam mengidentifikasi potensi hambatan dan memberikan informasi pendukung navigasi secara interaktif berbasis kecerdasan buatan.



Gambar 5. 5 Sistem berhasil mendeteksi objek dan rintangan serta mengarahkan aktor ke area yang lapang

Gambar 5.5 menampilkan sistem Navigasi AI yang aktif dalam mode *live stream* dan berhasil mendeteksi keberadaan objek serta rintangan di lingkungan sekitar pengguna secara *real-time*. Pada gambar terlihat sistem mengenali sebuah pilar besar yang berada tepat di depan pengguna beserta elemen di sekitarnya, seperti tanaman di dasar pilar. Berdasarkan hasil analisis visual dan respons terhadap input suara pengguna, sistem kemudian memberikan deskripsi kondisi lingkungan sekaligus arahan navigasi untuk menghindari rintangan dan menuju area yang lebih lapang. Hal ini menunjukkan kemampuan sistem dalam mengidentifikasi objek, menilai potensi hambatan, serta memberikan panduan navigasi yang aman dan informatif berbasis kecerdasan buatan.

#### 5.4.2 Hasil Pengujian Akurasi

Pengujian dilakukan terhadap beberapa jenis objek seperti manusia, kendaraan, kursi, meja, pintu, dan rintangan lain. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 5.1.

Tabel 5. 1 Hasil Pengujian Akurasi

| No | Jenis Objek | Jumlah Uji | Deteksi Benar | Akurasi |
|----|-------------|------------|---------------|---------|
| 1  | Manusia     | 20         | 18            | 90%     |
| 2  | Kendaraan   | 20         | 17            | 85%     |
| 3  | Kursi       | 20         | 16            | 80%     |
| 4  | Meja        | 20         | 17            | 85%     |
| 5  | Pintu       | 20         | 18            | 90%     |

Rata-rata akurasi sistem diperoleh sebesar 86%, yang menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali objek dengan tingkat ketepatan yang baik.

#### 5.4.3 Hasil Pengujian Latensi

Pengujian latensi dilakukan sebanyak beberapa kali percobaan pada koneksi internet yang stabil. Hasil pengujian latensi ditunjukkan pada tabel 5.2.

Tabel 5. 2 Hasil Pengujian Latensi

| No | Percobaan | Waktu (detik) |
|----|-----------|---------------|
| 1  | Uji 1     | 2.1           |
| 2  | Uji 2     | 2.3           |
| 3  | Uji 3     | 2.0           |
| 4  | Uji 4     | 2.4           |
| 5  | Uji 5     | 2.2           |

Rata-rata latensi sistem adalah 2.2 detik, yang masih berada dalam kategori respons real-time yang dapat diterima oleh pengguna.

## 5.5 ANALISIS HASIL PENGUJIAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dianalisis bahwa:

1. Sistem mampu mengenali objek di lingkungan sekitar dengan akurasi yang cukup tinggi.
2. Sistem dapat memberikan umpan balik suara dengan waktu respon yang relatif cepat.
3. Faktor yang mempengaruhi kinerja sistem antara lain:
  - Kualitas pencahayaan.
  - Kecepatan koneksi internet.
  - Kualitas kamera.
4. Pada kondisi cahaya rendah, akurasi sistem cenderung menurun.
5. Pada kondisi jaringan internet yang tidak stabil, latensi sistem meningkat.

Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan telah memenuhi tujuan penelitian sebagai alat bantu bagi penyandang tunanetra.

## 5.6 PEMBAHASAN KELEBIHAN DAN KEKURANGAN SISTEM

### 5.6.1 Kelebihan Sistem

Sistem menunjukkan kinerja yang cukup baik dalam mengenali objek, memproses input *multimodal*, serta memberikan informasi kepada pengguna secara *real-time*. Adapun beberapa kelebihan sistem yang peneliti rasakan dari hasil pengujian sistem ini antara lain:

1. Mampu mengenali objek secara *real-time*.
2. Memberikan deskripsi suara yang informatif.
3. Menggunakan *AI multimodal* yang mampu memahami konteks.
4. Mudah digunakan.
5. Dapat dijalankan pada perangkat *smartphone* dan *laptop*.

### 5.6.2 Kekurangan Sistem

Berdasarkan hasil pengujian yang telah peneliti lakukan, ditemukan beberapa kekurangan pada sistem ini yaitu:

1. Sangat bergantung pada koneksi internet.
2. Belum dapat digunakan secara optimal pada kondisi gelap.
3. Latensi masih dipengaruhi oleh kecepatan jaringan.
4. Sistem belum dapat berjalan secara *offline*.
5. Sistem masih dalam bentuk purwarupa (*prototype*).

