



---

## Final Project

Kode-MK: IF4025

Dosen Pengampu: Martin C.T. Manullang

Mata Kuliah Pervasive Computing

Tahun Ajaran: 2024/2025

---

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Tunanetra merupakan salah satu kelompok masyarakat dengan kebutuhan khusus yang menghadapi tantangan besar dalam menjalani aktivitas sehari-hari. Tunanetra sendiri berarti kondisi seseorang yang tidak memiliki penglihatan sama sekali (buta total) serta mereka yang masih memiliki sisa penglihatan tetapi tidak mampu menggunakan penglihatannya untuk membaca tulisan biasa berukuran 12 point dalam keadaan cahaya normal dan dari jarak normal meskipun dibantu dengan kaca mata (kurang awas/*low vision*) [1]. Menurut laporan dari *World Health Organization* (WHO), terdapat lebih dari 1 miliar tunanetra di dunia pada tahun 2023, dan angka ini terus meningkat akibat faktor seperti usia lanjut, penyakit, dan kecelakaan [2]. Di Indonesia, data Kementerian Kesehatan RI menunjukkan bahwa jumlah penyandang disabilitas tunanetra di Indonesia mencapai 1,5 persen keseluruhan penduduk Indonesia. Jika saat ini jumlah penduduk di Indonesia mencapai lebih dari 280 juta jiwa, maka jumlah penyandang disabilitas tunanetra terdapat lebih dari 4 juta jiwa, menjadikannya salah satu disabilitas utama di negara ini [3].

Keterbatasan utama yang dihadapi tunanetra meliputi kesulitan untuk bergerak secara mandiri, akses yang terbatas terhadap informasi visual, dan risiko keselamatan yang tinggi. Alat bantu tradisional, seperti tongkat tunanetra, hanya mampu mendeteksi rintangan fisik di jarak dekat dan tidak memberikan informasi tambahan tentang lingkungan sekitar. Alternatif lainnya, seperti anjing pemandu, memiliki biaya tinggi dan tidak selalu sesuai dengan kebutuhan spesifik setiap individu. Keterbatasan ini menciptakan urgensi untuk menghadirkan solusi baru yang lebih adaptif, terjangkau, dan dapat mendukung kemandirian tunanetra.

Dengan kemajuan teknologi komputasi pervasif, hambatan ini dapat diatasi melalui integrasi kecerdasan buatan (AI) dan perangkat cerdas berbasis IoT. Teknologi seperti OpenAI Vision API mampu mengenali objek secara visual dan memberikan deskripsi suara yang informatif kepada pengguna, sedangkan Google Maps API menawarkan panduan navigasi berbasis lokasi yang intuitif [4][5]. Solusi yang memanfaatkan prinsip *context-aware* dan *pervasive computing* ini memungkinkan tunanetra untuk memahami lingkungan sekitar dan menjelajahi ruang baru tanpa batasan besar.

Proyek Auralis dirancang sebagai sebuah teknologi berbasis kacamata pintar yang dapat membantu tunanetra bergerak secara mandiri dan aman. Melalui integrasi kamera RGB-D, perangkat ini mampu mendeteksi objek dan mengukur jarak secara *real-time*. Informasi tersebut kemudian disampaikan melalui *bone conduction speaker*, memungkinkan pengguna menerima panduan audio tanpa mengganggu pendengaran alami mereka. Dengan pendekatan yang personal dan adaptif, Auralis bertujuan untuk meningkatkan kemandirian dan kualitas hidup tunanetra melalui solusi praktis dan efisien yang dirancang untuk penggunaan sehari-hari.

## 1.2. Tujuan

Proyek Auralis memiliki tujuan utama sebagai berikut:

1. Mengembangkan kacamata pintar berbasis komputasi pervasif yang mendukung tunanetra untuk bergerak secara mandiri dan memahami lingkungan sekitar dengan lebih baik.
2. Meningkatkan keselamatan dan keamanan tunanetra dengan memberikan panduan audio *real-time* untuk mendeteksi rintangan serta membaca informasi visual.
3. Merancang perangkat yang adaptif, hemat energi, dan mudah digunakan oleh tunanetra dari berbagai latar belakang.

## 2. Pendekatan Desain

### 2.1. Konsep Dasar

Proyek Auralis adalah sebuah teknologi kacamata pintar yang dirancang untuk mendukung tunanetra dalam menjalani aktivitas sehari-hari dengan lebih mandiri. Perangkat ini mengintegrasikan teknologi *computer vision*, kecerdasan buatan (AI), dan *bone conduction speaker* untuk memberikan panduan berbasis audio secara *real-time*. Dengan kemampuan mengenali objek, membaca teks, dan mendeteksi rintangan fisik, Auralis menawarkan solusi inovatif yang praktis, aman, dan efisien bagi penggunanya.

Ide dasar Auralis adalah memberikan tunanetra akses terhadap informasi visual yang sebelumnya sulit dijangkau, seperti deskripsi objek, lokasi, dan rambu jalan, melalui panduan audio yang informatif. Relevansi perangkat ini terletak pada kemampuannya untuk menjawab tantangan utama yang dihadapi tunanetra, seperti mobilitas, keamanan, dan akses informasi. Dengan pendekatan berbasis teknologi modern, Auralis dirancang untuk meningkatkan kualitas hidup tunanetra tanpa mengorbankan kenyamanan atau kemudahan penggunaan.

### 2.2. Prinsip Komputasi Pervasif yang Digunakan

Prinsip komputasi pervasif menjadi landasan utama dalam pengembangan Auralis. Berikut adalah bagaimana prinsip-prinsip ini diterapkan dalam proyek:

#### 1. Konektivitas yang Terintegrasi

Auralis mengintegrasikan layanan berbasis *cloud*, seperti OpenAI Vision API untuk pengenalan objek dan Google Maps API untuk navigasi. Sistem ini memungkinkan komunikasi yang *seamless* antara perangkat keras (kamera RGB-D) dan layanan *cloud* untuk memberikan informasi *real-time* kepada pengguna.

#### 2. Keberadaan di Mana-Mana (*Ubiquitous*)

Perangkat ini dirancang agar dapat digunakan kapan saja dan di mana saja, baik di dalam ruangan maupun di luar ruangan. Dengan pendekatan ini, pengguna dapat tetap mendapatkan informasi visual tanpa batasan lokasi atau waktu.

#### 3. *Context-Aware*

Auralis mampu mengenali konteks pengguna, seperti lokasi, waktu, atau aktivitas. Sebagai contoh, perangkat dapat memberikan peringatan khusus saat pengguna mendekati jalan raya atau menavigasi area ramai.

#### 4. Personalisasi

Sistem ini menyediakan opsi multibahasa, pengaturan audio, dan pengendalian sentuhan untuk memenuhi preferensi unik setiap pengguna.

## 5. Adaptabilitas dan Skalabilitas

Auralis dirancang untuk berkembang dengan mudah. Misalnya, perangkat dapat diupgrade untuk mendukung fitur tambahan, seperti pengenalan wajah atau analisis emosi.

Selain prinsip utama di atas, Auralis juga memperhatikan aspek-aspek komputasi pervasif berikut:

### 1. Efisiensi Energi

Mengoptimalkan konsumsi daya melalui *deep sleep mode* dan pemrosesan lokal menggunakan perangkat edge AI [6].

### 2. Keamanan dan Privasi

Data pengguna diproses secara aman dengan minimalisasi pengiriman data sensitif ke *cloud*.

### 3. Pengelolaan Data yang Efisien

Sistem menggunakan kompresi data dan pemrosesan lokal untuk mengurangi beban transmisi dan penyimpanan.

## 3. Solusi yang Diusulkan

### 3.1. Deskripsi Solusi

Dalam rangka menjawab kebutuhan tunanetra dalam memahami lingkungan sekitar dan bergerak secara mandiri, Auralis dirancang sebagai kacamata pintar yang mengintegrasikan berbagai teknologi modern. Berikut adalah fitur utama sistem Auralis dan cara kerjanya dalam menyelesaikan masalah yang telah diidentifikasi:

#### 1. Pengenalan Objek dan Deskripsi Lingkungan Secara *Real-Time* (VisionSense)

Auralis menggunakan kamera RGB-D untuk mendeteksi objek di sekitar pengguna dan mengenali rintangan. Dengan memanfaatkan teknologi OpenAI Vision API, perangkat ini memberikan deskripsi suara berbasis AI mengenai lingkungan sekitar, seperti "Ada pintu di depan Anda sekitar 2 meter" atau "Di sisi kiri terdapat meja." Fitur ini membantu tunanetra memahami ruang di sekitarnya tanpa memerlukan alat bantu tambahan seperti tongkat.

#### 2. Pembacaan Teks Secara Otomatis (TextReader)

Perangkat ini dilengkapi dengan teknologi OCR yang memungkinkan pengguna untuk membaca teks dari dokumen, papan nama, atau rambu jalan. Misalnya, saat pengguna menghadapi papan bertuliskan "Pintu Keluar," sistem akan membaca dan menyampaikan informasi tersebut melalui audio.

#### 3. Navigasi Berbasis Lokasi (SmartNav)

Dengan integrasi Google Maps API, Auralis memberikan panduan arah berbasis suara untuk membantu pengguna mencapai lokasi tujuan dengan aman. Navigasi ini disesuaikan dengan konteks pengguna, seperti memberikan peringatan tambahan saat pengguna mendekati jalan raya atau area berbahaya.

#### 4. Peringatan Dini terhadap Rintangan Fisik (ObstacleAlert)

Kamera depth pada Auralis mendeteksi jarak rintangan di sekitar pengguna dan memberikan peringatan dini berupa audio. Misalnya, jika ada tangga menurun di depan, perangkat akan menyampaikan peringatan seperti "Tangga menurun di depan, berhati-hatilah." Fitur ini mengurangi risiko kecelakaan akibat rintangan yang tidak terlihat.

#### 5. Panduan Audio dengan *Bone Conduction Speaker* (ClearAudio)

Informasi yang diberikan oleh Auralis disampaikan melalui *bone conduction speaker*, yang memungkinkan pengguna mendengar panduan audio tanpa mengganggu pendengaran alami. Teknologi

ini memastikan kenyamanan dan keamanan pengguna, terutama di lingkungan yang membutuhkan kewaspadaan tinggi.

#### 6. Pengendalian Sentuh dan Gestur (GestureControl)

Untuk mempermudah interaksi, Auralis dilengkapi dengan panel sentuh di gagang kacamata serta sensor gestur untuk navigasi fitur. Pengguna dapat mengaktifkan atau menonaktifkan fitur, menyesuaikan volume, atau memilih mode hanya dengan sentuhan atau gerakan kepala.

#### 7. Multibahasa dan Personalisasi (MultiLingualAssist)

Sistem mendukung beberapa bahasa sehingga dapat digunakan oleh tunanetra dari berbagai latar belakang. Selain itu, pengguna dapat menyesuaikan pengaturan audio, sensitivitas sensor, dan mode operasi sesuai preferensi pribadi mereka.

### 3.2. Nilai Tambah dan Manfaat

Auralis memberikan kontribusi sosial yang signifikan dengan membantu tunanetra meningkatkan kemandirian mereka dalam menjalani aktivitas sehari-hari. Dengan fitur seperti pengenalan objek, pembacaan teks, dan navigasi berbasis lokasi, perangkat ini memungkinkan pengguna untuk bergerak secara mandiri tanpa harus bergantung pada bantuan langsung dari orang lain. Selain itu, Auralis dirancang sebagai solusi yang efisien, memanfaatkan teknologi seperti OpenAI Vision API dan Google Maps API untuk menghadirkan fungsi-fungsi canggih dalam desain yang hemat biaya. Peningkatan aksesibilitas yang ditawarkan perangkat ini juga membuka peluang bagi tunanetra untuk lebih berpartisipasi aktif dalam kehidupan sosial, pendidikan, dan pekerjaan.

Dari sisi keberlanjutan, Auralis mengadopsi prinsip efisiensi energi melalui fitur hemat daya seperti *deep sleep mode*, memungkinkan perangkat digunakan untuk jangka waktu yang lama tanpa sering diisi ulang. Pendekatan ini tidak hanya mendukung keberlanjutan dalam penggunaan teknologi, tetapi juga membantu mengurangi dampak lingkungan dari konsumsi energi yang berlebihan [7]. Dengan kombinasi manfaat sosial, efisiensi operasional, dan keberlanjutan, Auralis dirancang untuk memberikan dampak positif yang nyata bagi penggunanya dan masyarakat secara luas.

### 3.3. Justifikasi Ilmiah

Penggunaan kamera RGB-D dalam Auralis memungkinkan deteksi objek dan rintangan di sekitar pengguna secara *real-time*. Studi oleh Ariyani et al. (2022) [8] menunjukkan bahwa sensor RGB-D efektif dalam membantu tunanetra mengenali lingkungan dan menghindari rintangan selama navigasi. Selain itu, penelitian oleh Jamzuri et al. (2023) [9] membahas penggunaan kamera RGB-D untuk deteksi objek dan estimasi *pose*, yang dapat diterapkan dalam sistem navigasi.

Integrasi teknologi *Optical Character Recognition* (OCR) memungkinkan Auralis membaca teks dari berbagai sumber dan menyampaikannya dalam bentuk audio. Penelitian oleh Izzuddin et al. (2020) [10] mengembangkan sarung tangan cerdas berbasis Raspberry Pi yang menggunakan OCR dan *Text-to-Speech* (TTS) untuk membantu tunanetra membaca teks, menunjukkan bahwa kombinasi teknologi ini efektif dalam meningkatkan aksesibilitas informasi bagi tunanetra. Selain itu, aplikasi "BREAD" yang dikembangkan oleh Muhammad et al. (2015) [11] menggunakan OCR untuk membantu tunanetra membaca buku cetak, menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi dalam pengenalan teks.

Penggunaan *bone conduction speaker* dalam Auralis memungkinkan penyampaian informasi audio tanpa menghalangi pendengaran alami pengguna. Studi oleh Stephen Xia (2024) [12] menunjukkan bahwa teknologi *bone conduction* dapat meningkatkan kualitas komunikasi dalam lingkungan bising, yang relevan untuk aplikasi dalam perangkat *wearable*. Selain itu, penelitian oleh Kitagawa dan Takeshita (2017) [13] membahas teknologi *speaker bone conduction* dan aplikasinya dalam berbagai kondisi lingkungan.

## 4. Rancangan Arsitektur Sistem

### 4.1. Rancangan Sistem

Sistem Auralis dirancang sebagaiacamata pintar berbasis teknologi komputasi pervasif yang mengintegrasikan berbagai komponen perangkat keras dan perangkat lunak untuk memberikan panduan *real-time* kepada tunanetra. Komponen-komponen ini saling berinteraksi untuk mendeteksi, memproses, dan menyampaikan informasi berbasis audio secara efisien, baik dalam mode *online* maupun *offline*.

#### 1. Komponen Perangkat Keras

- **Kamera RGB-D**

Menangkap gambar *real-time* dan mendeteksi kedalaman untuk memahami jarak serta posisi objek, mendukung fitur pengenalan objek dan rintangan. Contoh produk: Azure Kinect DK, Intel RealSense D435.

- **Prosesor Edge AI**

Memproses data lokal untuk inferensi AI tanpa ketergantungan penuh pada *cloud*. Contoh produk: NVIDIA Jetson Nano, Google Coral TPU.

- **Bone Conduction Speaker**

Menyampaikan informasi audio tanpa menghalangi pendengaran alami, menjaga kewaspadaan pengguna terhadap lingkungan. Contoh produk: AfterShokz Aeropex.

- **Panel Sentuh dan Sensor Gestur**

- Memungkinkan kontrol intuitif untuk memilih fitur, menyesuaikan volume, atau memulai navigasi. Contoh produk: Adafruit Touch Sensor, MPU6050 untuk deteksi gerakan.

- **GPS Module**

Menyediakan data lokasi untuk navigasi berbasis peta. Contoh produk: U-blox NEO-6M GPS Module.

- **Baterai Li-ion**

Mendukung daya hingga 12 jam pemakaian dengan kapasitas minimal 5000mAh. Menyediakan data lokasi untuk navigasi berbasis peta. Contoh produk: U-blox NEO-6M GPS Module.

- **Koneksi Nirkabel**

Menggunakan modul *WiFi* dan *Bluetooth* untuk sinkronisasi data dan komunikasi *cloud*. Contoh: ESP32, HC-05.

- **Penyimpanan**

eMMC atau microSD berkapasitas minimal 32GB untuk menyimpan model AI, peta *offline*, dan file sistem.

#### 2. Komponen Perangkat Lunak

- **Framework dan Library**

- OpenCV: Untuk pengolahan gambar dan preprocessing OCR.
- TensorFlow Lite: Untuk inferensi AI lokal.
- Tesseract OCR: Untuk membaca teks dari gambar secara *offline*.
- Mapbox *Offline* SDK: Untuk navigasi berbasis GPS tanpa internet.
- pytsx3/eSpeak: Untuk *text-to-speech* lokal.

- **API untuk Mode Online**

- OpenAI API: Untuk mengintegrasikan model bahasa AI dalam aplikasi.
- GPT Vision: Untuk pengenalan objek dan deskripsi berbasis konteks.
- ChatGPT: Untuk percakapan AI yang menjawab pertanyaan pengguna.
- Google Maps API: Untuk navigasi berbasis lokasi dengan panduan suara.

- **Sistem Operasi**

Linux-based OS (Ubuntu atau JetPack) untuk mengelola perangkat keras dan perangkat lunak.

- **Aplikasi Pendukung**

Berfungsi untuk sinkronisasi data, konfigurasi perangkat (seperti sensitivitas kamera, pengaturan bahasa), serta pembaruan firmware dan data peta *offline*.

### 3. Interaksi Antar Komponen

- **Pengambilan Data**

Kamera RGB-D menangkap gambar dan mendeteksi jarak objek. Data lokasi diperoleh dari GPS Module.

- **Pemrosesan Data**

Gambar dari kamera diproses menggunakan OpenCV untuk preprocessing. Model AI lokal (TensorFlow Lite) atau API *cloud* (OpenAI Vision API) digunakan untuk pengenalan objek. Data lokasi diproses dengan Google Maps API untuk navigasi.

- **Penyampaian Informasi**

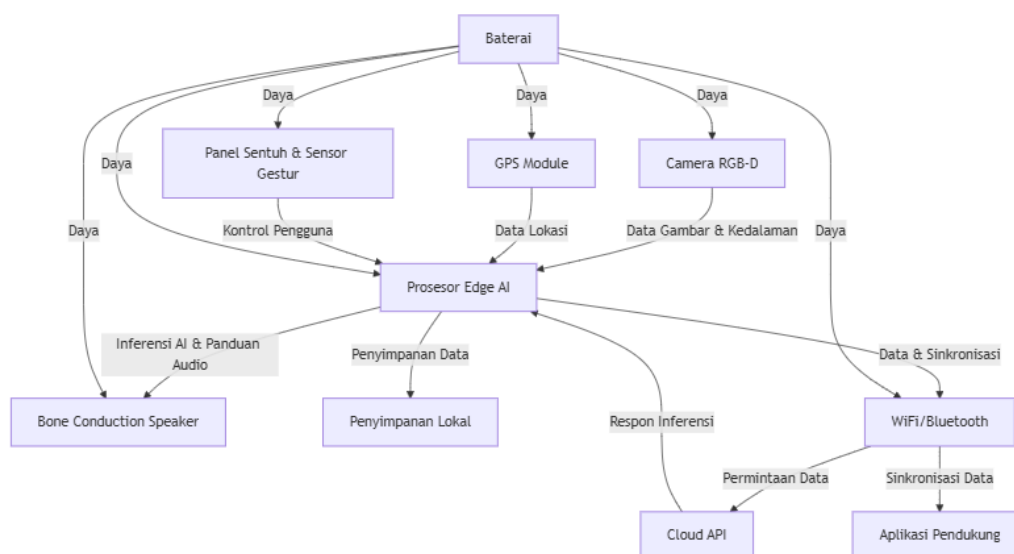
Hasil inferensi dan navigasi diterjemahkan menjadi panduan suara melalui *bone conduction speaker*. Informasi tambahan dapat disampaikan melalui aplikasi pendukung jika relevan.

- **Interaksi Pengguna**

Panel sentuh dan sensor gestur memungkinkan pengguna mengontrol perangkat, seperti memilih mode operasi atau mengatur volume.

### 4.2. Block Diagram Arsitektur

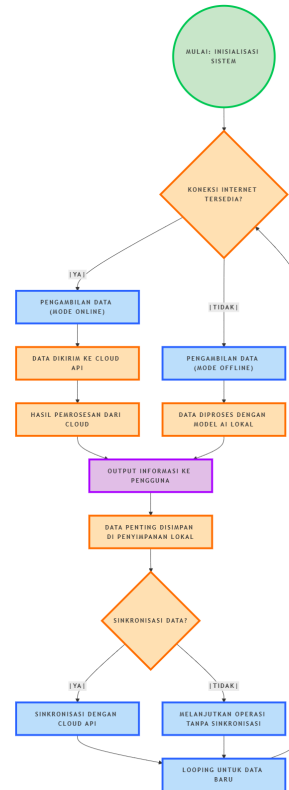
Block diagram arsitektur sistem Auralis menunjukkan hubungan antar komponen perangkat keras dan perangkat lunak. Diagram ini memberikan gambaran visual bagaimana data mengalir di dalam sistem untuk mendukung fungsi utamanya.



Gambar 1: Diagram blok arsitektur.

### 4.3. Alur Kerja Sistem

Flowchart berikut menunjukkan alur kerja sistem Auralis, dimulai dari inisialisasi hingga penyampaian informasi kepada pengguna dalam mode *online* maupun *offline*.



Gambar 2: Diagram alir.

#### 4.3.1. Deskripsi Alur Kerja

##### 1. Inisialisasi Sistem

Sistem memulai operasi dengan menyalakan perangkat, memuat model AI lokal, dan memeriksa koneksi internet. Langkah ini menentukan mode operasi perangkat, yaitu *online* atau *offline*.

##### 2. Pengecekan Koneksi Internet

###### • Mode *Online*

Jika koneksi internet tersedia, data yang dikumpulkan oleh perangkat dikirimkan ke layanan Cloud API, seperti OpenAI Vision API untuk deskripsi objek atau Google Maps API untuk navigasi berbasis lokasi.

###### • Mode *Offline*

Jika koneksi internet tidak tersedia, perangkat memproses data secara lokal menggunakan model AI yang sudah terinstal pada prosesor Edge AI.

##### 3. Pengambilan Data

Kamera RGB-D menangkap data visual dan informasi kedalaman, GPS Module memberikan data lokasi, dan input pengguna diterima melalui panel sentuh atau sensor gestur. Data ini menjadi masukan untuk pemrosesan lebih lanjut.

##### 4. Pemrosesan Data

- **Mode *Online***

Dalam Mode *Online*, data dikirimkan ke *Cloud API* untuk pemrosesan berbasis AI yang lebih kompleks. Hasil pemrosesan dari *cloud* kemudian dikembalikan ke perangkat.

- **Mode *Offline***

Dalam Mode *Offline*, data diproses langsung di perangkat menggunakan model AI lokal untuk mendeteksi objek, membaca teks, atau memberikan panduan navigasi.

## 5. Penyimpanan Data

Data yang dianggap penting disimpan di penyimpanan lokal untuk digunakan kembali, terutama saat perangkat beroperasi dalam mode *offline*.

## 6. Output Informasi

Hasil pemrosesan, baik dari *cloud* maupun lokal, disampaikan kepada pengguna melalui *bone conduction speaker*. Informasi mencakup deskripsi objek di sekitar pengguna, panduan navigasi, atau peringatan rintangan fisik.

## 7. Sinkronisasi Data

Untuk mode *online*, data dapat disinkronkan dengan *Cloud API* dan aplikasi pendukung melalui *WiFi* atau *Bluetooth*. Sinkronisasi ini memungkinkan pembaruan data dan pengaturan perangkat.

## 8. Looping untuk Data Baru

Setelah informasi disampaikan kepada pengguna, sistem kembali ke tahap pengambilan data untuk analisis berkelanjutan, sehingga pengguna mendapatkan panduan secara *real-time* tanpa jeda.

# 5. Kesimpulan

Proyek Auralis dirancang sebagai solusi inovatif untuk membantu tunanetra memahami lingkungan sekitar dan bernavigasi secara mandiri. Dengan memanfaatkan teknologi komputasi pervasif seperti kamera RGB-D, prosesor Edge AI, dan layanan *Cloud API*, perangkat ini mampu menyediakan deskripsi objek, panduan navigasi, serta pembacaan teks secara *real-time*. Sistem ini dirancang untuk beroperasi dalam mode *online* maupun *offline*, memberikan fleksibilitas bagi pengguna untuk tetap mendapatkan informasi bahkan tanpa koneksi internet.

Auralis mengedepankan aspek adaptabilitas, personalisasi, dan kenyamanan, melalui *bone conduction speaker* untuk panduan audio tanpa mengganggu pendengaran alami, serta kontrol berbasis sentuhan dan gestur untuk kemudahan penggunaan. Proyek ini diharapkan tidak hanya memberikan manfaat praktis bagi tunanetra, tetapi juga menjadi langkah maju dalam pengembangan teknologi asistif yang inklusif, berkelanjutan, dan relevan dengan kebutuhan masyarakat modern.



## References

- [1] P. T. Indonesia, “Persatuan tunanetra indonesia (artikel),” <https://www.pertuni.org>, 2004, accessed: 2024-12-23.
- [2] W. H. Organization, “Blindness and vision impairment,” <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>, Aug. 2023, accessed: 2024-12-23.
- [3] D. Rahmadani, A. I. L. Nasution, and A. Atika, “Analisis peran dan strategi persatuan tunanetra indonesia (pertuni) dalam meningkatkan kemandirian perekonomian masyarakat penyandang tunanetra (studi kasus kota medan),” *Trending: Jurnal Manajemen dan Ekonomi*, vol. 3, no. 1, pp. 66–76, 2025.
- [4] OpenAI, “Introducing vision to the fine-tuning api,” <https://openai.com/index/introducing-vision-to-the-fine-tuning-api/>, 2024, accessed: 2024-12-23.
- [5] S. Tongkaw, “Gis application management for disabled people,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 226, no. 1. IOP Publishing, 2017, p. 012112.
- [6] S. Zhu, K. Ota, and M. Dong, “Energy-efficient artificial intelligence of things with intelligent edge,” *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 9, no. 10, pp. 7525–7532, 2022.
- [7] O. Gurova, T. R. Merritt, E. Papachristos, and J. Vaajakari, “Sustainable solutions for wearable technologies: mapping the product development life cycle,” *Sustainability*, vol. 12, no. 20, p. 8444, 2020.
- [8] S. Ariyani, A. B. Nugroho, and A. S. T. Mubarak, “Alat bantu pendeteksi objek untuk tuna netra berbasis ai mobilenet pada raspberry pi 3b,” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, vol. 4, no. 1, pp. 73–90, 2022.
- [9] E. R. JAMZURI, R. ANALIA, and S. SUSANTO, “Object detection and pose estimation with rgb-d camera for supporting robotic bin-picking,” *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 11, no. 1, p. 128, 2023.
- [10] M. H. Izzuddin, T. Karlita, A. Fariza, and M. N. Habibi, “Digilib pens - rancang bangun aplikasi pembaca buku berbasis suara untuk tunanetra menggunakan optical character recognition dan text to speech,” [https://digilib.pens.ac.id/detail.php?id=13358&utm\\_source=chatgpt.com](https://digilib.pens.ac.id/detail.php?id=13358&utm_source=chatgpt.com), 2024, accessed: 2024-12-23.
- [11] I. Muhammad, H. M. Zaien, and M. A. Diwasasri, ““bread” aplikasi alat bantu baca buku untuk tunanetra menggunakan portable scanner dengan metode hard-text to voice,” <https://repository.telkomuniversity.ac.id/pustaka/102743/-bread-aplikasi-alat-bantu-baca-buku-untuk-tunanetra-menggunakan-portable-scanner-dengan-metode-hard-text-to-voice>, 2015, accessed: 2024-12-23.
- [12] S. Xia, “Improving acoustic and bone conduction speech enhancement,” [https://www.mccormick.northwestern.edu/news/articles/2024/12/improving-acoustic-and-bone-conduction-speech-enhancement/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.mccormick.northwestern.edu/news/articles/2024/12/improving-acoustic-and-bone-conduction-speech-enhancement/?utm_source=chatgpt.com), Dec. 2024, accessed: 2024-12-23.
- [13] W. Kitagawa and T. Takeshita, “Technology for bone conduction speaker and its characteristics analysis,” *Journal of the Japan Society of Applied Electromagnetics and Mechanics*, vol. 25, no. 3, pp. 319–324, Jan. 2017.