

Audiobook Enhancement Toolkit: Pengembangan Aplikasi Multisensorial untuk Meningkatkan Aksesibilitas Literasi Anak Tunanetra

Sherly Rosa Anggraeni^{1*}, Ari Setiawan¹, Rani Auliawati Rachman¹, Rully Farida¹, Dewi Ariani¹

¹Departemen Sastra Indonesia, Universitas Negeri Malang

²Ruang Belajar Aqil

*e-mail Correspondence: sherly.rosa.fs@um.ac.id

Article Info: Received: 15 October 2025, Accepted: 29 October 2025, Published: 21 December 2025

Abstract

Efforts to enhance literacy accessibility for visually impaired children continue to expand rapidly; however, most available learning materials remain limited to conventional audio narration without multisensory engagement. This limitation often reduces children's focus and imagination when listening to stories. Developing audiobooks with multisensorial features is crucial for improving literacy accessibility for visually impaired children. This article discusses the development of a Python-FFmpeg-based Audiobook Enhancement Toolkit used to enrich children's storybooks for the visually impaired in the Ruang Belajar Aqil community. The purpose of this community service activity is to provide software capable of adding earcons (audio icons) and ambient sound effects to narrative audiobooks, accompanied by smooth audio transitions according to the story context. The implementation method includes applicative design, implementation of Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) principles in audio media, and limited trials involving teachers and parents of visually impaired students. The results show that audiobooks enhanced with sound effects provide a more immersive listening experience, increasing children's focus and comprehension of the story. Feedback from five informants (teachers and parents) indicates an increase in interest, plot comprehension, and imagination of visually impaired children thanks to the addition of these audio elements. In conclusion, this toolkit has the potential to become an innovative assistive technology in inclusive education, aligned with the principles of accessibility and multisensorial literacy. Going forward, improving the quality of the narrative (intonation and expression) and optimally setting the volume of sound effects are the main recommendations.

Keywords: audiobook; accessibility; disability; multisensorial; WCAG

Abstrak

Upaya untuk meningkatkan aksesibilitas literasi bagi anak tunanetra semakin berkembang; namun sebagian besar bahan ajar yang tersedia masih terbatas pada narasi audio konvensional tanpa keterlibatan multisensorial. Keterbatasan ini sering kali membuat anak kehilangan fokus dan imajinasi saat mendengarkan cerita. Oleh karena itu, pengembangan audiobook dengan fitur multisensorial menjadi sangat penting untuk meningkatkan aksesibilitas literasi bagi anak tunanetra. Artikel ini membahas pengembangan Audiobook Enhancement Toolkit berbasis Python-FFmpeg yang digunakan untuk memperkaya buku cerita anak bagi tunanetra di komunitas Ruang Belajar Aqil. Tujuan kegiatan pengabdian ini adalah menyediakan perangkat lunak yang mampu menambahkan earcons (audio ikon) dan efek suara ambient ke dalam audiobook narasi, disertai transisi audio lembut sesuai konteks cerita. Metode pelaksanaan mencakup desain aplikatif, implementasi prinsip Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) dalam media audio, serta uji coba terbatas dengan melibatkan guru dan orang tua siswa tunanetra. Hasil menunjukkan bahwa audiobook yang ditingkatkan dengan efek suara memberikan pengalaman mendengar yang lebih imersif, meningkatkan fokus dan pemahaman anak terhadap cerita. Umpan balik dari lima narasumber (guru dan orang tua) mengindikasikan peningkatan ketertarikan, pemahaman alur, dan imajinasi anak tunanetra berkat penambahan elemen audio tersebut. Kesimpulannya, toolkit ini berpotensi menjadi teknologi bantu inovatif dalam pendidikan inklusif, selaras dengan prinsip aksesibilitas dan literasi multisensorial. Ke depan, penyempurnaan kualitas narasi (intonasi dan ekspresi) serta pengaturan volume efek suara yang optimal menjadi rekomendasi utama.

Kata kunci: audiobook; tunanetra; aksesibilitas; multisensorial; WCAG

1. PENDAHULUAN

Literasi merupakan hak setiap anak, termasuk anak dengan disabilitas penglihatan. Salah satu tantangan dalam pendidikan inklusif adalah menyediakan materi bacaan yang aksesibel dan menarik bagi siswa tunanetra. Selama ini, buku braille dan audiobook narasi sederhana telah digunakan sebagai solusi literasi bagi penyandang tunanetra. Namun, ketersediaan buku braille sering tidak mencukupi dan produksinya lambat, sehingga anak tunanetra kerap kekurangan materi bacaan yang setara dengan teman sebaya (Ry-Kottoh dkk., 2022). Sebuah studi di Ghana, misalnya, menemukan keterbatasan pasokan buku braille di sekolah luar biasa, dan mengusulkan adopsi audiobook sebagai format alternatif agar siswa tunanetra mendapatkan kesempatan belajar yang setara. Audiobook dapat menjadi media belajar yang enjoyable dan memberdayakan bagi anak tunanetra, apalagi jika disajikan secara interaktif.

Beberapa inisiatif pengabdian di Indonesia telah mencoba menghadirkan alternatif pembelajaran berbasis audio. Misalnya, program Audiobook for the Blind oleh Universitas Pendidikan Indonesia (Maryani dkk., 2021) berfokus pada pelatihan guru membuat audiobook berbasis narasi sederhana, sedangkan pengabdian Universitas Airlangga (Wahyuningtyas dkk., 2022) mengembangkan audiobook berbasis teks digital Braille untuk siswa tunanetra di SLB. Meski demikian, kedua model tersebut belum menekankan pada dimensi multisensorial dan belum sepenuhnya mengacu pada prinsip Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) sebagai standar internasional aksesibilitas konten audio. Dengan demikian, masih terdapat ruang inovasi untuk mengintegrasikan pendekatan auditori yang lebih kaya dan kontekstual dalam pembelajaran literasi bagi tunanetra.

Kendati demikian, audiobook konvensional umumnya hanya berupa narasi suara tanpa elemen tambahan. Narasi polos dapat membuat anak cepat kehilangan fokus, karena mereka tidak memperoleh petunjuk non-visual yang biasanya didapat melalui ilustrasi dalam buku cetak. Penelitian di bidang psikologi perkembangan menunjukkan bahwa efek suara dan isyarat audio lainnya dapat meningkatkan perhatian dan pemahaman anak terhadap alur cerita. Calvert & Gersh (1987) melaporkan bahwa penambahan efek suara pada tayangan cerita TV anak berhasil meningkatkan fokus perhatian dan pemahaman inferensial, khususnya pada anak usia dini (Calvert & Gersh, 1987). Hal ini mengindikasikan bahwa stimulasi auditori tambahan mampu bertindak sebagai penanda konten penting, membantu anak mengolah informasi cerita dengan lebih baik. Temuan serupa juga dilaporkan dalam studi multi-indra: Kamei-Hannan et al. (2020) menunjukkan pendekatan storytelling multisensorial (menggabungkan objek sentuh, suara, aroma dalam cerita) menjanjikan untuk meningkatkan kemampuan berbahasa dan pemahaman anak tunanetra (Kamei-Hannan dkk., 2022). Dengan demikian, ada landasan teoritis kuat bahwa audiobook yang diperkaya unsur audio tambahan dapat mendukung literasi tunanetra secara lebih efektif dibanding narasi monoton semata.

Selain pertimbangan pedagogis, pengembangan media literasi untuk tunanetra perlu merujuk pada standar aksesibilitas global. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) menekankan prinsip perceivable, operable, understandable, dan robust dalam konten digital agar dapat diakses oleh pengguna disabilitas. Penerapan prinsip WCAG 2.1 mendorong penyediaan alternatif non-visual untuk informasi visual, termasuk penggunaan audio yang informatif dan tidak mengganggu pengguna. Meskipun kepatuhan terhadap standar teknis seperti WCAG sangat penting, penelitian menunjukkan bahwa sekadar memenuhi standar belum tentu menjamin pengalaman pengguna yang optimal. Vollenwyder et al. (2023) menemukan bahwa situs web yang sepenuhnya compliant WCAG tidak selalu meningkatkan metrik kegunaan secara signifikan bagi pengguna, sehingga pendekatan berbasis standar perlu dilengkapi dengan desain partisipatif yang berpusat pada pengguna (Vollenwyder dkk., 2023). Oleh karena itu, dalam pengembangan toolkit ini, selain mengikuti panduan aksesibilitas (misalnya memastikan audio tidak diputar otomatis tanpa kontrol, volume seimbang, dsb.), tim juga menerapkan masukan langsung dari guru dan orang tua tunanetra untuk memastikan hasil akhirnya benar-benar sesuai kebutuhan pengguna.

Fokus pengabdian masyarakat ini adalah menciptakan Audiobook Enhancement Toolkit, sebuah perangkat lunak yang memungkinkan integrasi berbagai elemen audio tambahan ke dalam audiobook cerita anak. Toolkit ini dikembangkan dengan bahasa pemrograman Python menggunakan pustaka FFmpeg untuk manipulasi berkas audio. Melalui toolkit ini, pembuat konten dapat menambahkan musik latar dan efek suara ambient yang relevan dengan latar cerita (misal suara alam, keramaian, dsb.), earcons atau audio ikon sebagai penanda transisi atau simbol tertentu (misal bunyi lonceng menandai pergantian bab atau adegan), dan transisi audio lembut (fade in/out) agar pergantian adegan terdengar halus. Penambahan elemen ini dirancang mengikuti kaidah inklusivitas, yakni

membantu mengganti informasi visual menjadi padanan auditori yang mudah dipahami tunanetra tanpa membingungkan mereka. Dalam konteks desain antarmuka, auditory display semacam ini telah diakui sebagai komponen krusial dalam prinsip universal design agar sistem digital ramah bagi pengguna dengan gangguan penglihatan (Nees & Liebman, 2023).

Melalui artikel ini, kami paparkan proses pengembangan toolkit dan implementasinya pada sebuah cerita anak berbahasa Indonesia. Kami juga menyajikan hasil uji coba dan evaluasi kualitatif bersama mitra Ruang Belajar Aqil. Kegiatan ini melibatkan dosen dari Departemen Sastra Indonesia Universitas Negeri Malang dan para pendidik di komunitas tersebut, sebagai bentuk hilirisasi hasil penelitian ke pengabdian masyarakat. Harapannya, inovasi audiobook multisensorial ini dapat menjadi model teknologi bantu (*assistive technology*) untuk mewujudkan pendidikan inklusif, di mana setiap anak apapun kondisi penglihatannya dapat menikmati cerita dan memperoleh pengalaman belajar yang kaya dan setara.

2. METODE

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan secara bertahap melalui tiga proses utama, yaitu (1) analisis kebutuhan dan perancangan, (2) pengembangan Audiobook Enhancement Toolkit, serta (3) uji coba dan evaluasi partisipatif. Seluruh kegiatan berfokus pada penerapan di lingkungan belajar inklusif Ruang Belajar Aqil dengan melibatkan tiga guru dan dua orang tua siswa tunanetra sebagai mitra kolaboratif. Pendekatan partisipatif dipilih agar hasil pengembangan tidak hanya menghasilkan produk teknologi, tetapi juga sesuai dengan kebutuhan nyata pengguna tunanetra berdasarkan pengalaman langsung para pendidik dan pendamping anak.

2.1 Analisis Kebutuhan dan Perancangan

Pada tahap pertama, tim pelaksana melakukan analisis kebutuhan untuk mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi anak tunanetra dalam menikmati audiobook konvensional. Proses ini dilakukan secara prosedural melalui kegiatan diskusi terfokus bersama guru dan orang tua di komunitas Ruang Belajar Aqil. Para peserta diminta mengemukakan pengalaman mereka saat mendampingi anak tunanetra mendengarkan audiobook serta menjelaskan jenis elemen auditori yang dianggap dapat meningkatkan keterlibatan anak. Hasil diskusi menunjukkan bahwa audiobook yang hanya berupa narasi polos tanpa efek suara cenderung menimbulkan kebosanan dan menurunkan konsentrasi anak. Berdasarkan temuan tersebut, tim kemudian menyusun rancangan konseptual Audiobook Enhancement Toolkit dengan menitikberatkan pada penambahan elemen multisensorial, seperti efek suara ambient, musik latar, dan earcons (audio ikon) sebagai penanda transisi cerita.

Tahap perancangan dilakukan secara iteratif melalui penyusunan kebutuhan fungsional aplikasi, pembuatan rancangan antarmuka pengguna berbasis timeline editing, dan penetapan prinsip aksesibilitas sebagai dasar desain. Setiap rancangan disesuaikan dengan kebutuhan pengguna non-teknis, terutama guru dan relawan literasi yang tidak memiliki latar belakang pemrograman. Dalam perancangannya, tim mengacu pada prinsip Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1 dan Digital Accessible Information System (DAISY). Prinsip WCAG, khususnya success criterion 1.4.7 (Low or No Background Audio) dan 1.3.3 (Sensory Characteristics), diterapkan untuk memastikan bahwa narasi tetap jelas meskipun terdapat elemen musik atau efek tambahan. Sementara itu, prinsip DAISY diadaptasi dengan menghadirkan penanda bab dan kontrol navigasi sederhana agar pengguna tunanetra dapat menelusuri bagian cerita dengan mudah. Rancangan akhir memastikan setiap elemen audio bersifat non-intrusif; efek suara hanya muncul sesaat sesuai konteks cerita dan tidak mengganggu fokus narasi utama.

2.2 Pengembangan Audiobook Enhancement Toolkit

Tahap kedua dilaksanakan untuk merealisasikan rancangan konseptual menjadi aplikasi fungsional. Proses pengembangan dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python karena ekosistemnya mendukung berbagai pustaka multimedia. Tim pengembang menerapkan pendekatan rapid prototyping, dimulai dengan pembuatan prototipe awal untuk menguji fungsi dasar penggabungan multi-lapisan audio. Implementasi teknis memanfaatkan pustaka moviepy dan pydub untuk proses mixing serta penerapan efek fade in/out. Setelah fungsi inti berjalan, tim menambahkan antarmuka grafis berbasis PyQt agar aplikasi dapat digunakan secara intuitif.

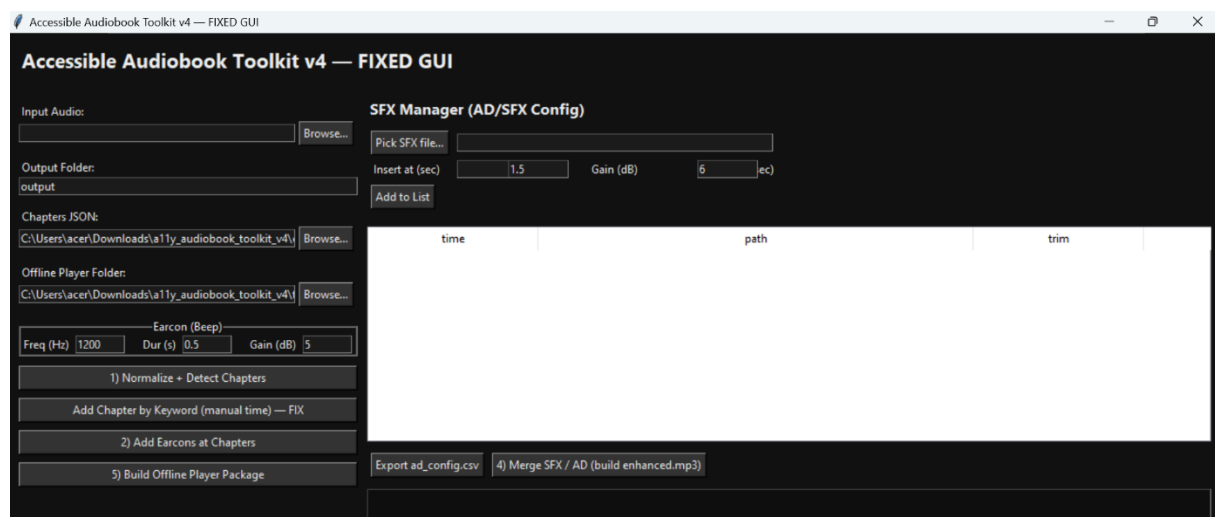
Selanjutnya dilakukan uji coba internal dengan menggunakan contoh cerita anak berjudul “Kebunku” berdurasi empat menit sebagai bahan pengujian. Tahapan ini mencakup perekaman narasi oleh relawan, penyiapan efek suara (seperti kicau burung, angin, dan langkah kaki), serta penyusunan lapisan audio di dalam timeline aplikasi. Setiap efek suara ditempatkan sesuai konteks cerita, misalnya suara ayam berkokok disinkronkan dengan kalimat “matahari terbit di kebun kecilku.” Pengaturan volume dilakukan secara prosedural dengan memastikan narasi tetap menjadi fokus utama, sedangkan musik latar dan efek suara hanya berfungsi memperkuat imajinasi pendengar. Proses penyesuaian waktu dan pengaturan intensitas audio dilakukan secara berulang hingga diperoleh hasil akhir yang seimbang dan nyaman didengar.

2.3 Uji Coba dan Evaluasi Partisipatif

Tahap ketiga dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas dan penerimaan awal dari hasil pengembangan toolkit. Uji coba dilakukan secara partisipatif di Ruang Belajar Aqil dengan melibatkan lima narasumber yang terdiri atas tiga guru dan dua orang tua siswa tunanetra. Pelaksanaan uji coba dimulai dengan sesi pemutaran audiobook dalam dua versi, yaitu versi narasi polos dan versi enhanced yang telah diperkaya dengan efek suara, earcons, serta transisi audio lembut. Urutan pemutaran diatur agar peserta dapat membandingkan pengalaman mendengarkan antara kedua versi secara langsung.

Selama sesi berlangsung, narasumber diminta mengamati perbedaan tingkat keterlibatan dan fokus pendengar, serta mencatat aspek-aspek yang dinilai meningkatkan pemahaman anak terhadap cerita. Setelah itu, tim melakukan wawancara semi-terstruktur secara individual untuk menggali lebih dalam persepsi mereka mengenai kualitas narasi, kejelasan efek suara, dan kesesuaian konteks audio terhadap isi cerita. Semua hasil wawancara direkam, ditranskripsi, dan dianalisis menggunakan pendekatan thematic analysis untuk mengidentifikasi tema-tema utama yang muncul, seperti daya tarik, kejelasan alur, dan kenyamanan auditori. Validasi hasil dilakukan melalui member checking, yaitu dengan mengonfirmasi ringkasan temuan kepada narasumber guna memastikan tidak terjadi misinterpretasi..

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Tampilan Audiobook Enhancement Toolkit

Program Audiobook Enhancement Toolkit berhasil dikembangkan sesuai spesifikasi seperti pada Gambar 1. Aplikasi ini mampu menggabungkan hingga 5 lapisan audio (1 narasi + 4 efek/musik) dan mengeksport hasilnya ke format MP3 192 kbps. Antarmuka yang dibuat cukup sederhana – pengguna dapat memuat file narasi utama, lalu menambahkan file audio pendukung dengan tombol “Tambah Audio”. Setiap file audio pendukung ditampilkan sebagai baris trek dengan representasi waveform beserta timeline. Pengguna dapat menyeret trek tersebut ke posisi waktu yang diinginkan.

Terdapat fitur preview untuk memutar sebagian audio gabungan, serta fitur undo untuk menghapus/menggeser ulang trek. Hasil uji internal menunjukkan proses mixing untuk file berdurasi ~5 menit hanya memerlukan waktu <10 detik pada PC spesifikasi menengah, menandakan efisiensi toolkit cukup baik.

Contoh penerapan pada cerita “Kebunku” menghasilkan audiobook berdurasi 4 menit 10 detik. Versi enhanced ini menyajikan pengalaman mendengarkan yang jauh lebih kaya dibanding versi awal (narasi polos). Pada detik pertama, anak disambut intro musik lembut yang fade out bersamaan dengan narator mulai bercerita. Suasana pagi digambarkan dengan narasi “Pada suatu pagi yang cerah di kebun kecilku...”, segera diikuti suara burung berkicau pelan di latar. Guru (G1) yang turut mendengarkan mencatat bahwa efek suara burung dan angin sepoi-sepoi membuat adegan pagi “terasa hidup”, membantu anak membayangkan lingkungan kebun sebagaimana anak awas membayangkannya. Transisi adegan dari pagi ke siang ditandai dengan sebuah earcon berupa bunyi lonceng halus dua kali, sebagai sinyal pergantian waktu. Begitu pula saat cerita beralih dari kebun ke dalam rumah, terdengar sekilas efek pintu terbuka. Penambahan earcon dan bunyi peristiwa ini dimaksudkan sebagai penanda alami alur cerita, sehingga pendengar tunanetra tidak merasa bingung ketika latar cerita berubah.

Pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini menghasilkan sebuah perangkat lunak bernama Audiobook Enhancement Toolkit yang berfungsi untuk memperkaya konten audiobook anak tunanetra dengan elemen audio tambahan. Hasil pengembangan menunjukkan bahwa aplikasi ini dapat menggabungkan hingga lima lapisan audio (satu narasi utama dan empat efek atau musik pendukung) serta mengeksport hasil akhir ke format MP3 berkualitas tinggi (192 kbps). Antarmuka pengguna dirancang sederhana agar mudah dioperasikan oleh guru atau relawan literasi tanpa latar belakang teknis. Pengguna dapat memuat file narasi utama, menambahkan berkas audio pendukung melalui tombol “Tambah Audio”, kemudian mengatur posisi waktu, durasi, dan volume pada timeline. Proses mixing untuk berkas berdurasi lima menit membutuhkan waktu kurang dari sepuluh detik pada perangkat komputer kelas menengah, menunjukkan efisiensi teknis toolkit yang baik.

Sebagai contoh penerapan, toolkit diuji menggunakan cerita anak berjudul “Kebunku” berdurasi empat menit sepuluh detik. Versi audiobook yang dihasilkan menampilkan kombinasi narasi ekspresif dengan latar musik lembut, efek suara ambient (seperti kicau burung, hembusan angin, dan langkah kaki), serta earcons berupa bunyi lonceng sebagai penanda transisi antar adegan. Tujuan penerapan ini adalah menguji sejauh mana penambahan elemen auditori dapat memperkaya pengalaman mendengarkan anak tunanetra. Hasil observasi menunjukkan bahwa guru dan orang tua mitra menilai versi enhanced lebih menarik dan membantu anak membayangkan suasana cerita. Suara lingkungan dianggap berfungsi sebagai isyarat alami untuk memahami konteks tanpa memerlukan deskripsi verbal yang panjang, sedangkan earcons membantu anak mengenali perubahan waktu dan tempat. Dengan demikian, hasil awal ini membuktikan bahwa pendekatan multisensorial dapat memperbaiki story flow comprehension dan atensi pendengar tunanetra.

Dari sisi kualitas produksi, hasil uji menunjukkan bahwa keseimbangan antara narasi dan efek suara menjadi faktor kunci. Narasi direkam ulang dengan intonasi yang lebih ekspresif berdasarkan saran guru mitra agar emosi cerita tersampaikan lebih kuat. Guru Bahasa Indonesia menilai bahwa narator perlu lebih berperan layaknya aktor suara, membedakan karakter melalui variasi intonasi dan tempo. Hal ini selaras dengan temuan Maryani et al. (2021) yang mengembangkan audiobook untuk siswa tunanetra dan menekankan pentingnya narasi ekspresif dalam menjaga fokus pendengar. Namun, pengaturan volume efek suara masih menjadi perhatian. Pada versi uji coba, beberapa efek seperti suara ayam berkokok dinilai terlalu keras oleh orang tua, sehingga diperlukan panduan teknis mengenai proporsi volume ideal antar trek. Untuk mengantisipasi hal tersebut, tim menambahkan fitur kontrol gain per trek dalam toolkit agar pengguna dapat menyesuaikan volume secara independen. Prinsip ini juga sejalan dengan kriteria WCAG 2.1 (Success Criterion 1.4.2 – Audio Control), yang menekankan pentingnya pengendalian volume oleh pengguna untuk menghindari gangguan auditori.

Hasil analisis tematik dari wawancara dengan tiga guru dan dua orang tua menghasilkan empat tema utama yang menggambarkan dampak penggunaan audiobook multisensorial terhadap pengalaman mendengar anak tunanetra seperti pada Tabel 1. Tema pertama, peningkatan daya tarik dan konsentrasi, menunjukkan bahwa semua narasumber merasakan peningkatan keterlibatan siswa ketika mendengarkan versi enhanced. Guru menyampaikan bahwa anak-anak biasanya cepat kehilangan fokus saat mendengarkan narasi polos, namun menjadi lebih antusias ketika cerita dilengkapi efek suara kontekstual. Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian Calvert dan Gersh (1987) yang

menyimpulkan bahwa efek suara pada tayangan anak dapat meningkatkan perhatian dan pemahaman inferensial.

Tabel 1. Hasil Analisis Tematik Wawancara dengan Guru dan Orang Tua Siswa Tunanetra

Kode Narasumber	Pernyataan	Tema yang Dihasilkan	Makna atau Implikasi terhadap Pengembangan Toolkit
G1 – Guru Kelas SLB-A	“Versi yang sudah ditambahkan efek itu jauh lebih menarik... suara burung dan angin membuat mereka seperti ikut hadir di tempat itu.”	Daya tarik dan imersi meningkat	Efek ambient (burung, angin) membantu anak membangun imajinasi spasial; menandakan efektivitas elemen audio dalam meningkatkan engagement.
	“Naratornya perlu lebih ekspresif lagi, intonasi dan ekspresi penting untuk membantu anak memahami konteks cerita.”	Perlu peningkatan kualitas narasi	Kualitas narator menjadi komponen utama; narasi ekspresif memperkuat dampak efek suara dan pemahaman konteks.
O1 – Orang Tua Siswa	“Efek suara memberi penanda alami ketika ada perubahan suasana atau adegan...”	Efek suara memperjelas transisi	Audio transisi (<i>earcons</i>) berfungsi sebagai penanda kontekstual; mengurangi kebingungan anak saat alur berpindah.
	“Yang penting adalah pengaturan volume efek suara agar tidak terlalu keras...”	Sensitivitas terhadap kenyamanan auditori	Perlu panduan volume ideal agar efek tidak mengejutkan pendengar tunanetra.
G2 – Guru Bahasa Indonesia	“Efek suara bisa menggantikan aspek visual dengan cara yang lebih alami dan menyenangkan.”	Substitusi informasi visual dengan auditori	Elemen audio berperan sebagai media kompensasi visual yang efektif dalam konteks literasi tunanetra.
	“Yang perlu diperhatikan ke depan adalah sinkronisasi antara narasi dan efek suara...”	Sinkronisasi narasi dan efek suara	Ketepatan waktu kemunculan efek penting agar narasi tetap fokus dan tidak terganggu.
O2 – Orang Tua Siswa	“Versi dengan efek suara terasa lebih hidup... membantu anak memahami cerita bukan hanya melalui kata.”	Pemahaman alur meningkat melalui isyarat auditori	Efek suara kontekstual membantu membentuk <i>mental imagery</i> pada anak tunanetra.
	“Mungkin di awal cerita bisa ditambahkan efek pembuka atau penanda khas agar anak-anak tahu cerita akan dimulai.”	Kebutuhan penanda pembuka (audio cue)	Perlunya jingle atau <i>intro sound</i> sebagai tanda awal untuk menyiapkan fokus pendengar.
G3 – Guru Musik SLB	“Penambahan <i>earcons</i> dan ambience ini sangat mendukung literasi multisensorial.”	Penguatan pendekatan multisensorial	Validasi bahwa integrasi audio kontekstual sesuai dengan praktik pedagogi musik dan sensorik di SLB.

Tema kedua, pemahaman alur dan imajinasi yang lebih baik, menunjukkan bahwa efek suara memberikan konteks spasial yang membantu anak menafsirkan perubahan adegan. Guru dan orang tua mencatat bahwa suara alam dan ambient kebun membantu anak memvisualisasikan suasana tanpa bantuan gambar. Hal ini sejalan dengan teori auditory scene analysis, di mana sistem pendengaran manusia secara alami mengelompokkan suara lingkungan untuk membangun pemahaman spasial. Pendekatan serupa juga digunakan oleh Kamei-Hannan et al. (2020) dalam pengembangan multisensory storytelling bagi anak tunanetra, yang terbukti memperkuat pemahaman konteks dan ekspresi bahasa.

Tema ketiga, kejelasan struktur dan transisi cerita, muncul dari apresiasi terhadap earcons yang berfungsi sebagai penanda waktu dan pergantian lokasi. Penggunaan bunyi lonceng dua kali di akhir segmen dianggap efektif sebagai simbol berpindah bab. Respon ini memperkuat teori auditory icon dari Gaver (1986), yang menyatakan bahwa suara dengan makna ekologis dapat berperan sebagai tanda alami dalam sistem antarmuka pengguna. Praktik ini juga sejalan dengan temuan Wahyuningtyas et al. (2022), yang mengembangkan buku digital Braille dengan integrasi penanda audio untuk membantu siswa memahami urutan isi.

Tema terakhir, kenyamanan auditori dan sinkronisasi, menyoroti perlunya keseimbangan temporal dan intensitas suara agar tidak menutupi narasi utama. Guru menekankan bahwa sinkronisasi waktu munculnya efek dengan kalimat narasi harus dijaga agar pengalaman mendengarkan terasa alami. Secara teknis, prinsip ini mengacu pada konsep multimodal integration, di mana dua modalitas sensorik (narasi verbal dan efek suara) harus diselaraskan agar tidak menimbulkan beban kognitif berlebih. Temuan ini senada dengan laporan Vollenwyder et al. (2023) yang menegaskan pentingnya keseimbangan antara kepatuhan aksesibilitas dan pengalaman pengguna dalam media digital inklusif.

Secara keseluruhan, hasil program ini menunjukkan bahwa Audiobook Enhancement Toolkit berpotensi menjadi inovasi assistive technology yang efektif untuk pembelajaran inklusif. Proses pelaksanaan yang melibatkan guru dan orang tua sebagai mitra partisipatif memastikan bahwa pengembangan teknologi benar-benar berakar pada kebutuhan pengguna. Pendekatan ini konsisten dengan prinsip pengabdian berbasis riset terapan sebagaimana dijelaskan oleh Navas-Bonilla et al. (2025), yang menekankan pentingnya partisipasi pengguna akhir dalam setiap tahap inovasi pendidikan. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya menghasilkan produk perangkat lunak, tetapi juga membuka peluang keberlanjutan berupa pelatihan pembuatan audiobook aksesibel di komunitas pendidikan inklusif lainnya.

Lebih luas, inisiatif ini mendukung agenda inklusi sosial dan pendidikan setara bagi penyandang disabilitas. Audiobook multisensorial memungkinkan anak tunanetra menikmati cerita anak bergambar (yang umumnya penuh visual) dengan cara alternatif yang tetap kaya informasi dan hiburan. Toolkit ini dapat membantu guru atau relawan literasi membuat lebih banyak materi cerita aksesibel tanpa harus menguasai teknik audio profesional, karena alatnya dibuat user-friendly. Dengan demikian, semakin banyak konten cerita lokal yang dapat diakses tunanetra, diharapkan meningkatkan minat baca (mendengar) dan kemampuan literasi mereka.

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini berhasil mengembangkan Audiobook Enhancement Toolkit sebagai solusi untuk meningkatkan aksesibilitas dan kualitas pengalaman audiobook bagi anak tunanetra. Hasil implementasi pada sebuah cerita anak menunjukkan bahwa penambahan earcons, efek suara ambient, dan transisi audio lembut terbukti meningkatkan daya tarik, pemahaman, dan imajinasi pendengar tunanetra secara kualitatif. Para guru dan orang tua mitra menyatakan bahwa audiobook versi enhanced jauh lebih imersif dan membantu anak memahami konteks cerita dibanding audiobook narasi biasa. Hal ini memperkuat argumen bahwa strategi literasi multisensorial dapat diimplementasikan efektif melalui media audio.

Dari uji coba dan evaluasi, terdapat beberapa poin utama yang disimpulkan: Pertama, efek suara dan musik latar merupakan komponen vital untuk menjaga fokus dan membantu anak tunanetra membangun gambaran mental cerita. Kedua, penanda audio (earcons) terbukti berperan sebagai sinyal struktur yang membuat alur cerita lebih jelas dipahami. Ketiga, kualitas narasi tetap krusial, narator yang ekspresif dan sinkronisasi audio yang tepat waktu akan memaksimalkan manfaat elemen multisensorial.

Keempat, kenyamanan auditori harus dijaga dengan pengaturan volume yang hati-hati agar semua elemen dapat dinikmati tanpa mengganggu pendengar.

Rekomendasi ke depan, tim akan meningkatkan pelatihan bagi narator volunteer untuk mencapai performa vokal optimal sesuai masukan guru. Toolkit juga akan diperbarui dengan fitur normalisasi volume otomatis antar trek serta penambahan preset efek suara. Dari sisi keberlanjutan, toolkit ini rencananya disosialisasikan lebih luas kepada komunitas pendidikan inklusif dan perpustakaan audio agar semakin banyak cerita anak (termasuk buku dongeng daerah) yang bisa diakses tunanetra dalam format yang aksesibel sekaligus menyenangkan. Upaya ini diharapkan berkontribusi pada peningkatan minat baca anak berkebutuhan khusus dan mendukung terwujudnya pendidikan inklusif sesuai amanat SDGs.

Sebagai catatan akhir, meskipun evaluasi ini baru melibatkan orang dewasa sebagai proxy, langkah selanjutnya adalah mengukur dampak langsung pada anak tunanetra melalui studi empiris (misal pengujian pemahaman cerita dengan dan tanpa efek suara). Dengan begitu, manfaat audiobook multisensorial ini dapat dibuktikan lebih kuat secara kuantitatif. Namun, temuan kualitatif yang diperoleh sudah memberikan indikasi positif bahwa inovasi teknologi bantu ini sejalan dengan prinsip perceivable dalam WCAG dan praktik universal design, yaitu menyajikan informasi dalam berbagai bentuk agar dapat diakses semua pengguna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pengabdian masyarakat mengucapkan terima kasih kepada Ruang Belajar Aqil Malang atas dukungan dan kerjasamanya dalam kegiatan ini. Terima kasih khusus disampaikan kepada para guru pendamping dan orang tua siswa tunanetra yang telah berpartisipasi aktif memberikan masukan berharga selama proses wawancara dan uji coba. Penghargaan juga ditujukan kepada Universitas Negeri Malang, khususnya Fakultas Sastra, yang telah memfasilitasi program ini sebagai bagian dari hilirisasi pengabdian kepada masyarakat. Semoga hasil karya ini bermanfaat dalam memperkaya bahan literasi inklusif dan membuka peluang riset lanjutan di bidang teknologi bantu bagi penyandang disabilitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Calvert, S. L., & Gersh, T. L. (1987). The selective use of sound effects and visual inserts for children's television story comprehension. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 8(4), 363–375. [https://doi.org/10.1016/0193-3973\(87\)90027-X](https://doi.org/10.1016/0193-3973(87)90027-X)
- Kamei-Hannan, C., Chang, Y.-C., & Fryling, M. (2022). Using a multisensory storytelling approach to improve language and comprehension: A pilot study. *British Journal of Visual Impairment*, 40(2), 175–186. <https://doi.org/10.1177/0264619620945344>
- Maryani, E., Nurlatifah, L., & Ningsih, S. (2021). Peningkatan Literasi Siswa Tunanetra melalui Pelatihan Audiobook. *Jurnal EduLearn*, 15(1), 77–85. <https://doi.org/10.21831/edulearn.v15i1.39620>
- Navas-Bonilla, C. D. R., Guerra-Arango, J. A., Oviedo-Guado, D. A., & Murillo-Noriega, D. E. (2025). Inclusive education through technology: A systematic review of types, tools and characteristics. *Frontiers in Education*, 10, 1527851. <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1527851>
- Nees, M. A., & Liebman, E. (2023). Auditory Icons, Earcons, Spearcons, and Speech: A Systematic Review and Meta-Analysis of Brief Audio Alerts in Human-Machine Interfaces. *Auditory Perception & Cognition*, 6(3–4), 300–329. <https://doi.org/10.1080/25742442.2023.2219201>
- Ry-Kottot, L. A., Ry-Kottot, L. A., Esseh, S. S., & Agbo, A. H. (2022). Audiobooks: Improving Access to and Use of Learning and Teaching Materials for the Print-Disabled. *The Journal of Electronic Publishing*, 24(2). <https://doi.org/10.3998/jep.983>
- Vollenwyder, B., Petralito, S., Iten, G. H., Brühlmann, F., Opwis, K., & Mekler, E. D. (2023). How compliance with web accessibility standards shapes the experiences of users with and without disabilities. *International Journal of Human-Computer Studies*, 170, 102956. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2022.102956>
- Wahyuningtyas, S., Rakhmawati, T., & Hastuti, N. (2022). Pemanfaatan Buku Digital Braille untuk Siswa Tunanetra SLB. *Jurnal Inovasi Pengabdian Masyarakat*, 7(2), 77–85. <https://doi.org/10.20473/jipm.v7i2.2022.77-85>