

Tinjauan Potensi Aplikasi Cerdas untuk Kalangan Difabel

Indrabayu¹⁾, Intan Sari Areni²⁾, Anugrayani Bustamin³⁾, Rizka Irianty⁴⁾

¹ Departemen Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Indrabayu@unhas.ac.id

² Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Intan@unhas.ac.id

³ Departemen Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
anugrayani@unhas.ac.id

⁴ Departemen Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Rizkairianty@gmail.com

Abstrak

Kaum difabel mengalami hambatan dan kesulitan untuk berpartisipasi secara penuh dan efektif dengan warga negara lainnya karena keterbatasan yang dialaminya. Keterbatasan ini termasuk keterbatasan fisik, intelektual, mental dan sensorik. Perkembangan teknologi yang pesat membuka peluang berkembangnya berbagai aplikasi cerdas yang dapat mempermudah hidup kaum difabel. Tujuan penelitian ini adalah membahas tentang perkembangan aplikasi cerdas yang dapat meningkatkan kualitas hidup kaum difabel sehingga dapat memberikan gambaran mengenai berbagai teknologi yang dapat menguntungkan kaum difabel. Penelitian ini berfokus pada aplikasi yang digunakan untuk navigasi dan orientasi, rekognisi dan identifikasi, komunikasi, dan aksesibilitas.

Keywords: Difabel, aplikasi cerdas.

I. PENDAHULUAN

Difabel merupakan akronim dari Bahasa Inggris *Differently Abled* (orang-orang yang mempunyai kemampuan berbeda). Difabel adalah istilah yang tengah diperjuangkan untuk menggantikan istilah penyandang cacat karena istilah tersebut mengandung label negatif. Penggantian istilah ini dimaksudkan untuk memberikan makna yang lebih halus. Istilah lain yang digunakan dalam menyebutkan kecacatan adalah “penyandang disabilitas” atau *disable*. Istilah ini merupakan istilah yang dapat ditemukan di dalam *The Convention on the Human Right of Persons with Disabilities (CRPD)*, yang mendefinisikan istilah tersebut sebagai orang-orang dengan keterbatasan kemampuan dan sikap dan lingkungan yang menghambat partisipasi penuh dan efektif mereka di dalam masyarakat berdasarkan kesetaraan dengan yang lainnya [1].

Data statistik yang dihimpun oleh WHO atau Organisasi Kesehatan Dunia mempresentasikan bahwa jumlah penyandang disabilitas berkisar antara 15.6% dari total populasi penduduk dunia. Di Indonesia, penyandang disabilitas pada tahun 2015 diperkirakan mencapai 8.56% dari total penduduk Indonesia, dengan persentase disabilitas terbesar adalah kesulitan melihat (6,36%) dan terkecil adalah kesulitan mengurus diri sendiri (1,02%) [2]. Jumlah tersebut diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan peningkatan global pada kondisi kesehatan kronis yang terkait dengan kecacatan, seperti diabetes, penyakit kardiovaskular, dan penyakit mental [3].

Penyandang disabilitas merupakan bagian dari masyarakat yang berhak memperoleh kesejahteraan dan kesempatan yang sama dengan anggota masyarakat lainnya. Penyandang disabilitas seharusnya mendapatkan kesempatan yang sama dalam upaya mengembangkan dirinya melalui kemandirian sebagai manusia yang

bermartabat. Dalam hal ini, peran teknologi sangatlah penting untuk mewujudkan lingkungan yang inklusif terhadap penyandang disabilitas. Teknologi memungkinkan mereka untuk melakukan pekerjaan yang sebelumnya tidak dapat mereka lakukan, atau membuat pekerjaan tersebut lebih mudah dan lebih aman.

Penelitian oleh Wise [4] menunjukkan bahwa teknologi terapis dan teknologi pendukung pada anak-anak dapat meningkatkan fungsi sehari-hari terutama melalui peningkatan tingkat aktivitas dan partisipasi dalam aktivitas normal. Media dan teknologi elektronik juga meningkatkan keterampilan membaca dan menulis bagi siswa tunanetra, dan meningkatkan kemampuan mereka untuk berkomunikasi secara setara dengan orang lain [5]. Tiga studi lainnya [6-8] membuktikan bahwa program berbantuan teknologi membantu penyandang disabilitas ganda (penglihatan rendah, buta total dan disabilitas intelektual) untuk mempermudah dalam berkegiatan dan belajar.

Perkembangan teknologi diiringi dengan perkembangan sistem cerdas yang semakin pesat. Istilah cerdas menandakan sistem tersebut dapat menafsirkan informasi, memahami hubungan antara fenomena atau objek, melakukan operasi & menerapkan informasi yang diperoleh untuk mengubah serangkaian kondisi. Aplikasi cerdas untuk penyandang disabilitas dimaksudkan untuk meningkatkan kemandirian fungsional dengan menghindari hambatan lingkungan, memaksimalkan kemandirian pribadi, dan meningkatkan partisipasi aktivitas. Oleh karena itu, peneliti mulai menciptakan aplikasi cerdas untuk memberikan bantuan bagi penyandang difabel. Dalam hal ini, berbagai jenis aplikasi cerdas dikembangkan untuk menyediakan fasilitas yang berbeda, seperti aplikasi untuk membaca teks, identifikasi objek, identifikasi warna, navigasi, identifikasi wajah, dan banyak layanan inovatif lainnya.

Penelitian ini berfokus pada survei aplikasi cerdas yang dapat memfasilitasi kaum difabel untuk mempermudah aktivitas sehari-hari mereka. Paper ini disusun menjadi empat bagian yang diawali dengan bagian pendahuluan. Bagian selanjutnya menjelaskan berbagai aplikasi dan sistem untuk meningkatkan kualitas hidup penyandang disabilitas. Review dari beberapa penelitian dibagi ke dalam empat kategori, yaitu aplikasi cerdas untuk navigasi dan orientasi, rekognisi dan identifikasi, komunikasi, dan aksesibilitas. Bagian terakhir ditutup dengan kesimpulan.

II. NAVIGASI DAN ORIENTASI

Navigasi dan orientasi merupakan area yang paling banyak diteliti. Ahmetovic et al. [10] memanfaatkan visi komputer dan melakukan *data mining* pada basis data gambar spasial pada lingkungan perkotaan. Tujuan penelitian ini adalah untuk memudahkan penyandang tunanetra untuk menemukan *zebra cross* yang ada di lingkungannya. Meskipun sepenuhnya otomatis, sistem ini dilengkapi dengan tahap validasi *crowdsourcing* akhir untuk meningkatkan akurasi. Peneliti yang sama juga mengusulkan sistem berbasis *smartphone* yang menyediakan bantuan navigasi belokan demi belokan berdasarkan lokalisasi *real-time* yang akurat di ruang terbuka. Selain kemampuan navigasi dasar, aplikasi ini juga menginformasikan pengguna mengenai tempat menarik terdekat dan masalah aksesibilitas (contohnya bila ada tangga di depan pengguna) [11].

Jain [12] membangun sistem navigator dalam ruangan berbasis *smartphone* untuk tunanetra. Sistem ini memberikan pengarahan *step-by-step* ke tujuan dari lokasi mana pun dalam bangunan. Instruksi diberikan dalam bentuk audio. Sistem ini masih memerlukan tambahan infrastruktur pada bangunan yang diestimasi bernilai \$200 per lantai bangunan.

Tranveer et al. [13] mengembangkan sistem navigasi dan pelacakan untuk kaum tunanetra. Sistem ini terdiri dari aplikasi android dan modul perangkat keras yang dipasang pada lengan untuk mendeteksi rintangan di depan pengguna dan memberikan peringatan dalam bentuk suara. Pengguna juga dapat menggunakan perintah suara untuk melakukan panggilan suara ke nomor yang telah ditentukan jika ia tersesat.

Lee dan Lee [14] mengembangkan aplikasi peta yang dapat digunakan oleh penyandang disabilitas motorik seperti tremor tangan, paralisis atau amputasi. Aplikasi ini menyediakan antarmuka yang sederhana dengan satu panel dan dua tombol untuk menerima masukan berupa suara.

Beberapa aplikasi komersial juga telah tersedia. *Seeing Assistant Move* [15] tidak hanya membantu tuna netra dalam navigasi, tetapi juga memungkinkan pengguna untuk melacak lokasi, mencari alamat, dan memberikan daftar dan panduan ke tempat menarik di sekitar pengguna. *BlindSquare* [16] adalah aplikasi GPS yang dapat diakses oleh tuna netra maupun tuna rungu. Aplikasi ini memberikan detail tempat menarik dan persimpangan untuk navigasi yang aman baik di luar maupun di dalam ruangan.

III. REKOGNISI DAN IDENTIFIKASI

Seeing AI merupakan aplikasi *smartphone* yang dikembangkan oleh Microsoft yang dapat menarasikan lingkungan sekitar. Beberapa identifikasi produk, mata uang dan warna, mengenali dan mendeskripsikan orang dan emosi mereka, membaca tulisan tangan, serta mendeskripsikan keadaan sekitar. Aplikasi ini adalah bagian dari *AI for accessibility*, program hibah Microsoft yang memanfaatkan AI untuk membantu penyandang disabilitas di seluruh dunia [17].

Aplikasi rekognisi objek merupakan aplikasi yang telah banyak dikembangkan. *Aipoly* [18] adalah aplikasi untuk pengguna iPhone untuk mengidentifikasi objek bagi tunanetra. *Aipoly* dapat mengenali lebih dari 5000 objek dan memberikan output berupa suara dalam 26 bahasa. *AudioLabels* dan *Digit-Eyes* [19] membantu tunanetra mengenali objek melalui deskripsi audio yang terkait dengan kode batang atau kode QR. Aplikasi *TapTapSee* [20] dirancang untuk membantu para tunanetra mengidentifikasi objek yang mereka temui dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaannya hanya dengan mengetuk dua kali layar *handphone* untuk mengambil foto sebuah objek dan aplikasi akan memberikan hasil identifikasi dalam bentuk audio. Aplikasi lain yang serupa adalah *Eye Assistant* [21]. Aplikasi ini tidak memerlukan pengguna untuk mengambil gambar, cukup dengan memindai objek yang ingin dideteksi. *Eye Assistant* juga didesain agar kompatibel pada *low-end smartphone*.

Beberapa aplikasi dikhususkan untuk mengidentifikasi warna atau objek tertentu. *LookTel Money Reader* [22] mengenali mata uang dan membacakan denominasinya, memungkinkan orang yang mengalami gangguan penglihatan dapat dengan mudah mengidentifikasi dan menghitung uang. Ellanda et al. [23] membangun aplikasi yang berfungsi untuk membedakan warna. Output dari aplikasi ini berupa teks dan suara yang merupakan hasil deteksi dari input. Apple juga menawarkan aplikasi identifikasi warna untuk iOS yang disebut *Color ID* [24].

Indrabayu et al. membangun aplikasi android untuk mendeteksi bahaya berupa lubang [25] dan api [26] pada jalur yang dilalui tuna netra. Peneliti yang sama [27] juga membangun aplikasi untuk mendeteksi dan memperkirakan jarak dan posisi relatif tunanetra terhadap rintangan berupa sepeda motor yang sedang diparkir. Aplikasi ini mengestimasi jarak dan posisi horizontal relatif normal tunanetra terhadap motor. Ketiga aplikasi ini memanfaatkan konsep *pinhole model* untuk mengestimasi jarak tuna netra dari bahaya dan rintangan.



a. Deteksi api [25]



b. Deteksi lubang [26]

Gambar 1. Hasil deteksi aplikasi pendeteksi bahaya dan rintangan

Chattoraj et al. [28] membangun aplikasi android rekognisi gerakan tangan sebagai alat komunikasi antara penyandang tunarungu dan orang lain. Aplikasi ini membutuhkan pengguna untuk mengambil gambar gerakan tangan sebelum dapat di rekognisi oleh sistem.

Aza et al. [29] membangun aplikasi *face recognition* yang dapat membantu penyandang tunanetra mengenali orang di sekitarnya secara *real-time*. Penggunaan aplikasi ini memerlukan *point-of-view* (Povie), yaitu *holder* kamera yang digantungkan di leher pengguna sehingga memungkinkan pengguna berjalan bebas tanpa memegang ponselnya.



Gambar 2. Hasil deteksi aplikasi *face recognition* [28]

IV. KOMUNIKASI

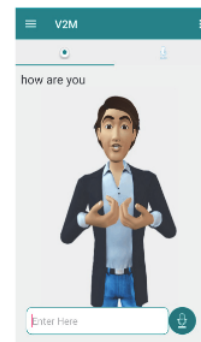
Eyetell [30] merupakan aplikasi yang banyak digunakan untuk mendukung komunikasi penyandang disabilitas. *Eyetell* hanya membutuhkan tablet atau *smartphone* serta tidak memerlukan kalibrasi, sehingga sangat mudah untuk digunakan. Untuk menggunakan aplikasi ini, pengguna hanya perlu melihat layar perangkat mereka dan "mengetik" huruf dengan mata mereka. *Ava* [31] adalah aplikasi yang dirancang untuk orang-orang dengan masalah pendengar agar dapat mengikuti percakapan secara *real-time*. Aplikasi ini menerjemahkan percakapan menjadi teks dengan akurasi hingga 95% dan dapat berjalan di platform android maupun iOS. *Dragon Dictation* [32] merupakan aplikasi *speech-to-text* yang memungkinkan pengguna mengubah suara menjadi teks. *Dragon* diklaim tiga kali lebih cepat daripada mengetik di *keyboard*.

Sebagai bagian dari program *AI for accessibility*, Microsoft mengembangkan *Helpicto* dan *Microsoft Translator*. *Helpicto* [33] diproduksi dengan bekerjasama dengan Equadex, perusahaan rekayasa perangkat lunak dan telekomunikasi. Aplikasi ini didesain untuk membantu anak autis, untuk dapat berkomunikasi dengan lingkungannya, mengenali situasi dan pertanyaan, atau interaksi lainnya. *Microsoft Translator* [34] adalah aplikasi *speech-to-text* yang pertama kali dikembangkan di Rochester Institute of Technology untuk membantu siswa

dengan gangguan pendengaran. Aplikasi ini mengubah suara ke teks secara *real-time* yang disertai dengan penghapusan disfluensi, penambahan tanda baca dan dapat langsung diterjemahkan ke lebih dari 60 bahasa.

Voiceitt [35] didesain untuk orang dengan gangguan bicara. *Voiceitt* secara berkala mempelajari bagaimana pengguna mengucapkan berbagai kata dan membangun kamus pribadi bagi penggunanya. Aplikasi ini akan berfungsi seperti penerjemah instan. Pengguna mengucapkan frasa dengan caranya sendiri dan aplikasi *Voiceitt* akan membaca atau menyetikkannya dalam ucapan standar untuk dapat dimengerti orang lain.

Vocalizer to Mute (V2M) [36] adalah aplikasi untuk orang tuli-bisu yang menggunakan metodologi *Automatic Speech Recognition* (ASR) untuk mengenali ucapan tuna rungu dan mengubahnya menjadi bentuk ucapan yang dapat dikenali untuk orang lain. Aplikasi ini juga terintegrasi dengan avatar 3D yang menampilkan bahasa isyarat untuk penggunanya.



Gambar 3. Avatar 3D untuk memperagakan bahasa isyarat [28]

V. AKSESIBILITAS

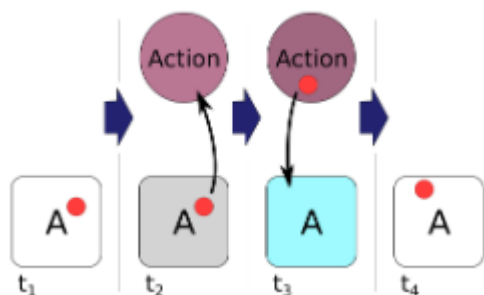
Intelligent virtual assistant (IVA) adalah jenis aplikasi cerdas yang paling populer dalam hal aksesibilitas. *Siri*, *Cortana*, dan *Google Assistant* adalah beberapa IVA yang sudah tidak asing di masyarakat. Aplikasi-aplikasi ini memungkinkan pengguna memberikan perintah suara untuk mengakses fitur-fitur dasar *handphone*, seperti memutar musik, membuka email, mengatur jadwal, mengecek cuaca, dan lain sebagainya. Banyak peneliti yang mengembangkan IVA untuk kaum difabel. Felix et al. [37] membangun aplikasi IVA untuk tuna netra yang dapat menjalankan fungsi *chatting bot*, pengenalan gambar dan mata uang, dan membaca *e-book*. Aplikasi ini dapat memberikan *feedback* dalam bentuk suara sehingga dapat digunakan oleh kaum difabel. Aplikasi serupa dibuat oleh Bose et al. [38] namun dengan fungsi utama untuk menerima dan mengirim email, mengakses berita, informasi prediksi cuaca, membuat pengingat dan alarm, serta membuat catatan.

Android menyertakan sejumlah fasilitas untuk interaksi berbasis *speech-to-text* sebagai bagian dari layanan aksesibilitasnya, diantaranya adalah *TalkBack*, *KickBack*, dan *SoundBack*. Aplikasi-aplikasi tersebut dirancang untuk membantu pengguna dengan disabilitas untuk dapat berinteraksi dengan *smartphone* mereka dengan cara mendengar dan/atau merasakan. Aplikasi lainnya adalah *JustSpeak*. Aplikasi ini mengaktifkan kontrol suara

perangkat android, dan dapat digunakan untuk mengaktifkan kontrol di layar, membuka aplikasi, serta memberi perintah yang umum digunakan. Di sisi lain, iOS menyediakan *VoiceOver* yang memberikan kemampuan membaca layar substantif untuk aplikasi *native* Apple dan banyak aplikasi pihak ketiga yang dikembangkan untuk iOS. *VoiceOver* merender teks di layar dan memberikan umpan balik dalam bentuk suara sebagai tanggapan atas interaksi pengguna. Sistem operasi iOS juga menyediakan *Voice Brief*, yaitu aplikasi untuk membaca email, *feed*, cuaca, dan berita dalam bentuk audio [39].

Speech recognition digunakan beberapa peneliti untuk mempermudah aksesibilitas perangkat teknologi. *Nethra* [40] memungkinkan pengguna untuk mengakses internet menggunakan perintah suara. Fokus utama *Nethra* adalah membantu penyandang disabilitas visual untuk mengakses media sosial dan layanan berbasis internet lainnya. Iyer et al. [41] mengembangkan aplikasi serupa yang digunakan untuk berinteraksi dengan situs web menggunakan perintah suara yang dapat membaca konten situs web untuk pengguna. Areni et al. [42] membangun aplikasi digunakan untuk membaca singkatan dari SMS dengan keluaran suara untuk memudahkan pengguna dalam berkomunikasi. Penelitian ini menitikberatkan pada proses normalisasi data input berupa teks singkatan pada SMS berbahasa Indonesia. Penelitian tersebut dikembangkan menjadi aplikasi *speech recognition* [43] yang mampu mengubah ucapan dalam bahasa Indonesia ke dalam teks, mencari kontak dan mengirim pesan SMS dengan perintah suara. Aplikasi ini juga mampu membaca SMS yang masuk dengan baik bahkan jika terdapat kata singkatan dalam SMS tersebut.

Selain menggunakan metode *speech-to-text* dan *speech recognition*, *eye tracking* adalah teknik yang banyak digunakan. Krafka et al. [44] mengembangkan *iTracker*, aplikasi *eye tracking* yang memudahkan penggunaan *smartphone* dan tablet. Penelitian tersebut dikembangkan oleh Paid dan Bhardwaj [45] untuk membangun E-ACE (*Eye-based Alternative Communication Exchange*), yaitu aplikasi *eye tracking* yang didesain khusus untuk orang dengan disabilitas motorik. E-ACE juga menyediakan fungsi *SOS Board* yang dapat digunakan untuk memanggil dan mengirim pesan darurat kepada orang terdekat. Aplikasi lainnya yang serupa adalah *GazeSpeak* [46] dan *EyeSwipe* [47].



Gambar 4. Untuk memilih tombol "A" menggunakan *EyeSwipe*, pengguna memindahkan pandangan mereka sesuai titik merah [47]

Aplikasi *eye tracking* juga dikembangkan oleh Deepika dan Murugesan [48] untuk desktop. Sistem ini menggunakan *webcam* resolusi rendah yang dipasang pada bingkai kacamata untuk melacak pergerakan iris mata. Pergerakan iris digunakan untuk menggerakkan kursor pada layar, sedangkan perintah diberikan dengan cara berkedip.

Sistem operasi Windows 10 juga telah menyertakan *eye tracker tool* [49] sebagai bagian dari fitur *ease of access*. Fitur ini memungkinkan orang-orang dengan keterbatasan motorik untuk dapat mengontrol PC hanya dengan gerakan mata dan bantuan perangkat keras khusus. Perangkat khusus ini dikembangkan oleh Tobii [50], perusahaan teknologi dari Swedia yang berfokus pada pengembangan *eye tracker* yang diklaim memiliki tingkat akurasi sebesar 95%.

Meskipun tidak sepopuler *eye tracking*, rekognisi wajah juga digunakan untuk mempermudah akses kaum difabel terhadap teknologi. Vasanthan et al. [51] menggunakan pergerakan wajah untuk menggerakkan kursor pada komputer. Aplikasi ini membutuhkan empat stiker kecil yang dipasang pada wajah subjek sebagai *landmark*. Pergerakan kursor ditentukan dari gerakan pipi kiri dan kanan, alis dan mulut. Nangare et al. [52] menggabungkan deteksi wajah, mata dan pengenalan suara. Pengendalian kursor *mouse* dilakukan dengan menggerakkan wajah ke atas, bawah, kiri dan kanan, sedangkan perintah klik dikontrol melalui kedipan mata dan suara. Sedangkan Marnik [53] membangun aplikasi *mouse controller* yang sepenuhnya dikendalikan oleh kedipan mata yang dinamakan *BlinkMouse*.

VI. KESIMPULAN

Aplikasi cerdas memiliki potensi yang besar untuk dapat meningkatkan kualitas hidup kaum difabel sehingga dapat memaksimalkan fungsi, peran, dan haknya sebagai masyarakat. Android merupakan platform yang banyak digunakan untuk membangun aplikasi cerdas karena android merupakan *platform open-source* yang memudahkan peneliti untuk memabangun aplikasi sesuai kebutuhan kaum difabel. Banyaknya aplikasi komersial yang telah tersedia juga menunjukkan semakin tingginya sensitifitas para *developer* terhadap kaum difabel. Hasil review beberapa penelitian yang telah dibahas pada bagian sebelumnya dapat menjadi acuan untuk pengembangan teknologi baru yang dapat memudahkan aktivitas kalangan difabel terutama dengan penggunaan platform *mobile* berbasis Android.

REFERENSI

- [1] M. Sukri and S. Indartono, "Fulfillment of Education Rights for Diffable Students," *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, vol. 398, 2020, pp. 122-124.
- [2] Kementerian Kesehatan RI, "Disabilitas," Jakarta Selatan: Pusat Data dan Informasi, 2019.
- [3] The global burden of disease: 2004 update. Geneva, World Health Organization, 2008.

- [4] P. H. Wise, "Emerging technologies and their impact on disability," *The Future of Children*, vol. 22, no. 1, 2012, pp. 169-191.
- [5] C. C. F. Alves, G. B. M. Monteiro, S. Rabello, M. E. R. F. Gasparetto and K. M. Carvalho, "Assistive technology applied to education of students with visual impairment," *Revista Panamericana de Salud Pública*, vol. 26, no. 2, 2009, pp. 148-52.
- [6] G. E. Lancioni, M. F. O'Reilly, N. N. Singh, J. Sigafoos, G. Alberti, A. Boccasini, D. Olivia and R. Lang, "Technology-aided Programs to Enable Persons with Multiple Disabilities to Move through Sequences of Occupational Activities Independently," *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, vol. 26, 2014, pp. 703-715.
- [7] G. E. Lancioni, N. N. Singh, M. F. O'Reilly, J. Sigafoos, D. Oliva and F. D'Amico, "Technology-aided programs to enable persons with multiple disabilities to choose among environmental stimuli using a smile or a tongue response," *Research in Developmental Disabilities*, vol. 34, no. 11, 2013, pp. 4232-4238.
- [8] F. Silman, H. Yaratan and T. Karanfiller, "Use of assistive technology for teaching-learning and administrative processes for the visually impaired people," *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, vol. 13, no. 8, 2017, pp. 4805-4813.
- [9] P. Dahiya, P. Chaudhary, J. S. Saini and S. Kumar, "Intelligent Systems: Features, Challenges, Techniques, Applications & Future Scopes," in *Intelligent Systems & Mobile Adhoc Networks*, 2007.
- [10] D. Ahmetovic, R. Manduchi, J. M. Coughlan and S. Mascetti, "Zebra Crossing Spotter: Automatic Population of Spatial Databases for Increased Safety of Blind Travelers," *ASSETS 2015*, 2015.
- [11] D. Ahmetovic, C. Gleason, C. Ruan, K. Kitani, H. Takagi dan C. Asakawa, "NavCog: a navigational cognitive assistant for the blind," in *Proceedings of the 18th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services (MobileHCI '16)*, New York, NY, USA, 2016, pp. 90-99
- [12] D. Jain, "Path-guided indoor navigation for the visually impaired using minimal building retrofitting," in *Proceedings of the 16th international ACM SIGACCESS conference on Computers & accessibility (ASSETS '14)*, Association for Computing Machinery, New York, USA, 2014, pp. 225-232.
- [13] M. S. R. Tanveer, M. M. A. Hashem and M. K. Hossain, "Android assistant EyeMate for blind and blind tracker," in *2015 18th International Conference on Computer and Information Technology (ICCIT)*, Dhaka, Bangladesh, 2015, pp. 266-271.
- [14] J. Lee and Y. W. Lee, "Map Application for People with Disabilities Using Smart Devices," in *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science*, San Francisco, USA, 2013.
- [15] Seeing Assistant, "Seeing Assistant Move," [Online]. Diakses pada 26 Agustus 2020 dari <http://seeingassistant.tt.com.pl/move/>.
- [16] BlindSquare, "What is BlindSquare?," [Online]. Diakses pada 26 Agustus 2020 dari <https://www.blindsquare.com/about/>.
- [17] Microsoft, "Seeing AI in new language," [Online]. Diakses pada: 26 Agustus 2020 dari <https://www.microsoft.com/en-us/ai/seeing-ai>.
- [18] M. Turek, "Aipoly Vision: Sight for Blind & Visually Impaired," [Online]. Diakses pada 25 Agustus 2020 dari <https://www.closingthegap.com/aipoly-vision-sight-for-blind-visually-impaired/>.
- [19] C. Willings, "Identification Apps," [Online]. Diakses pada 25 Agustus 2020 dari <https://www.teachingvisuallyimpaired.com/identification-apps.html>.
- [20] TapTapSee, "TapTapSee: assistive technology for the blind and visually impaired," [Online]. Diakses pada 25 Agustus 2020 dari <https://taptapseeapp.com/>.
- [21] National Federation of the Blind, n.d., "KNFB Reader," [Online]. Diakses pada 26 Agustus 2020 dari <https://www.nfb.org/programs-services/knfb-reader>.
- [22] LookTel, n.d., "LookTel Products," [Online]. Diakses pada 25 Agustus 2020 dari <http://www.looktel.com/moneyreader>.
- [23] "Perancangan aplikasi pembaca warna untuk penderita buta warna berbasis android," *Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan*, vol. 1, no. 1, 2014, pp. 59-66.
- [24] Perkins Learning, "Color ID Free App," n.d., [Online]. Diakses pada 26 Agustus 2020 dari <https://www.perkinselearning.org/content/color-id-free-app>.
- [25] Indrabayu, R. H. Putra, I. Nurtanio, I. S. Areni dan A. Bustamin, "Blob adaptation through frames analysis for dynamic fire detection," *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, vol. 9, no. 5, 2020, pp. 2189-2197.
- [26] I. S. Areni, Amirullah, I. Nurtanio, A. Bustamin dan A. Rifaldi, "Sistem Deteksi Lubang pada Pedestrian dengan Teknik Pengolahan Citra," *Jurnal Penelitian Enjiniring*, vol. 23, no. 2, pp. 117-120.
- [27] Indrabayu, N. L. Jamaluddin dan I. S. Areni, "Detection and Distance Estimation against Motorcycles as Navigation Aids for Visually-impaired People," *2019 12th International Conference on Information & Communication Technology and System (ICTS)*, Surabaya, Indonesia, 2019, pp. 224-228.
- [28] S. Chattoraj, K. Vishwakarma and T. Paul, "Assistive system for physically disabled people using gesture recognition," in *2017 IEEE 2nd International Conference on Signal and Image Processing (ICSIP)*, Singapore, 2017, pp. 60-65.
- [29] V. Aza, Indrabayu and I. S. Areni, "Face Recognition Using Local Binary Pattern Histogram for Visually Impaired People," *2019 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (iSemantic)*, Semarang, Indonesia, 2019, pp. 241-245.

- [30] R. Fisher, 13 Desember 2019, "Eyetell: Eye Tracking Giving a Voice to Those with Communication Disabilities," [Online]. Diakses pada 26 Agustus 2020 dari <https://globalshakers.com/eyetell-uses-eye-tracking-to-give-a-voice-to-those-with-communication-disabilities/>.
- [31] L. Matney, 21 November 2016, "Ava gives the deaf and hard-of-hearing a more present voice in group conversations," [Online]. Diakses pada 25 Agustus 2020 dari <https://techcrunch.com/2016/11/21/ava-gives-the-hearing-impaired-a-more-present-voice-in-group-conversations/>.
- [32] Dragon, n.d., "Dragon Speech Recognition Solutions," [Online]. Diakses pada 25 Agustus 2020 dari <https://www.nuance.com/dragon.html>.
- [33] S. Pertus, 4 Agustus 2017, "How Equadex used Cognitive Services to help people with language disorders," [Online]. Diakses pada: 26 Agustus 2020 dari <https://microsoft.github.io/techcasestudies/cognitive%20services/2017/08/04/equadexcognitives.html>.
- [34] J. Roach, 5 April 2018, "AI technology helps students who are deaf learn," [Online]. Diakses pada: 26 Agustus 2020 dari <https://blogs.microsoft.com/ai/ai-powered-captioning/>.
- [35] J. Medeiros, 1 November 2018, "How voice tech is slowly including people with speech impediments," [Online]. Diakses pada 26 Agustus 2020 dari <https://www.voicesummit.ai/blog/how-voice-tech-is-slowly-including-people-with-speech-impediments>.
- [36] K. Yousaf, Z. Mehmood, T. Saba, A. Rehman, M. Rashid, M. Altaf dan Z. Shuguang, "A Novel Technique for Speech Recognition and Visualization Based Mobile Application to Support Two-Way Communication between Deaf-Mute and Normal Peoples," *Wireless Communications and Mobile Computing*, vol. 2018, 2018.
- [37] S. M. Felix, S. Kumar dan A. Veeramuthu, "A Smart Personal AI Assistant for Visually Impaired People," in *2018 2nd International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)*, Tirunelveli, India, 2018.
- [38] P. Bose, A. Malpthak, U. Bansal dan A. Harsola, "Digital assistant for the blind," in *2017 2nd International Conference for Convergence in Technology (I2CT)*, Pune, India, 2017.
- [39] Á. Csapó, G. Wersényi, H. Nagy and T. Stockman, "A survey of assistive technologies and applications for blind users on mobile platforms: a review and foundation for research," *Journal of Multimodal User Interfaces*, vol. 9, 2015, pp. 275–286.
- [40] A. M. Weeratunga, S. A. U. Jayawardana, P. M. A. K. Hasindu, W. P. M. Prashan dan S. Thelijagoda, "Project Nethra - an intelligent assistant for the visually disabled to interact with internet services," in *2015 IEEE 10th International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS)*, Peradeniya, 2015, pp. 55-59.
- [41] V. Iyer, K. Shah, S. Sheth dan K. Devadkar, "Virtual assistant for the visually impaired," in *2020 5th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)*, Coimbatore, India, 2020, pp. 1057-1062.
- [42] I. S. Areni, S. Wahyuni, Indrabayu dan Anugrahyani, "Solution to abbreviated words in text messaging for personal assistant application," *2017 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (iSemantic)*, Semarang, 2017, pp. 238-241.
- [43] I. S. Areni, A. D. Mufidah, Indrabayu, S. Wahyuni, I. Nurtanio, I. R. Sahali dan A. Bustamin, "Speech to Text in Indonesian Personal Assistant," *Journal of Computer Science*, vol. 15, no. 6, 2019, pp. 824-831.
- [44] K. Krafka et al., "Eye Tracking for Everyone," in *2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Las Vegas, NV, 2016, pp. 2176-2184.
- [45] S. Pai and A. Bhardwaj, "Eye Gesture Based Communication for People with Motor Disabilities in Developing Nations," in *2019 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*, Budapest, Hungary, 2019, pp. 1-8.
- [46] X. Zhang, H. Kulkarni dan M. R. Morris, "Smartphone-Based gaze gesture communication for people with motor disabilities," in *The 2017 CHI Conference*, Denver, CO, USA, 2017.
- [47] A. Kurauchi, W. Feng, A. Joshi, C. Morimoto and M. Betke, "EyeSwipe: Dwell-free Text Entry Using Gaze Paths," in *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '16)*, New York, NY, USA, 2016, pp. 1952–1956.
- [48] S. S. Deepika and G. Murugesan, "A novel approach for Human Computer Interface based on eye movements for disabled people," in *2015 IEEE International Conference on Electrical, Computer and Communication Technologies (ICECCT)*, Coimbatore, 2015, pp. 1-3.
- [49] A Microsoft Support, "Get started with eye control in Windows 10," [Online]. Diakses pada: 26 Agustus 2020 dari <https://support.microsoft.com/en-us/help/4512610/windows-10-eye-control-basics>.
- [50] Tobii Dynavox, n.d., "Microsoft and Tobii Dynavox," [Online]. Diakses pada 26 Agustus 2020 dari https://www.tobiidynavox.com/landing-pages/td_and_microsoft/.
- [51] X. Zhang, H. Kulkarni dan M. R. Morris, "Smartphone-Based gaze gesture communication for people with motor disabilities," in *The 2017 CHI Conference*, Denver, CO, USA, 2017.
- [52] M. Vasanthan, M. Murugappan, R. Nagarajan, B. Ilias dan J. Letchumikanth, "Facial expression based computer cursor control system for assisting physically disabled person," in *ComNetSat 2012*, Bali, Indonesia, 2012, pp. 172-176.
- [53] V. Nangare, U. Samant, S. Rabha dan P. R. Rodge, "Controlling mouse motions using eye blinks, head movements and voice recognition," *International Journal of Scientific and Research Publications*, vol. 6, no. 3, 2016, pp. 329-331.