

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari, manusia memanfaatkan berbagai suara lingkungan sebagai sumber informasi untuk memahami kondisi di sekitarnya. Bunyi seperti bel pintu, alarm kebakaran, tangisan bayi, atau suara benda yang terjatuh dapat menjadi isyarat adanya suatu peristiwa tanpa harus melihat langsung sumber suara tersebut. Kemampuan mengenali suara lingkungan berperan penting dalam membangun *situational awareness* atau kesadaran terhadap kondisi sekitar sehingga seseorang dapat merespons situasi dengan tepat [1]. Selain itu, kemampuan mengenali dan menentukan arah datangnya suara juga menjadi bagian penting dalam menjaga kewaspadaan dan keselamatan selama beraktivitas [2].

Namun, tidak semua orang dapat menerima informasi dari suara lingkungan dengan baik. Penyandang tunarungu memiliki keterbatasan dalam mendengar sehingga mengalami hambatan dalam mengenali berbagai bunyi yang terjadi di sekitarnya. Keterbatasan tersebut menyebabkan informasi yang disampaikan melalui suara tidak selalu dapat diterima secara utuh dan dapat memengaruhi aktivitas sehari-hari [3]. Hal ini sejalan dengan hasil *systematic review* yang menunjukkan bahwa individu dengan gangguan pendengaran memiliki kemampuan mengenali suara lingkungan yang lebih rendah

dibandingkan individu dengan pendengaran normal, sehingga lebih sulit memahami berbagai informasi penting yang berasal dari lingkungan sekitar [4].

Permasalahan gangguan pendengaran masih menjadi perhatian karena jumlah individu yang mengalami gangguan pendengaran cukup besar. Menurut World Health Organization tahun 2021, sekitar 430 juta orang di dunia mengalami gangguan pendengaran yang memerlukan rehabilitasi, dengan sekitar 34 juta di antaranya merupakan anak-anak. Sementara itu, Kementerian Koordinator Bidang Pembangunan Manusia dan Kebudayaan (Kemendiknas) tahun 2023) mencatat bahwa jumlah penyandang disabilitas di Indonesia mencapai 22,97 juta jiwa atau sekitar 8,5% dari jumlah penduduk Indonesia. Salah satu kelompok dalam penyandang disabilitas tersebut adalah penyandang tunarungu yang memiliki keterbatasan dalam menerima informasi berbasis suara, sehingga diperlukan teknologi pendukung yang dapat membantu meningkatkan kemampuan mereka dalam menyadari kondisi lingkungan sekitar.

Keterbatasan dalam menerima informasi melalui suara dapat menjadi tantangan ketika penyandang tunarungu berada di rumah. Dalam kondisi tersebut, berbagai suara yang menjadi penanda adanya suatu kejadian, seperti bel pintu atau panggilan dari orang lain, berisiko tidak terdengar sehingga aktivitas sehari-hari menjadi kurang optimal. Hal ini terlihat dari adanya pengembangan perangkat berupa gelang bel rumah yang mengubah bunyi bel menjadi getaran sebagai alternatif agar penyandang tunarungu tetap dapat mengetahui ketika ada tamu yang datang [5]. Di sisi lain, penelitian mengenai

pengalaman individu dengan gangguan pendengaran juga menunjukkan bahwa keterbatasan pendengaran dapat memengaruhi aktivitas sehari-hari serta mendorong mereka untuk menyesuaikan cara beraktivitas dalam menghadapi kondisi tersebut [6].

Contoh nyata seperti ketika seorang kurir datang untuk mengantarkan paket, penyandang tunarungu dapat tidak mengetahui suara bel pintu sehingga proses penerimaan barang menjadi terhambat. Selain itu, ketika terdapat tamu atau keluarga yang datang dan mengetuk pintu, pengguna juga berpotensi tidak menyadari kedatangan tersebut. Permasalahan lain dapat terjadi ketika anak sedang bermain di rumah dan tidak sengaja memecahkan benda berbahan kaca. Suara pecahan tersebut dapat menjadi tanda bahwa anak membutuhkan perhatian, tetapi tidak segera diketahui oleh orang tua penyandang tunarungu yang berada di ruangan berbeda. Pada kondisi tertentu, suara teriakan dari anggota keluarga atau orang sekitar yang membutuhkan bantuan juga berisiko tidak terdengar sehingga respons terhadap situasi tersebut dapat terlambat.

Kondisi tersebut juga dapat meningkatkan risiko keselamatan penyandang tunarungu. Ketidakmampuan mengenali suara-suara penting, seperti sirene, klakson, atau tangisan bayi, membuat mereka berpotensi terlambat menyadari situasi darurat di sekitarnya. Penelitian menunjukkan bahwa teknologi pendeteksi suara darurat dengan umpan balik getaran dapat membantu meningkatkan kesadaran terhadap lingkungan bagi penyandang gangguan pendengaran [7]. Selain itu, individu dengan gangguan pendengaran juga diketahui memiliki risiko cedera yang lebih tinggi dibandingkan individu

tanpa gangguan pendengaran akibat berkurangnya kesadaran terhadap lingkungan sekitar [8].

Beberapa penelitian telah mengembangkan teknologi untuk membantu penyandang tunarungu mengenali suara di sekitarnya. Salah satunya adalah aplikasi berbasis Android yang mampu mengenali panggilan nama pengguna dan memberikan notifikasi getaran ketika suara tersebut terdeteksi [9]. Selain itu, telah dikembangkan pula berbagai teknologi alarm, seperti *bed shaker* dan *pillow shaker*, yang efektif membangunkan penyandang tunarungu saat terjadi keadaan darurat. Namun, teknologi tersebut umumnya masih berfokus pada fungsi atau jenis suara tertentu sehingga belum mampu memberikan informasi berbagai suara lingkungan secara real-time dalam satu sistem yang terintegrasi [10].

Perkembangan *machine learning* juga membuka peluang dalam pengembangan sistem klasifikasi suara lingkungan. Berbagai algoritma telah dimanfaatkan untuk mengenali beragam suara lingkungan melalui proses ekstraksi fitur audio, sehingga dapat mendukung pengembangan sistem pemantauan suara secara otomatis [11]. Selain itu, penelitian lain menunjukkan bahwa performa klasifikasi suara masih dapat terus ditingkatkan melalui pengembangan metode deep learning, augmentasi data, serta penggunaan representasi fitur yang lebih baik agar sistem mampu mengenali suara dengan lebih akurat [12].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan HEARO. yaitu sistem pendukung kesadaran lingkungan rumah secara real-time

bagi penyandang tunarungu berbasis mobile. HEARO memanfaatkan model klasifikasi suara hasil pelatihan Teachable Machine untuk mengenali berbagai suara penting di lingkungan rumah. Ketika suara terdeteksi, aplikasi akan memberikan notifikasi berupa getaran dan kilatan flash sebagai penanda bagi pengguna. Selain itu, HEARO juga dilengkapi dengan fitur transkripsi suara ke teks serta komunikasi melalui teks untuk membantu interaksi sehari-hari. Dengan adanya fitur-fitur tersebut, diharapkan HEARO dapat membantu penyandang tunarungu lebih cepat menyadari kondisi di sekitarnya, meningkatkan rasa aman, serta mendukung komunikasi dalam kehidupan sehari-hari.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.2.1 Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah yang telah disusun, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun aplikasi HEARO sebagai media bantu bagi penyandang tunarungu untuk mengetahui adanya suara di lingkungan rumah.
2. Mengimplementasikan model klasifikasi suara hasil pelatihan *Teachable Machine* ke dalam aplikasi HEARO untuk mengenali suara yang telah ditentukan.
3. Menghasilkan sistem yang mampu memberikan notifikasi berupa getaran dan flash secara *real-time* ketika suara terdeteksi.

1.2.2 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak, antara lain:

1. Bagi Pengguna (Penyandang Tunarungu)

Membantu penyandang tunarungu dalam mengetahui adanya suara di lingkungan rumah melalui notifikasi getaran dan flash sehingga dapat meningkatkan kesadaran terhadap kondisi di sekitarnya.

2. Bagi Akademis

Menambah referensi dan wawasan mengenai penerapan *machine learning* pada aplikasi *mobile*, khususnya dalam pengembangan teknologi asistif untuk penyandang disabilitas.

3. Bagi Peneliti

Menambah pengetahuan dan pengalaman dalam merancang serta mengembangkan aplikasi deteksi suara berbasis *mobile* dengan memanfaatkan model klasifikasi suara hasil pelatihan *Teachable Machine*.

4. Bagi Universitas Harkat Negeri

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi mahasiswa maupun pihak akademik dalam pengembangan penelitian yang berkaitan dengan teknologi asistif, *machine learning*, dan aplikasi *mobile*.

1.4 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka ini memuat kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang relevan dengan pengembangan teknologi bantu bagi penyandang tunarungu. Kajian mencakup penerapan *machine learning* dalam klasifikasi

suara, sistem pengenalan suara pada perangkat *mobile*, serta penggunaan notifikasi getaran dan visual sebagai media penyampaian informasi. Penelitian-penelitian tersebut menjadi referensi dalam pengembangan aplikasi HEARO. Uraian penelitian terdahulu disajikan sebagai berikut.

Penelitian ini mengembangkan aplikasi *Hear Talk Me* berbasis Android sebagai teknologi bantu bagi penyandang tunarungu dalam berkomunikasi. Aplikasi tersebut menyediakan fitur konversi teks ke suara dan suara ke teks, serta notifikasi getar untuk memberi informasi ketika terdapat panggilan atau pesan masuk. Pengembangan aplikasi ini bertujuan meningkatkan aksesibilitas penyandang tunarungu dalam memanfaatkan smartphone sebagai media komunikasi sehari-hari [13].

Penelitian mengenai kualitas hidup siswa tunarungu menunjukkan bahwa gangguan pendengaran dapat memengaruhi akses informasi dan interaksi sosial. Hasil penelitian tersebut memperlihatkan pentingnya dukungan teknologi untuk membantu aktivitas sehari-hari penyandang tunarungu. Meski demikian, penelitian ini belum membahas penerapan sistem pengenalan suara pada perangkat *mobile* [14].

Penelitian ini merancang teknologi asistif berupa gelang pintar untuk membantu siswa tunarungu dalam menerima informasi dan berinteraksi di lingkungan sekolah. Perancangan dilakukan menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD) untuk menyesuaikan kebutuhan pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fungsi yang menjadi prioritas adalah deteksi

panggilan suara, peringatan bahaya di sekitar, serta pemberian notifikasi melalui getaran sehingga gelang dapat membantu meningkatkan kesadaran pengguna terhadap lingkungan [15].

Pengembangan sistem pengenalan suara yang dipersonalisasi untuk pengguna tunarungu dan *hard of hearing* menunjukkan bahwa penyesuaian sistem dengan kebutuhan pengguna dapat meningkatkan kenyamanan penggunaan. Sistem tersebut mampu mengenali berbagai suara penting di sekitar pengguna, tetapi belum secara khusus difokuskan pada suara-suara yang umum ditemui di lingkungan rumah [16].

Penelitian mengenai penggunaan *vibrating watch* menunjukkan bahwa notifikasi getaran dapat membantu pengguna tunarungu menyadari adanya suara di sekitarnya. Namun, penelitian tersebut hanya berfokus pada satu jenis suara dan belum menerapkan klasifikasi beberapa kategori suara menggunakan kecerdasan buatan [17].

Penelitian ini mengembangkan sistem klasifikasi suara anjing menggunakan model YAMNet yang memanfaatkan algoritma CNN. Sistem dilatih untuk mengenali empat jenis suara anjing, yaitu *bark*, *howling*, *growling*, dan *whimper*. Berdasarkan hasil pengujian, model mampu mencapai akurasi sebesar 97,8% dengan nilai presisi, *recall*, dan *F1-score* yang tinggi pada setiap kelas, sehingga menunjukkan bahwa YAMNet memiliki kemampuan yang baik dalam melakukan klasifikasi suara [18].

Berdasarkan tinjauan pustaka, notifikasi getaran dan visual dapat membantu penyandang tunarungu mengetahui adanya suara di sekitar mereka. Namun, belum banyak penelitian yang berfokus pada pengenalan suara lingkungan rumah, seperti bel pintu, ketukan, pecahan, dan teriakan. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan aplikasi HEARO sebagai sistem pendukung kesadaran lingkungan rumah bagi penyandang tunarungu.

Tabel 1. 1 GAP Penelitian

No	Tahun Penelitian	Penelitian Terdahulu	Pembeda (Gap) dengan Penelitian Ini
1.	(2024)	Mengembangkan aplikasi Android dengan fitur <i>speech to text, text to speech</i> , dan notifikasi getar. [13]	Berfokus pada komunikasi, sedangkan HEARO berfokus pada deteksi suara lingkungan secara <i>real-time</i> .
2.	(2024)	Derajat kehilangan pendengaran memengaruhi kualitas hidup siswa tunarungu. [14]	Fokus pada kualitas hidup, tidak membahas sistem deteksi suara berbasis mobile atau notifikasi non-audio.

No	Tahun Penelitian	Penelitian Terdahulu	Pembeda (Gap) dengan Penelitian Ini
3.	(2024)	Merancang gelang pintar dengan fitur deteksi suara dan notifikasi getar. [15]	Menggunakan perangkat gelang, sedangkan HEARO menggunakan aplikasi mobile berbasis <i>machine learning</i> .
4.	(2023)	Sistem personalized mengenali suara penting, meningkatkan pengalaman pengguna tunarungu. [16]	Penelitian membahas klasifikasi suara lingkungan secara umum, namun tidak difokuskan pada kebutuhan penyandang tunarungu maupun implementasi notifikasi getaran dan <i>flash</i> .
5.	(2023)	Getaran efektif membantu mahasiswa	Penelitian hanya menggunakan satu jenis suara, yaitu

No	Tahun Penelitian	Penelitian Terdahulu	Pembeda (Gap) dengan Penelitian Ini
		tunarungu menyadari bunyi kendaraan. [17]	klakson kendaraan, sehingga belum mendukung pengenalan beberapa kategori suara dalam satu sistem.
6.	(2024)	Mengembangkan model YAMNet untuk mengklasifikasikan suara anjing. [18]	Mengklasifikasikan suara anjing, sedangkan HEARO mengenali suara lingkungan bagi penyandang tunarungu.

1.5 Data Penelitian

Data penelitian merupakan data yang digunakan dalam proses pengembangan dan pelatihan model klasifikasi suara pada aplikasi HEARO. Data yang digunakan berupa kumpulan suara lingkungan yang diperoleh dari berbagai sumber dan digunakan untuk melatih model agar mampu mengenali beberapa jenis suara penting yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari. Selain data penelitian, proses pengembangan juga didukung oleh perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan selama penelitian berlangsung.

1.5.1 Dataset

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini berupa data audio yang terdiri dari beberapa kategori suara lingkungan. *Dataset* dikumpulkan dari berbagai sumber, yaitu FreeSound, Pixabay, YouTube, serta hasil perekaman mandiri yang dilakukan oleh peneliti. Penggunaan berbagai sumber data bertujuan untuk memperoleh variasi karakteristik suara sehingga model dapat mengenali suara dengan lebih baik pada kondisi penggunaan yang berbeda.

Kategori suara yang digunakan dipilih berdasarkan kebutuhan penyandang tunarungu terhadap informasi suara yang ada di lingkungan sekitar. Suara-suara tersebut merupakan suara yang umum dijumpai dalam kehidupan sehari-hari dan dapat menjadi informasi penting yang perlu diketahui pengguna.

Tabel 1. 2 Dataset Penelitian

No	Kategori	Jumlah Sampel
1.	Bel Pintu	800 Sampel
2.	Ketukan	800 Sampel
3.	Pecahan	800 Sampel
4.	Teriakan	800 Sampel

Setiap kategori memiliki jumlah sampel yang sama untuk menjaga keseimbangan data selama proses pelatihan model. Data yang telah dikumpulkan kemudian diseleksi dan disesuaikan formatnya sebelum digunakan pada proses pelatihan menggunakan *Teachable Machine*. Tahap ini dilakukan untuk memastikan data yang digunakan memiliki kualitas yang cukup baik dan sesuai dengan kategori masing-masing.

1.5.2 Alat Penelitian

Alat penelitian yang digunakan dalam pengembangan aplikasi HEARO terdiri dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras digunakan untuk proses pengembangan, pelatihan model, dan pengujian aplikasi, sedangkan perangkat lunak digunakan untuk mendukung proses pembuatan model klasifikasi suara dan pengembangan aplikasi *Android*.

1. Perangkat Keras

Tabel 1. 3 Perangkat Keras

No.	Perangkat	Kegunaan
1.	Laptop	Digunakan untuk pengembangan aplikasi, pelatihan model, dan pengolahan data.
2.	<i>Smartphone</i>	Digunakan untuk menjalankan dan menguji aplikasi HEARO
3.	Microphone	Digunakan untuk menangkap suara lingkungan secara <i>real-time</i>

2. Perangkat Lunak

Tabel 1. 4 Perangkat Lunak

No.	Perangkat	Kegunaan
1.	Flutter	Framework pengembangan aplikasi <i>mobile</i>

No.	Perangkat	Kegunaan
2.	Visual Studio Code	Editor code program
3.	<i>Teachable Machine</i>	Pelatihan model klasifikasi suara
4.	<i>TensorFlow Lite</i>	Implementasi model pada aplikasi <i>Android</i>
5.	<i>Android SDK</i>	Mendukung proses build dan pengujian
6.	<i>Smartphone Android</i>	Pengujian aplikasi
7.	Figma	Perancangan antarmuka aplikasi
8.	Microsoft Word	Penyusunan laporan penelitian

Pada penelitian ini, Flutter digunakan untuk membangun aplikasi HEARO berbasis *Android*. Model klasifikasi suara dilatih menggunakan *Teachable Machine* dan kemudian dikonversi ke format *TensorFlow Lite* agar dapat dijalankan secara langsung pada perangkat *mobile*. Seluruh proses pengembangan dilakukan menggunakan Visual Studio Code sebagai lingkungan pengembangan utama.