

PERANCANGAN SISTEM PERINGATAN DARURAT BAGI PENYANDANG GANGGUAN PENDENGARAN

Muhammad Navis Mirza^{1*}, Effin Lourinx¹, Ridwan Adi Nugroho², Arif Syaifudin¹

¹Program Studi DIV Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Politeknik Rukun Abdi Luhur

² Universitas STIKUBANK

Email: navismirza32@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem peringatan darurat yang efektif dan responsif bagi individu tunarungu. Penyandang gangguan pendengaran sering kali mengalami kesulitan menerima peringatan darurat berbasis audio, seperti alarm kebakaran atau peringatan cuaca yang bergantung pada suara. Oleh karena itu, penelitian ini mencoba mengatasi tantangan tersebut dengan merancang sistem yang mempertimbangkan kebutuhan khusus mereka. Metode yang digunakan mencakup survei terhadap individu dengan gangguan pendengaran untuk memahami preferensi dan kebutuhan mereka dalam menerima peringatan darurat. Selain itu, teknologi dan metode komunikasi alternatif juga dieksplorasi, termasuk penggunaan lampu sinyal, perangkat getar, dan pemberitahuan visual yang dapat diterima oleh individu dengan gangguan pendengaran. Temuan penelitian menunjukkan bahwa sistem peringatan darurat yang menggabungkan berbagai jenis sinyal visual dan getaran lebih efektif dalam memberikan peringatan kepada individu dengan gangguan pendengaran. Desain yang responsif terhadap kebutuhan audiens ini dapat mengurangi risiko penundaan atau ketidakmampuan menerima peringatan darurat, sehingga meningkatkan kesadaran dan keselamatan mereka. Kesimpulan dari penelitian ini menekankan pentingnya merancang sistem peringatan darurat yang inklusif, yang mempertimbangkan kebutuhan individu dengan gangguan pendengaran. Penelitian di masa depan dapat fokus pada pengintegrasian teknologi terbaru untuk meningkatkan ketersediaan dan daya tanggap sistem peringatan darurat ini.

Kata Kunci: *Gangguan Pendengaran, Sistem Peringatan Darurat, Notifikasi Visual, Responsif Sistem, EWS yang Dapat Dipakai*

ABSTRACT

This research aims to design an effective and responsive emergency warning system for individuals with hearing impairment. People with hearing impairment often have difficulty receiving audioty-based emergency alerts, such as fire alarms or sound-dependent weather alerts. Therefore, this research tries to overcome these challenges by designing a system that takes into account their special needs. Methods used included surveys of hearing-impaired individuals to understand their preferences and needs in receiving emergency alerts. In addition, alternative technologies and methods of communication were explored, including the use of signaling lights, vibrating devices, and visual notifications that could be received by hearing-impaired individuals. The research findings indicate that emergency warning systems that incorporates various types of visual and vibration signals were more effective in providing warnings to hearing-impaired individuals. Design responsive to

the needs of these audiences can reduce the risk of delays or inability to receive emergency alerts, increasing their awareness and safety. The conclusions of this research emphasize the importance of designing inclusive emergency alert systems, which consider the needs of individuals with hearing impairment. Future research could focus on integrating the latest technologies to improve the availability and responsiveness of these emergency warning systems.

Keywords: *Hearing Impairment, Emergency Warning System, Visual Notification, System Responsiveness, Wearable EWS*

LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara yang mempunyai tingkat kerentanan yang tinggi terhadap bencana alam [1]. Menurut data BNPB pada tahun 2021 Indonesia mengalami sedikitnya 1 kali letusan gunung berapi, 55 kali gempa bumi, 651 kali banjir, 269 kali longsor, 490 kali puting beliung, dan 165 kali kebakaran hutan dan lahan [2]. Sedangkan di Kabupaten Kudus sendiri terjadi angin kencang 72 kejadian, kebakaran 46 kejadian, banjir 40 kejadian, tanah longsor 21 kejadian [3].

The International Day for disaster Reduction tahun 2013 memiliki fokus pada kebutuhan penyandang disabilitas dan menyadari bahwa penyandang disabilitas merupakan kelompok paling berisiko selama bencana [4]. Indonesia mempunyai undang-undang penanggulangan bencana alam yaitu pada Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 dimana perlindungan terhadap kelompok rentan (Pasal 48 Huruf e) yang meliputi Penyandang Disabilitas dilakukan dengan memberikan prioritas kepada kelompok rentan berupa penyelamatan, evakuasi, dan evakuasi. keamanan, pelayanan kesehatan, dan psikososial (Pasal 55). Namun hingga saat ini masih sedikit program yang ditujukan kepada kelompok berkebutuhan khusus dalam bencana, khususnya penyelamatan dan evakuasi [5].

Hasil analisis menunjukkan bahwa peraturan pemerintah mengenai perlindungan bencana bagi penyandang disabilitas sudah memuat aksesibilitas informasi darurat melalui media yang sesuai dengan jenis dan tingkat disabilitas, namun dari beberapa penelitian juga dapat disimpulkan bahwa sistem peringatan dini bagi penyandang disabilitas masih belum berkembang dengan baik sesuai regulasi [6].

Individu dengan gangguan pendengaran menghadapi peningkatan kerentanan selama keadaan darurat, ketika sistem peringatan tradisional berbasis pendengaran tidak mencukupi. Studi ini bermaksud untuk menjembatani kesenjangan ini dengan mengembangkan sistem peringatan darurat yang responsif dan inklusif yang disesuaikan dengan kebutuhan mereka. Memahami tantangan yang mereka hadapi dan potensi solusinya sangat penting untuk menciptakan intervensi yang efektif. Penelitian ini

menggunakan metode prototype untuk merancang sistem peringatan darurat bagi penyandang disabilitas pendengaran.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian pada dasarnya adalah cara ilmiah untuk memperoleh data dengan tujuan dan kegunaan tertentu, metode penelitian yang digunakan adalah metode prototype. Menurut Sugiyono prototype merupakan metodologi pengembangan perangkat yang berfokus pada aspek desain, fungsi dan pendekatan antarmuka pengguna [7]. Metode ini menurut Mulyanto, sangat baik digunakan untuk mengatasi kesalahpahaman antara pengguna dan analis yang muncul akibat pengguna tidak dapat mendefinisikan kebutuhannya dengan jelas [8]. Sistem peringatan darurat dibangun dengan metode *waterfall* yang memiliki empat tahapan yaitu analisis, perancangan sistem, implementasi, dan pengujian [9].

1. Analisis

Analisis merupakan tahap mengidentifikasi permasalahan di lingkungan penyandang disabilitas melalui observasi dan wawancara mengenai kendala apa saja yang dihadapi selama proses penanganan penyandang disabilitas pada saat akan terjadi bencana. Tahapan pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut.

a. Tinjauan Literatur

Pada tahap pengumpulan data dengan cara studi kepustakaan, penulis mencari referensi yang relevan dengan objek yang akan diteliti. Pencarian referensi dilakukan di perpustakaan dan secara online melalui internet. Tinjau literatur yang ada yang menguraikan kesulitan yang dialami oleh individu dengan gangguan pendengaran selama kondisi darurat karena ketergantungan kita pada peringatan berbasis suara.

b. Observasi

Observasi merupakan pengamatan langsung ke beberapa lokasi penyandang disabilitas untuk mengetahui secara langsung kondisi dan aktivitas penyandang disabilitas yang berhubungan dengan penelitian.

c. Wawancara

Wawancara dengan cara tanya jawab dengan Dinas terkait, Sekolah Luar Biasa dan komunitas penyandang disabilitas tentang apa saja kendala yang dihadapi selama proses penanganan yang dilakukan terhadap penyandang disabilitas saat terjadi bencana. Selain itu, tahap wawancara juga akan dilakukan secara langsung dengan penyandang disabilitas atau wali penanggung jawab untuk mengetahui kesulitan yang dihadapi saat terjadi bencana & proses penyelamatan diri.

2. Perancangan sistem

Perancangan sistem merupakan tahap dimana penulis merancang sebuah alat notifikasi keadaan darurat, dari hasil analisa sebelumnya penulis telah menemukan kebutuhan apa saja yang dibutuhkan pengguna yang nantinya akan dituangkan ke dalam sebuah alat. Sehingga fungsi alat notifikasi darurat bagi penyandang disabilitas ini benar-benar sesuai dengan kebutuhan penggunanya, yaitu mampu memberikan peringatan darurat dan perintah evakuasi.

3. Implementasi

Tahap implementasi dibagi lagi menjadi beberapa tahap yaitu perakitan, pemrograman, dan pembuatan casing sistem peringatan darurat, yang terdiri dari satu server dan dua klien.

4. Pengujian sistem

Pengujian merupakan tahapan untuk mengetahui apakah kinerja alat sudah sesuai dengan rencana desain. Pengujian dibagi menjadi 3 tahap, yaitu pengujian Fungsional (pengujian kesesuaian program dan kinerja), pengujian non-fungsional (pengujian catu daya, pengujian konektivitas dan cakupan, pengujian ketahanan antarmuka pengguna dalam penggunaan normal) dan simulasi (server berada di gedung B sementara 2 klien dipisahkan di gedung B dan gedung A dengan subjek uji netral atau bukan anggota penelitian/reviewer).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Analisis

a. Tinjauan pustaka

Perlindungan hak terhadap kelompok rentan seperti penyandang disabilitas perlu ditingkatkan. Pasal 1 ayat 5 Undang-Undang Nomor 8 Tahun 2016 menyatakan bahwa perlindungan terhadap penyandang disabilitas adalah upaya sadar untuk melindungi, melindungi, dan memperkuat hak-hak penyandang disabilitas[10]. Sebagai bagian dari warga negara, sudah selayaknya penyandang disabilitas mendapat perlakuan khusus. Sebagai upaya perlindungan terhadap kerentanan terhadap berbagai tindakan diskriminasi dan pelanggaran hak asasi manusia. Perlakuan khusus dapat dilihat sebagai upaya memaksimalkan penghormatan, pemajuan, perlindungan dan pemenuhan hak asasi manusia universal [11].

Hak atas perlindungan bencana bagi penyandang disabilitas meliputi hak untuk memperoleh: 1. Informasi bencana yang mudah diakses 2. Pengetahuan tentang pengurangan risiko bencana 3. Prioritas dalam proses penyelamatan dan evakuasi di situasi bencana 4. Fasilitas dan sarana penyelamatan dan evakuasi yang mudah diakses 5. Prioritas, fasilitas dan sarana yang mudah diakses di lokasi evakuasi [10].

Rahmawati dalam penelitiannya menyebutkan bahwa pada erupsi merapi pada tahun 2010 warga dengan disabilitas di kecamatan turi melakukan evakuasi mandiri dan tidak dikoordinir. Masyarakat disabilitas juga masih memiliki kendala dalam menerima atau menyerap informasi yang diberikan oleh BPBD dan tim SAR, sebab, mereka mempunyai keterbatasan tersendiri dalam berkomunikasi [12]. Setiap jenis penyandang disabilitas memiliki kendala yang berbeda-beda dan memiliki kemampuan untuk menyerap informasi yang berbeda-beda pula. Maka dari itu, diperlukan strategi perencanaan yang terencana untuk mampu menjalankan komunikasi krisis yang efektif agar pesan terkait krisis dapat dipahami oleh kalangan disabilitas [13].

Dalam menghadapi bencana, metode yang digunakan khususnya dalam mengkomunikasikan risiko dan sistem peringatan dini berbeda-beda untuk setiap jenis disabilitas. Kekhususan dan kompleksitas setiap jenis disabilitas membuat penanganan dan kebutuhannya menjadi spesifik. Jenis

Disabilitas dan Sistem Peringatan Menurut Handicap International adalah disabilitas gangguan pendengaran memerlukan alat bantu visual, komunikasi dengan gambar, antrian terpisah, sistem sinyal berbasis visual: simbol, bendera merah, dll, gambar, lampu sinyal berkedip [14].

System peringatan bencana merupakan bagian penting dari kesiapsiagaan individu maupun masyarakat dalam menghadapi bencana. Karena peringatan bencana menjadi faktor kunci penting yang menghubungkan antara tahap kesiapsiagaan dan tanggap darurat dan tanda yang diberikan akan membuat masyarakat khususnya keluarga lebih siap siaga [15]. National Council on Disability Report pada 2014 menjelaskan bahwa *effective communication must be provided to all people with disabilities* yang dapat diartikan komunikasi yang efektif harus diberikan kepada semua penyandang disabilitas, Penyandang disabilitas antara lain tuna rungu, tuna wicara, tuna netra, tuna daksa, tuna grahita, dan sebagainya [16]. Menurut Kuligowsy

, walaupun implementasi penelitian ke dalam praktik itu penting, sebenarnya tidak ada pendekatan "*one size-fits all*" untuk komunikasi darurat dalam kebakaran hutan atau bencana lainnya. Dalam konteks lokal, misalnya, perbedaan ancaman yang ditimbulkan, kondisi lingkungan, dan karakteristik individu/sosial suatu komunitas dapat mempengaruhi kebutuhan informasi darurat sebelum, saat, dan setelah bencana. Oleh karena itu, strategi komunikasi paling efektif adalah ketika strategi dapat disesuaikan dan disesuaikan dengan komunitas tertentu, berdasarkan kebutuhan dan kondisi tertentu [17].

Selama ini emergency notification system masih terpusat pada sistem audio visual yaitu menggunakan sirine dan paging system untuk audio dan lampu darurat atau rotator sebagai peringatan darurat. Dalam menghadapi bencana, metode yang digunakan terutama dalam mengkomunikasikan risiko dan sistem peringatan dini adalah berbeda pada tiap jenis disabilitas [18].

Menurut hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa peraturan pemerintah tentang perlindungan bencana bagi penyandang disabilitas sudah

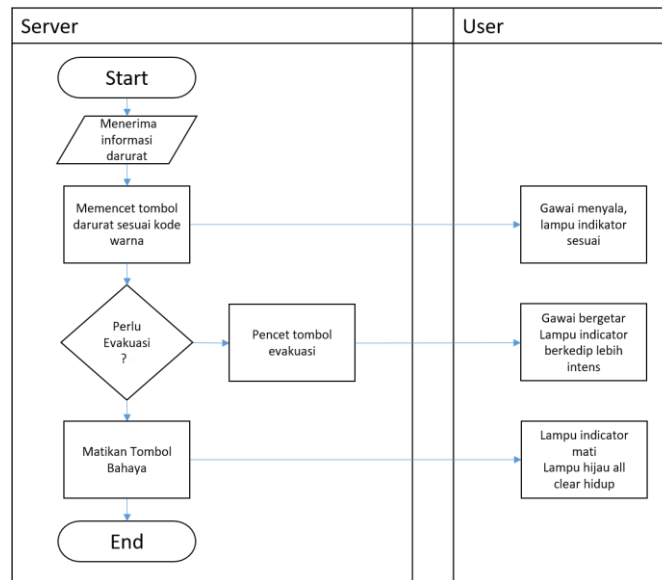
mencantumkan aksesibilitas informasi darurat melalui media yang sesuai dengan jenis dan tingkat disabilitas, namun dari beberapa penelitian juga dapat disimpulkan bahwa sistem peringatan dini bagi penyandang disabilitas masih belum berkembang dengan baik sesuai peraturan. Salah satu tantangan utamanya adalah aksesibilitas informasi peringatan dini bagi penyandang disabilitas [6].

Wawancara dengan bapak RY dari forum komunikasi disabilitas kudu, bahwa dikomunitasnya belum ada program tanggap bencana untuk komunitasnya baik dari pemerintah maupun swasta, sementara itu ibu Ira dari salah satu SLB Negeri di Kudus menyatakan sudah ada program untuk tanggap darurat bencana namun belum ada program khusus untuk sistem peringatan dini bencana khususnya untuk disabilitas tuna rungu, disisi lain dari penyandang disabilitas, pekerja pabrik *packaging* SJP juga menyatakan bahwa beliau kesulitan mendengarkan instruksi dari supervisor apalagi sirene darurat ketika sedang mengoperasikan mesin produksi yang bersuara keras.

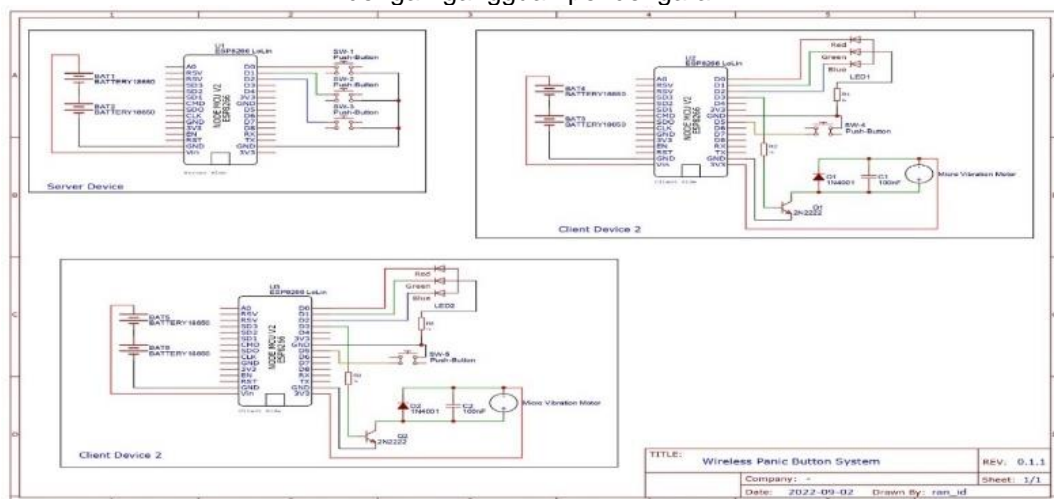
BPBD Kudus seharusnya sudah memiliki layanan inklusif disabilitas (LIDI) sebagaimana diamanatkan oleh UU nomor 24 tahun 2007 dan UU nomor 8 tahun 2016, Menurut data tahun 2019 BPBD kabupaten kudu telah memiliki unit LIDI [19], namun hingga akhir tahun 2023 manfaatnya belum juga terasa.

2. Desain Sistem

Fokus perancangan sistem adalah menciptakan alat notifikasi darurat yang memprioritaskan keselamatan dan aksesibilitas individu dengan gangguan pendengaran. Ini melibatkan pemahaman teknologi yang ada serta kekuatan dan batasannya. Tim perancang menyusun kerangka kerja berdasarkan kebutuhan pengguna, menerjemahkan kebutuhan tersebut menjadi fungsi-fungsi dalam aplikasi. Proses ini melibatkan pembuatan diagram blok yang menguraikan komponen-komponen dan koneksi di dalam alat, memastikan konsistensi dengan kebutuhan pengguna dan meningkatkan efisiensi pengembangan. Tujuan akhirnya adalah menciptakan alat notifikasi darurat yang efektif, mudah digunakan, dan dapat diakses oleh penyandang disabilitas selama situasi darurat.



Gambar 1. Block Diagram of the Emergency Notification System (ENS) untuk orang-orang dengan gangguan pendengaran



Gambar 2. Schematic

3. Implementasi

Tahap implementasi melibatkan beberapa langkah penting untuk menjadikan aplikasi evakuasi bencana, khususnya casing sistem peringatan darurat dengan server dan dua klien, menjadi alat yang dapat diterapkan.

a. Perakitan

Fase ini melibatkan penyusunan fisik komponen-komponen yang diperlukan untuk casing sistem peringatan darurat, termasuk memilih komponen perangkat keras yang sesuai seperti server, perangkat klien, sensor, dan peralatan penting lainnya yang diperlukan agar sistem dapat

berfungsi secara efektif. Perakitan juga melibatkan pengintegrasian komponen perangkat keras ini ke dalam unit kohesif yang akan menjadi tulang punggung sistem peringatan darurat.

b. Pemrograman

Setelah komponen perangkat keras dirakit, langkah selanjutnya adalah pemrograman atau konfigurasi aspek perangkat lunak dari sistem, termasuk mengembangkan perangkat lunak yang diperlukan untuk perangkat server dan klien. Perangkat lunak server melibatkan pengaturan server pusat yang mengelola peringatan, protokol komunikasi, dan pemrosesan data. Di sisi klien, pemrograman memerlukan pembuatan antarmuka dan fungsionalitas yang memungkinkan pengguna berinteraksi dengan sistem secara efektif. Bagi individu dengan gangguan pendengaran, hal ini dapat melibatkan mekanisme umpan balik visual atau getaran.

c. Casing Sistem Peringatan Darurat

Casing untuk sistem peringatan darurat berfungsi sebagai wadah fisik atau penutup untuk perangkat server dan klien. Merancang casing melibatkan pembuatan struktur pelindung dan fungsional yang menampung dan mengamankan komponen-komponen ini. Desain casing harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti daya tahan, portabilitas, kemudahan akses perawatan, dan kepatuhan terhadap standar keselamatan. Selain itu, sistem ini harus dirancang untuk mengakomodasi kebutuhan spesifik individu penyandang disabilitas, memastikan bahwa antarmuka atau peringatan dapat diakses dan dipahami.

4. Pengujian

Pengujian merupakan tahapan untuk mengetahui apakah kinerja alat sudah sesuai dengan rencana desain.

a. Functional testing

Pengujian ini melibatkan penilaian apakah sistem berfungsi sesuai dengan desain yang dimaksudkan. Untuk alat notifikasi darurat, pengujian fungsional memastikan bahwa fitur berfungsi sesuai harapan. Misalnya, pengujian ini melibatkan konfirmasi bahwa peringatan dipicu dengan benar,

sinyal visual ditampilkan dengan tepat, dan perangkat getar diaktifkan sebagaimana mestinya.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat pemberitahuan darurat bekerja sesuai dengan rencana. Sistem ini berhasil memicu peringatan, menyalakan lampu sesuai warna kode darurat yang diberikan, dan mengaktifkan perangkat getar. Hal ini memastikan bahwa peringatan bisa diterima baik melalui penglihatan maupun getaran, sangat membantu bagi orang yang memiliki gangguan pendengaran. Uji coba ini mengonfirmasi bahwa alat ini efektif dalam memberikan peringatan darurat.

b. Non-functional testing

Jenis pengujian ini berfokus pada aspek di luar fungsi tertentu, memeriksa faktor-faktor seperti kinerja, kegunaan, keandalan, dan keamanan. Dalam konteks aplikatif, hal ini melibatkan pengujian kecepatan peringatan, kemudahan memahami sinyal visual untuk berbagai kondisi cahaya, ketahanan catu daya perangkat, dan aksesibilitas sistem secara keseluruhan.

Pengujian Catu Daya: Pengujian ini mengevaluasi keandalan dan stabilitas sumber listrik untuk alat pemberitahuan darurat, memastikan konsistensi dan efektivitas operasinya tanpa gangguan listrik. Hasilnya menunjukkan bahwa alat dapat berfungsi secara terus-menerus hingga 8 jam bahkan dalam kondisi daya rendah, dengan kemampuan untuk tetap mengirimkan sinyal bahkan saat listrik habis. Ini menegaskan kemampuan alat untuk memberikan peringatan tanpa hambatan, terutama dalam situasi darurat yang memerlukan penggunaan berkelanjutan dalam jangka waktu yang lama.

Pengujian konektivitas dan jangkauan:



Gambar 3. Perkiraan Jarak

Pengujian ini mengevaluasi kemampuan konektivitas dan jangkauan alat pemberitahuan darurat, memastikan komunikasi yang andal antara server dan perangkat klien dalam jarak tertentu. Meskipun berhasil dalam mengirim dan menerima sinyal di gedung yang berjarak 1,65 kilometer, sistem ini memiliki keterbatasan karena ketergantungan pada Wi-Fi dan listrik. Untuk mengatasi masalah ini, disarankan untuk menambahkan sumber daya cadangan dan metode komunikasi alternatif seperti baterai cadangan atau sistem berbasis seluler. Dengan langkah-langkah ini, sistem dapat tetap beroperasi bahkan dalam kondisi darurat jika infrastruktur utama mengalami kegagalan.

Pengujian ketahanan antarmuka pengguna dalam penggunaan normal: Pengujian fokus pada ketahanan antarmuka pengguna selama penggunaan sehari-hari. Hal ini melibatkan interaksi berulang dengan antarmuka, mensimulasikan penggunaan normal untuk memastikan kekuatan, responsivitas, dan keandalannya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa lampu darurat tetap tahan baik dalam kondisi minim cahaya atau gelap. Namun, tombol panik darurat pada antarmuka klien kurang terlihat dalam kondisi gelap, yang dapat menghambat akses cepat dalam situasi darurat. Perbaikan desain atau penambahan isyarat visual mungkin diperlukan untuk memastikan visibilitas yang jelas, sehingga pengguna dapat dengan mudah mengakses bantuan dalam kondisi pencahayaan yang rendah.

Masing-masing pengujian non-fungsional ini memainkan peran penting dalam memastikan keandalan, kegunaan, dan efektivitas alat pemberitahuan darurat secara keseluruhan. Dengan menilai aspek-aspek ini secara menyeluruh, kinerja dan ketahanan alat dalam situasi dunia nyata, termasuk keadaan darurat, dapat ditingkatkan, sehingga meningkatkan kegunaan dan kelangsungan hidup pengguna secara keseluruhan.

c. Simulasi

Simulasi situasi darurat memberikan lingkungan yang terkendali untuk menguji respons sistem peringatan dan partisipan. Hasilnya menunjukkan bahwa baik peserta dengan maupun tanpa gangguan pendengaran merespons sinyal visual dan getaran dengan cepat dan efektif. Peserta dengan gangguan pendengaran merespons sinyal visual dengan baik, menunjukkan keberhasilan pendekatan ini dalam memberi peringatan kepada mereka yang mengandalkan rangsangan visual. Peserta tanpa gangguan pendengaran juga merespons baik terhadap sinyal visual dan getaran, menunjukkan fleksibilitas dan inklusivitas mekanisme peringatan.

Hasil pengujian ini memvalidasi efektivitas sistem peringatan multi-modal untuk memenuhi kebutuhan beragam pengguna selama keadaan darurat, meningkatkan keselamatan dan inklusivitas secara keseluruhan. Melalui pengujian dalam lingkungan terkendali, efektivitas dan penerimaan metode peringatan ini dapat dinilai, membantu meningkatkan evakuasi bencana untuk kondisi darurat yang sebenarnya.

Pembahasan

Implikasi Temuan

Implikasi dari temuan penelitian ini dalam merancang sistem peringatan darurat yang lebih inklusif adalah:

1. Peringatan Multi-Modal: Sistem peringatan yang menggabungkan sinyal visual dan getaran sangat efektif bagi individu dengan gangguan pendengaran, memastikan bahwa semua orang dapat menerima peringatan darurat dengan baik.

2. Meningkatkan Aksesibilitas: Sinyal visual yang jelas dan perangkat bergetar memastikan individu dengan gangguan pendengaran dapat merespons peringatan darurat, meningkatkan aksesibilitas sistem peringatan secara signifikan.
3. Desain Berpusat pada Pengguna: Pentingnya melibatkan individu dengan gangguan pendengaran dalam tahap desain untuk memahami kebutuhan dan preferensi mereka, membantu menciptakan sistem peringatan yang lebih ramah pengguna dan efektif.
4. Fleksibilitas dalam Mekanisme Peringatan: Sistem peringatan yang fleksibel dapat menyesuaikan dengan berbagai kebutuhan sensorik individu, memastikan inklusivitas dalam menerima pemberitahuan darurat.
5. Pengembangan Berkelanjutan: Penting untuk terus memperbaiki dan mengembangkan sistem peringatan darurat sesuai dengan umpan balik pengguna, memastikan bahwa sistem dapat terus berkembang untuk melayani individu dengan gangguan pendengaran dengan lebih baik.

Kesimpulannya, temuan penelitian ini menunjukkan pentingnya memprioritaskan aksesibilitas, kegunaan, dan inklusivitas dalam merancang sistem peringatan darurat. Dengan memperhatikan temuan ini, dapat diciptakan sistem peringatan yang lebih efektif dan ramah pengguna untuk memastikan keselamatan semua individu, tanpa memandang kemampuan sensorik mereka.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Menemukan bahwa inklusivitas, aksesibilitas, dan efektivitas adalah yang terpenting dalam merancang sistem peringatan darurat. Mengintegrasikan sistem peringatan multi-modal dengan sinyal visual dan perangkat getar adalah strategi penting untuk memenuhi kebutuhan individu dengan gangguan pendengaran. Namun, penting untuk diingat bahwa ada keterbatasan dalam studi ini, seperti lingkungan pengujian yang terkendali dan potensi masalah teknologi. Untuk mengatasinya, penelitian selanjutnya

harus fokus pada pengujian lapangan di dunia nyata, prinsip desain inklusif dengan melibatkan pengguna, dan menggunakan teknologi baru.

Temuan ini menggarisbawahi pentingnya pendekatan yang berpusat pada pengguna dan iterasi yang berkelanjutan dalam menciptakan sistem peringatan yang lebih efektif dan ramah pengguna. Dengan melibatkan individu dengan gangguan pendengaran dalam tahap desain dan pengujian serta mempertimbangkan beragam kebutuhan dan preferensi mereka, sistem peringatan darurat di masa depan dapat lebih disesuaikan, mudah beradaptasi, dan dapat diandalkan dalam skenario yang lebih luas, sehingga kita dapat meneliti bagaimana menyesuaikan program simulasi bencana untuk memenuhi kebutuhan spesifik kelompok rentan, seperti anak-anak penyandang disabilitas, keluarga berpenghasilan rendah, dan komunitas marginal, untuk memastikan inklusivitas dan kesiapsiagaan yang adil [20].

Alat ini tidak hanya dapat digunakan oleh penyandang disabilitas pendengaran saja namun juga dapat digunakan oleh pekerja yang mengalami kebisingan di tempat kerja, terkadang kebisingan mesin dapat melebihi standar sehingga pekerja tidak dapat dengan cepat mengidentifikasi suara sirine bahaya. Sebagai contoh, penelitian tingkat kebisingan di area fabrikasi PT XYZ Bintang belum sepenuhnya memenuhi standar baku mutu kebisingan di lingkungan kerja sesuai Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 [21].

Saran

Berdasarkan wawasan yang diperoleh dari eksplorasi sistem peringatan darurat yang inklusif, berikut beberapa rekomendasinya:

1. Desain yang Memperhatikan Semua: Libatkan individu dengan berbagai kebutuhan sensorik dalam pengembangan sistem peringatan darurat. Masukan mereka membantu menciptakan solusi yang lebih tepat.
2. Sistem Peringatan Multi-Modal: Gunakan sinyal visual dan perangkat getar bersamaan untuk memastikan semua bisa menerima peringatan dengan baik.

3. Uji Coba di Lapangan: Lakukan uji coba di dunia nyata untuk memastikan sistem peringatan bisa berfungsi dengan baik dalam berbagai situasi lingkungan.
4. Inovasi Teknologi: Jelajahi teknologi baru seperti AI atau IoT untuk meningkatkan kemampuan sistem peringatan darurat.
5. Patuhi Standar Aksesibilitas: Pastikan sistem peringatan memenuhi standar aksesibilitas agar bisa digunakan oleh semua orang.
6. Pendidikan dan Kesadaran: Tingkatkan pemahaman masyarakat tentang pentingnya sistem peringatan darurat, terutama bagi mereka dengan kebutuhan khusus, melalui kampanye pendidikan. Dengan adanya kolaborasi yang kuat antara sekolah, peneliti, siswa, dan komunitas, metode ini dapat diadopsi dan diimplementasikan lebih luas untuk meningkatkan kesadaran K3 generasi muda di seluruh negeri [22].

Dengan mematuhi rekomendasi-rekomendasi ini, pengembangan dan penerapan sistem peringatan darurat yang inklusif dapat meningkat secara signifikan, memastikan keselamatan dan inklusivitas individu, khususnya mereka yang memiliki gangguan pendengaran, dalam kondisi darurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Zohrian, Erly., Santosa, S. S., Pengaruh Model Pembelajaran Terpadu pada Pengintegrasian Materi Pengurangan Risiko Bencana dalam Mata Pelajaran IPS SMP terhadap Pengetahuan dan Kesiapsiagaan Bencana, *Jurnal GeoEco* 2015; 1(2): 170–179.
- [2.] Stough, Laura M. World Report on Disability, Intellectual Disabilities, and Disaster Preparedness: Costa Rica as a Case Example. *Journal of Policy and Practice in Intellectual Disabilities*, 2015, 12.2: 138-146.
- [3.] Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). Bencana Indonesia 2021.[Internet] [Cited September 2022] Available from: <https://gis.bnpb.go.id/arcgis/apps/sites/#/public/pages/bencana-besar-tahun-2021>.
- [4.] Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD). Infografis Kebencanaan Kab. Kudus Tahun 2021. [Internet] [Cited September 2022]. Available from: <https://bpbd.kuduskab.go.id/infografis-2021/>.
- [5.] Indonesia, P. R. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana.
- [6.] Mirza, M. N.. Analysis of Implementation of Government Regulations Related to Early Warning Systems for Persons with Disabilities. *Menara Journal of Health Science*, 2023;2(2), 255-264.
- [7.] Sugiyono. Metode Penelitian Pendidikan & Pengembangan: Research & Development. Bandung: Alfabeta. 2016

- [8.] Mulyanto, A. Sistem Informasi Konsep dan Aplikasi, Yogyakarta : Pustaka Belajar, 2009
- [9.] Jannah, Erliyah Nurul, et al. Sistem Terintegrasi Berbasis Web untuk Pencarian dan Pemesanan Kelompok Seni Pertunjukan. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, 2016, 5.4: 245-251.
- [10.] Indonesia, Republik. Undang-undang No. 8 Tahun 2016 tentang penyandang disabilitas. *Jakarta: Sekretariat Negara*, 2016.
- [11.] Ndaumanu, Frichy. Hak penyandang disabilitas: Antara tanggung jawab dan pelaksanaan oleh pemerintah daerah. *Jurnal Ham*, 2020, 11.1: 131-150.
- [12.] A Rahmawati, Wuri, Dkk.. Pola jaringan komunikasi, layanan kesehatan bagi penyandang disabilitas korban erupsi gunungapi merapi. *Channel Jurnal Komunikasi*, 2019;vol 7, no 2. Oktober 2019p. 97-103
- [13.] Juneza, Raden Roro Driadelta. Respon para disabilitas terhadap komunikasi krisis BPBD (Badan Penanggulangan Bencana Daerah) dan tim SAR Klaten tahun 2016. *Profetik: Jurnal Komunikasi*, 2016, 9.1.
- [14.] International, H. (2005). Disability Checklist for Emergency Response. <https://resourcecentre.savethechildren.net/library/disabilitychecklist-emergency-response>
- [15.] Bencana, Badan Nasional Penanggulangan. Pedoman Sistem Peringatan Dini Berbasis Masyarakat. *Jakarta: Badan Nasional Penanggulangan Bencana*, 2012.
- [16.] National Council on Disability .2014. *Effective Communications for People with Disabilities: Before, During, and After Emergencies*. 1331 F Street, NW, Suite 850
- [17.] Kuligowski, Erica; DOOTSON, Paula. Emergency notification: Warnings and alerts. *Encyclopedia of wildfires and wildland-urban interface (WUI) fires*, 2018.
- [18.] Probosiwi, Ratih. Keterlibatan Penyandang Disabilitas dalam Penanggulangan Benca. *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*, 2013, 4.2: 77-86.
- [19.] BPBD Provinsi Jawa tengah. Laporan Kinerja Instansi Pemerintah (Lkj-lp) Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Prov. Jawa Tengah Tahun 2019 [Internet] [Cited December 2023] available from: https://bpbdd.jatengprov.go.id/PPID/wp-content/uploads/2020/03/LKJ_IP_BPBD2019_ok.pdf
- [20.] Muhammad Navis Mirza. Enhancing Student Preparedness and School Safety Through Disaster Simulation: A Comprehensive Analysis and Policy Implications. *IJETR* [Internet]. 2023 Sep. 29 [cited 2024 Apr. 30];1(3):183-94. Available from: <https://journal.multitechpublisher.com/index.php/IJETR/article/view/400>
- [21.] Lourrinx, E., Mirza, M. N., & Praditya, R. E. (2023). Analisis Intensitas Kebisingan pada Area Fabrikasi PT XYZ Bintan. *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, 2(2), 409-418.
- [22.] Mirza, M. N., Romas, A. N., & Syaifudin, A. (2024). Peningkatan Awareness K3 dan Tanggap Darurat Melalui Pembuatan Video Safety Induction di SMAS Miftahul Huda. *Media Abdimas*, 4(1), 29-34.