



Jurnal Pendidikan Kebutuhan Khusus

ISSN: 2598-5183 (Print) ISSN: 2598-2508 (Electronic)

Journal homepage: <https://jpkk.ppi.unp.ac.id/index/jpkk>
Email: jpkk@ppi.unp.ac.id



Maps Berbasis Sensor Lidar untuk Navigasi Tunanetra

Arisul Mahdi¹, Marlina², Rahmahtri Silvia³, Safaruddin⁴, Wawan Purwanto⁵

^{1,2,3,4,5}Universitas Negeri Padang, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel:

Terkirim, 04 December 2024
Revisi, 29 August 2024
Diterima, 04 November 2024

Kata Kunci:

Maps;
Sensor Lidar;
Navigasi;
Tunanetra.

ABSTRAK

Artikel ini bertujuan untuk mendeskripsikan pengembangan teknologi bantu berupa maps berbasis sensor lidar untuk navigasi mobilitas tunanetra. Teknologi ini sebagai jawaban atas hambatan yang dialami oleh tunanetra dalam melakukan mobilitas didalam ruangan yang tidak memiliki aksesibilitas yang memadai. Metode pengembangan ADDIE digunakan dalam pengembangan maps berbasis sensor lidar yang mencakup *analysis, design, development, implementation and evaluation*. Pengembangan teknologi bantu menghasilkan sebuah *prototype* teknologi bantu berbasis sensor lidar yang dilengkapi dengan kamera webcam, yang menggunakan raspberry phi 4. Maps ini mampu memetakan ruangan dengan akurat dan membaca hambatan yang ada disekitar. Kemudian dilengkapi dengan kamera webcam yang membaca QR Code sebagai penunjuk arah dengan output suara sebagai navigator menuju ruangan yang dituju serta menggunakan satuan jarak tempuh disederhanakan dengan satuan langkah yang mudah dipahami oleh tunanetra. Melalui ujicoba yang telah dilakukan, maps berbasis sensor lidar efektif digunakan untuk navigasi tunanetra di dalam ruangan.

ABSTRACT

This article aims to describe the evolution of assistive technology, including lidar-based maps for mobility blind navigation. This technology serves as a barrier against the difficulties faced by the blind when doing mobility tasks in areas without easily accessible mobility. The ADDIE development method is used in sensor-based mapping projects that cover analysis, design, development, implementation, and evaluation. The development of assistive technology produced a prototype based on lidar sensor technology that was enhanced with a webcam using a Raspberry Phi 4. This map can accurately depict areas and depict nearby obstacles. The device is then outfitted with a webcam camera that uses voice guidance to go to the destination room while reading the QR Code as a direction indicator. The simplified distance units and steps are easily understandable for visually impaired individuals. Based on conducted studies, lidar sensor-based maps have proven to be an excellent tool for blind people requiring interior navigation.



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, This license lets others remix, tweak, and build upon your work even for commercial purposes, as long as they credit you and license their new creations under the identical terms ©2018 by author and Universitas Negeri Padang.

Corresponding Author:

Arisul Mahdi
Fakultas Ilmu Pendidikan Unibersitas Negeri padang
Email: arisulmahdi@fip.unp.ac.id

Pendahuluan

Mata merupakan indra penglihatan pada manusia. Manusia dapat memperoleh informasi sebanyak 80% hanya dengan melihat (Kumasela et al., 2013). Melalui penglihatan, seseorang dapat mengamati dan mengetahui segala sesuatu dengan lebih akurat. Semua informasi yang tersaji

dimuka bumi ini, semuanya bersifat visual yang dikombinasikan dengan lambang bunyi (suara dan penamaan benda atau aktivitas tertentu). Sehingga, jika seseorang mengalami kerusakan pada organ mata atau memiliki hambatan dalam proses penglihatannya, berarti juga kehilangan 80% modalitas penerimaan informasinya.

Hal ini yang dihadapi oleh kelompok masyarakat yang disebut dengan tunanetra. Mereka merupakan individu yang memiliki kerusakan pada organ mata atau tidak berfungsinya sistem penglihatan yang mengakibatkan hambatan dalam menerima dan memproses informasi yang bersifat visual. Ada tiga keterbatasan yang dialami tunanetra yaitu keterbatasan dalam lingkup keberagaman pengalaman, keterbatasan berinteraksi dengan lingkungan dan keterbatasan berpindah tempat (Utomo, 2021).

Kehilangan indera penglihatan berarti kehilangan saluran informasi visual (Panggabean & Ati, 2019). Kemudian juga berdampak pada ketidakmampuan dalam menyampaikan informasi yang diterima untuk kemudian dipersepsi dan diolah di otak (Maslahah & Suharsimi, 2018). Dampak yang paling dirasakan bagi penyandang tunanetra adalah berkurang atau hilangnya kemampuan orientasi mobilitas. Orientasi merupakan kemampuan seseorang memahami lingkungan, sedangkan mobilitas adalah kemampuan seseorang berpindah dari satu tempat ke tempat lainnya (Ermayuni & Fatmawati, 2019), terlebih ketika mereka berada di lingkungan yang baru (Milati, et al, 2019). Sehingga mereka memerlukan teknik maupun alat bantu yang mengarah kepada usaha untuk menghilangkan atau meniadakan batas-batas yang menjadi hambatan pada tunanetra dalam orientasi mobilitasnya.

Beberapa alternatif dalam mengatasi hal tersebut telah dilakukan seperti menggunakan *guide* yang mengandalkan orang lain atau bantuan hewan yang terlatih. Selain itu juga disediakan tongkat khusus bagi tunanetra, namun hal ini tentunya membutuhkan kemampuan dalam orientasi ruang dan mental yang baik. Kemudian juga dikembangkan implementasi tongkat berbasis teknologi yang dapat mendeteksi kondisi jalan yang akan dilalui melalui sensor untuk mendeteksi benda. Tongkat ini berbasis sensor ultrasonik dengan memanfaatkan arduino uno. Kemudian juga ada yang mengembangkan teknologi bantu berupa kamera dengan output suara yang dapat memberikan gambaran yang lebih kompleks tentang kondisi lingkungan di sekitarnya. Namun, upaya tersebut masih memiliki satu keterbatasan utama, yaitu tidak bisa membawa tunanetra ini keluar dari kerumunan seperti ketika berada di lingkungan pasar atau antrian di pusat perbelanjaan maupun di tempat fasilitas umum. sehingga mereka sering kebingungan untuk mengambil keputusan terkait arah yang harus mereka tuju. Salah satu solusi lain yang digunakan adalah *google maps*, yang mampu mengarahkan seseorang untuk mencapai tujuan yang ingin dicapai. Berdasarkan wawancara, penggunaan *google maps* belum bisa digunakan untuk didalam rangan/Gedung. Kemudian juga belum dapat mendetailkan jarak yang harus ditempuh oleh seseorang untuk mencapai tujuannya (satuan jarak menggunakan ratusan dan puluhan meter), karena tidak ada kejelasan detail meter/langkah yang harus dia tempuh. Hal ini bersifat abstrak dan sulit untuk diimplementasikan oleh tunanetra.

Kelemahan-kelemahan ini tentunya membuka peluang untuk menciptakan teknologi bantu bagi tunanetra dalam melakukan mobilitasnya. Salah satu teknologi yang dapat dikembangkan adalah teknologi bantu berbasis sensor lidar. Prosedur kerja maps berbasis lidar untuk navigasi tunanetra mengandalkan kemampuan sensor lidar yang berfungsi sebagai pemetaan dan pembaca kondisi ruangan yang kemudian akan memberikan informasi mengenai jalur yang aman untuk dilalui. Kemudian teknologi ini juga dibekali dengan kamera yang berfungsi sebagai pembaca QR code yang disediakan pada setiap persimpangan jalan agar memberikan navigasi tentang arah yang harus ditempuh untuk mencapai tujuan. informasi dari sensor lidar dan kamera akan diproses oleh raspberry phi untuk memilih dan memberikan output perintah berupa suara yang akan

mengarahkan tunanetra untuk mencapai titik tuju yang telah ditentukan dengan satuan jarak menggunakan ukuran langkah manusia dewasa. Spesifikasi dari poduk yang dihasilkan berupa 1) kemampuan pemetaan ruang dilakukan oleh sensor lidar yang dapat membaca positioning dan kondisi ruang yang berfungsi untuk database peta ruang dan jalur yang dapat dilalui. 2) input maupun *output navigator* berupa suara yang memudahkan tunanetra. 3) dibekali dengan kamera yang dapat melakukan scan QR code sebagai penunjuk jalur yang dapat dilalui. 4) satuan jarak yang digunakan dalam navigasi menggunakan satuan langkah kaki orang dewasa.

Metode

Pengembangan teknologi bantu maps berbasis sensor lidar untuk navigasi mobilitas tunanetra melalui tahapan riset dan development (R & D). Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode ADDIE yang memiliki 5 tahapan yaitu; analisis (analyze), desain (design), Pengembangan (development), pelaksanaan (implementation), dan evaluasi (evaluation) (Hidayat & Nizar, 2021). Pada metode ADDIE ini tahapan pengembangannya memiliki evaluasi pada setiap tahapannya, sehingga dapat memastikan bahwa pengembangan bekerja sesuai dengan desain yang telah di buat. Tahap pertama melakukan analisis kebutuhan pengembangan maps berbasis lidar melalui literatur review dan observasi. Tahap kedua membuat desain maps berbasis lidar. Tahap ketiga pengembangan melalui a) Perakitan prototipe maps berbasis lidar, b) Ujicoba sistem operasi dari maps berbasis lidar, c), Validasi kepraktisan maps berbasis lidar, dan d) Ujicoba pada pengguna yaitu mahasiswa tunanetra. Keempat implementasi maps berbasis lidar untuk navigasi tunanetra. Tahap kelima, melakukan evaluasi terhadap implementasi maps berbasis lidar.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pengembangan maps ini bertujuan untuk membantu memperluas aksesibilitas bagi tunanetra dalam melakukan orientasi dan mobilitas di dalam ruangan. Maps ini menjadi jawaban dari keterbatasan google maps yang tidak dapat menjangkau navigasi di dalam ruangan atau Gedung dan bangunan, terutama pada bangunan sebagai pusat layanan dan aktifitas masyarakat. Karena pada kenyataannya, masih banyak bangunan public yang memiliki aksesibilitas yang memadai, salah satunya guiding blok di dalam ruangan.

Pengembangan maps berbasis sensor lidar untuk navigasi tunanetra dilakukan melalui tahapan analisis kebutuhan pengembangan maps berbasis lidar, membuat desain maps berbasis lidar, perancangan dan pengembangan maps berbasis lidar, melakukan ujicoba dan implementasi maps berbasis lidar, dan melakukan evaluasi terhadap proses riset, pengembangan dan implementasi maps berbasis lidar untuk navigasi tunanetra. Hasil penelitian diuraikan sebagai berikut:

1. Analisis

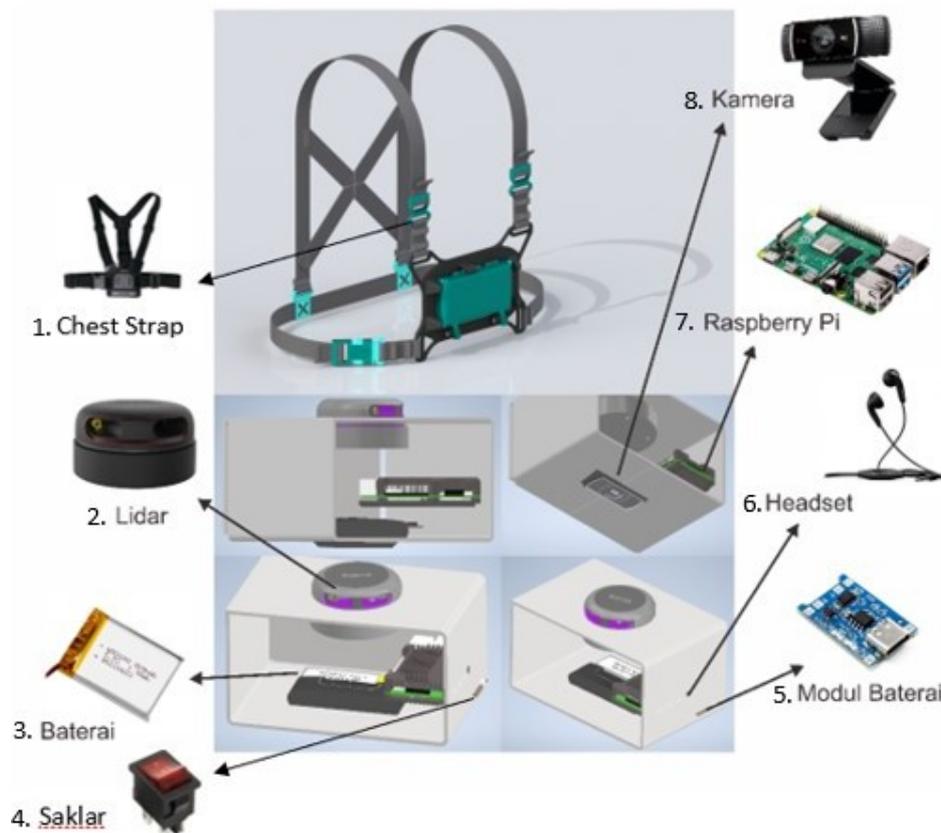
Permasalahan utama dari tunanetra adalah kehilangan penglihatan yang berarti kehilangan modalitas utama dari penerimaan informasi dalam kehidupan. Setiap informasi yang tersaji di dunia ini, semuanya bersifat visual yang kemudian baru bisa dikonversi kedalam informasi yang bersifat suara (lambang bunyi/bahasa). Akibat dari kehilangan input utama dari informasi, berdampak pada kemampuan mereka dalam melakukan orientasi (pemahaman terhadap ruang) yang mengakibatkan terbatasnya kemampuan mobilitas (gerak) dari seorang tunanetra.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, alternatif yang digunakan berupa penggunaan guide atau pemandu (baik manusia maupun hewan yang terlatih). Kemudian yang kedua, penggunaan tongkat yang berguna untuk mendeteksi kondisi jalan yang akan dilalui. Sampai saat ini, inovasi yang dilakukan untuk membantu tunanetra adalah pengembangan dari tongkat

berbasis teknologi. Seperti pemasangan sensor untuk pendeteksi keberadaan benda atau kondisi permukaan jalan yang akan dilalui. Kemudian juga ada pengembangan kamera yang terintegrasi dengan output suara sebagai navigasi untuk mengarahkan tujuan tunanetra. Terbaru, juga ada pengembangan tongkat digital yang didalamnya ditanamkan sensor lidar untuk mendeteksi kondisi lingkungan sekitar.

Berdasarkan survei yang dilakukan, pengembangan teknologi tersebut secara nyata dapat membantu mobilitas tunanetra. Akan tetapi belum dapat diandalkan sebagai navigasi ketika tunanetra berada dalam kerumunan, sehingga alat bantu tersebut tidak dapat memberikan perintah arah yang harus diambil oleh tunanetra. Maka dari itu kami merancang teknologi bantu maps berbasis sensor lidar dengan spesifikasi dihasilkan berupa 1) kemampuan pemetaan ruang dilakukan oleh sensor lidar yang dapat membaca positioning dan kondisi ruang yang berfungsi untuk database peta ruang dan jalur yang dapat dilalui. 2) input maupun *output navigator* berupa suara yang memudahkan tunanetra. 3) dibekali dengan kamera yang dapat melakukan scan QR code sebagai penunjuk jalur yang dapat dilalui. 4) satuan jarak yang digunakan dalam navigasi menggunakan satuan langkah kaki orang dewasa.

2. Design



Gambar 1. Desain 3D maps berbasis lidar

Gambar 1 merupakan desain *smart maps* berbentuk 3D dengan bentuk gambar beberapa komponen yang digunakan. Pada alat *smart maps* terdapat beberapa komponen diantaranya tombol saklar On/Off, *earphone/headset*, modul baterai, *raspberry pi*, kamera, *RP lidar*, dan baterai.

Keterangan itemnya secara detail dijabarkan sebagai berikut:

a. Chest Strap

Berfungsi untuk untuk pemegang atau membawa alat *smart maps* selama melakukan pengujian alat

b. LiDar

Berfungsi untuk menghasilkan gambar map ruangan yang dapat dimanfaatkan sebagai set point ruangan yang akan dituju. Selain itu itu digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi objek yang ada pada sekitar pengguna

c. Baterai

Fungsi baterai melibatkan penyediaan sumber daya listrik portabel atau cadangan untuk berbagai perangkat khususnya pada *smart maps*

d. Saklar

Saklar, atau sering disebut sebagai switch, adalah perangkat elektrikal yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran listrik dalam suatu rangkaian listrik. Pada hal ini, saklar digunakan untuk menghidupkan sumber aliran listrik yang ada pada baterai

e. Modul Baterai

Modul baterai adalah perangkat elektronik yang dirancang untuk mengelola dan mengontrol daya pada baterai. Fungsi utama modul baterai melibatkan pemantauan dan perlindungan baterai, serta pengelolaan daya yang masuk dan keluar dari baterai. Pada hal ini, modul baterai digunakan untuk mengatur daya listrik yang masuk pada saat proses charger pada baterai

f. Headset/earphone

Headset atau earphone adalah perangkat audio yang dikenakan di kepala atau dimasukkan ke dalam telinga untuk mendengarkan suara dari perangkat audio seperti ponsel, komputer, atau pemutar music. Pada hal ini, earphone digunakan sebagai penyampai informasi dari output suara yang ada pada raspberry pi.

g. Raspberry Pi

Berfungsi sebagai otak dari pada alat untuk mengolah program dan menjalankan proses mapping dan rintangan sekitar pengguna yang di proses dari lidar, selain itu untuk menyampaikan informasi berupa output suara ke earphone.

h. Kamera Webcam

Webcam (kamera web) adalah perangkat input video yang dapat terhubung ke komputer atau perangkat lain dan digunakan untuk menangkap video atau gambar secara real-time. Pada hal ini, web cam digunakan untuk membaca gambar barcode yang berisi setpoint posisi pengguna, dan arah pada setiap ruangan yang akan ditelusuri

3. Pengembangan

Pada tahap pengembangan maps berbasis lidar untuk navigasi tunanetra dilakukan melalui langkah berikut:

a. Tahap Desain dan Mekanik

- 1) Membuat gambaran dalam bentuk 3D desain kerangka box untuk menyimpan komponen yang digunakan, selain itu komponen juga disesuaikan ukuran dengan bentuk aslinya.
- 2) Setelah membuat desain 3D, setelah itu membuat desain 2D untuk kotak untuk dilakukan cutting akrilik
- 3) Assembly kotak yang telah di cutting akrilik untuk disesuaikan dengan posisi dari masing-masing komponen yang digunakan

- 4) Rakit dan koneksikan komponen yang digunakan, seperti raspberry pi, lidar, modul baterai, buck converter, baterai, saklar, card audio jack dan beberapa pengkabelan untuk koneksi dari alat.
- 5) Setelah proses rangkaian tersambung, hidupkan alat dengan dengan melakukan pengujian, apakah alat hidup dan berfungsi dengan sesuai program
- 6) Pasang ches strap ke badan pengguna sebagai penyangga/ penopang alat untuk digunakan selama pengujian berlangsung

b. Tahap pembuatan program

- 1) Install IOS ubuntu pada raspberrypi pada kartu memori
- 2) Setelah IOS terinstall, install system ROS pada ubuntu raspberrypi
- 3) Selain proses penginstallan pada raspberrypi, lakukan penginstallan IOS ubuntu pada perangkat laptop/PC menggunakan virtual box
- 4) Setelah laptop/PC terdapat IOS ubuntu pada virtual box, komunikasin raspberry pi dengan laptop/PC dengan cara mengkoneksikan menggunakan satu akses point
- 5) Install beberapa software pendukung untuk membuat program dan menjalankan program, seperti software visual studio code, ROS, Rviz, dll.
- 6) Setelah proses penginstallan selesai, lakukan proses mapping menggunakan RPLidar yang telah diprogram
- 7) Setelah diperoleh hasil gambar mapping ruangan, lakukan set point untuk diolah pada raspberry pi.
- 8) Selain pembuatan program untuk mapping set point posisi dan ruangan pada lidar, pembuatan program juga dilakukan untuk proses pembacaan barcode yang diolah dari kamera ke raspberry pi
- 9) Masukkan beberapa output suara yang digunakan untuk informasi ke pengguna terkait posisi dan arah ruangan yang mau ditelusuri

4. Ujicoba, Implementasi dan evaluasi

Pengujian maps berbasis lidar untuk navigasi mobilitas tunanetra dilakukan pada bangunan Dekanat Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Negeri Padang. Ujicoba dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

a. Uji keberhasilan sistem operasi maps berbasis lidar

Tabel 1. Keberhasilan Pengujian alat smart maps

Pengujian	Uji Coba 1	Uji Coba 2	Uji Coba 3
Sensor Lidar	Berhasil	Berhasil	Berhasil
Webcam	Belum Berhasil	Berhasil	Berhasil
Output Suara (Earphone)	Belum Berhasil	Belum Berhasil	Berhasil

Berdasarkan pada table 1 keberhasilan pengujian alat smart maps, uji coba 1 menunjukkan keberhasilan sensor lidar dalam melakukan mapping dan deteksi sekitar ruangan. Namun pada web cam telah dapat aktif untuk memabaca barcode, akan teapi responnya sangat lama dan masih terdapat erorr. Sedangkan pada earphone tidak ada

respon sama sekali pada saat melakukan pembacaan gambar barcode berupa set point, maupun menuju ruangan yang ingin ditelusuri.

Uji coba 2 pengujian lidar masih sama dengan pengujian pertama yang masih berfungsi secara baik. Begitupun pada web cam yang sebelumnya pada uji coba 1 belum dapat membaca barcode, pada uji coba 2, web cam sudah mulai merespon dalam membaca gambar barcode yang berisi kode terhadap set point atau ruangan yang akan ditelusuri akan tetapi masih terdapat delay yang lama. Namun pada earphone masih belum dapat berfungsi karena ada beberapa kendala pada program dan settingan pada raspberry pi.

Uji coba 3 menunjukkan pengujian lidar masih tetap berfungsi dengan baik, sama halnya dengan pengujian 1 dan 2. Untuk deteksi web cam sudah berfungsi dengan baik sama halnya dengan pengujian 2. Akan tetapi pada pengujian 3 ini pembacaan respon pada kamera untuk memproses gambar barcode sudah mulai membaik khususnya pada respon time atau delay yang tidak terlalu lama. Sedangkan pada pengujian earphone menunjukkan respon yang baik dan output suara yang dikeluarkan jelas, serta dapat mengarahkan pengguna dalam menelusuri ruangan yang akan ditelusuri.

b. Uji penggunaan pada orang awas dan tunanetra

Pengujian tahap kedua dilakukan kepada mahasiswa tunanetra di kampus Universitas Negeri Padang. Pengujian ini menekankan pada utilisasi dan kepraktisan penggunaan maps berbasis lidar sebagai navigasi tunanetra di dalam Gedung/bangunan. Teknik yang digunakan dalam proses uji coba yaitu tes perbuatan.

Tunanetra diminta untuk berjalan ke ruangan yang akan dituju. Dalam hal pengujian awal ini, terdapat pilihan 2 ruangan yang akan ditelusuri. Set poin posisi awal pengguna terdapat pada posisi home yang terdapat persimpangan untuk menuju 2 buah ruangan yang ditelusuri. Untuk melihat hasil pengujian. Pengguna diminta untuk menekan tombol button yang terdapat 3 tombol diantaranya, tombol pertama berwarna biru untuk posisi home, tombol kedua berwarna merah untuk menuju ruangan A, dan tombol ketiga berwarna hijau untuk menuju ruangan B. Ketika pengguna menekan tombol merah untuk menuju ke ruangan A, pertama pengguna akan diminta untuk melangkah sesuai dengan arahan yang dihasilkan dari earphone. Untuk menuju ruangan tersebut terdapat simpang yang ditandai dengan barcode yang terdapat dibawah/lantai. Begitupun untuk menuju ruangan B. Keberhasilan penggunaan alat dilihat dari seberapa realtime kamera membaca gambar barcode, seberapa akurat sensor lidar untuk membaca kondisi/rintangan pada sekitar. Hasil ujicoba ini menunjukkan bahwa tunanetra mampu menggunakan maps berbasis lidar untuk menuju ruangan tersebut secara mandiri

c. Penerapan

Penerapan teknologi bantu maps berbasis lidar dilakukan secara terbatas pada dua orang mahasiswa tunanetra di departemen Pendidikan luar biasa. Penerapan ini masih terbatas, mengingat prototipe yang dibuat hanya satu dan harus dipakai bergantian. Hasil penerapan digambarkan dalam beberapa aspek yang dinilai berikut:

Tabel 2. Hasil penerapan

No	Indikator yang dinilai	Hasil	
		Mahasiswa A	Mahasiswa B
1.	Keergonomisan prototype	Iya	Iya
2.	Kemudahan penggunaan	Iya	Iya
3.	Efektifitas sensor kamera dalam membaca QR Code	Cukup	Cukup
4.	Efektifitas lidar dalam membaca obstacle	Iya	Iya
5.	Kualitas output suara sebagai pemandu arah	Cukup	Cukup
6.	Efektifitas prototype dalam membantu dalam mencapai ruangan yang dituju	Iya	Iya

Berdasarkan hasil diatas, dapat disimpulkan bahwa penggunaan maps berbasis lidar efektif dalam membantu navigasi dan mobilitas tunanetra di dalam bangunan yang tidak memiliki guiding block. Adapun hal yang perlu dioptimalkan dalam penyempurnaan protptype ini terletak pada input dan output suara sebagai navigator dalam mobilitas. Kemudian juga terkait dengan kemampuan kamera dalam membaca QR code yang digunakan sebagai milestone untuk mencapai tujuan berikutnya.

d. Evaluasi

Berdasarkan hasil ujicoba yang dilakukan, maps berbasis lidar efektif digunakan sebagai navigasi tunanetra dalam melakukan mobilitas di dalam Gedung/bangunan. Meski demikian, maps ini masih memiliki keterbatasan dari segi kecepatan kamera dalam membaca QR code yang menjadi milestone perintah navigasi berikutnya.

Kesimpulan

Maps berbasis sensor lidar yang dikembangkan untuk membantu navigasi mobilitas tunanetra didalam ruangan dirancang berdasarkan permasalahan orientasi mobilitas tunanetra yang sering mengalami kesulitan Ketika menuju ruangan tertentu di dalam bangunan. Maps yang didisain dan dikembangkan dapat membantu mobilitas tunanetra di dalam ruangan, karena dibekali dengan keunggulan 1) kemampuan pemetaan dari sensor lidar yang bersifat realtime, sehingga bisa memetakan jalur yang akan dilalui dan juga obstacle yang ditemui. 2) ditunjang dengan penggunaan QR code sebagai penunjuk jalan/milestone tujuan yang dibaca oleh kamera webcam yang terintegrasi pada maps ini. 3) dilengkapi dengan output suara dan menggunakan satuan langkah sebagai satuan jarak yang harus ditempuh. Berdasarkan hasil ujicoba yang dilakukan, maps ini efektif dalam membantu navigasi mobilitas tunanetra di dalam ruangan. Kedepannya, pengembangan maps berbasis lidar ini berupa pengembangan aplikasi yang dapat diakses menggunakan smartphone, sehingga maps ini menjadi lebih portable.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih penulis ucapkan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi, Direktorat Jenderal Pembelajaran dan Kemahasiswaan sebagai pemberi bantuan pengembangan teknologi bantu. Universitas Negeri Padang yang telah mensupport

pengembangan teknologi bantu. Departemen Pendidikan Luar Biasa dan Pusat Layanan Disabilitas Universitas Negeri Padang yang memberikan ruang untuk pengembangan dan implementasi teknologi bantu ini.

Daftar Rujukan

- Campbell, S., O'Mahony, N., Krpalcova, L., Riordan, D., Walsh, J., Murphy, A., & Ryan, C. (2018). Sensor technology in autonomous vehicles: A review. *2018 29th Irish Signals and Systems Conference (ISSC)*, 1–4.
- Ermayuni, A., & Fatmawati, F. (2019). Peranan teman sebaya dalam orientasi dan mobilitas lingkungan sekolah pada siswa tunanetra di SMKN 7 Padang. *Jurnal Penelitian Pendidikan Khusus*, 7(1), 190–197.
- Hidayat, F., & Nizar, M. (2021). Model Addie (Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation) Dalam Pembelajaran Pendidikan Agama Islam. *Jurnal Inovasi Pendidikan Agama Islam (JIPAI)*, 1(1), 28–38. <https://doi.org/10.15575/jipai.v1i1.11042>
- Kran, B. S., Lawrence, L., Mayer, D. L., & Heidary, G. (2019). Cerebral/cortical visual impairment: a need to reassess current definitions of visual impairment and blindness. *Seminars in Pediatric Neurology*, 31, 25–29.
- Kumasela, G. P., Saerang, J. S. M., & Rares, L. (2013). Hubungan waktu penggunaan laptop dengan keluhan penglihatan pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas SamRatulangi. *EBiomedik*, 1(1).
- Maslahah, S., & Suharsimi, T. (2018) Pengaruh aplikasi color detector for blind on based android (CODA) terhadap pengenalan warna bagi penyandang tunanetra di Yogyakarta. *JPK (Jurnal Pendidikan Khusus)* 14, No. 1 (2018): 35-45
- Milati, N., Amilya, W., Santoso, R, B., & Handoyo, R, R (2019). Intelegent Stick for Blind (Instisblind) Inovasi Alat Bantu Mobilitas Pencegahan Kebisingan Hujan Untuk Meningkatkan Kemandirian Penyandang Tunanetra. *Jurnal Edukasi Elektro*, 3(1).
- Nugraha, R. A. S., Arifin, D. M., Satyawan, A. S., Asysyakuur, M. I., Nufus, N., Santi, N. N. A. M., & Habibi, A. (2021). Pengembangan Software Aplikasi Pendeteksian Objek Berbasis LiDAR (Light Detection and Ranging) (Development of Lidar-Based Object Detection Software). *Prosiding Seminar Nasional Sains Teknologi Dan Inovasi Indonesia (SENASTINDO)*, 3, 73–82.
- Panggabean, T. Y. S., & Ati, S. (2019). Evaluasi Jaws (Job Access With Speech) Screen Reader untuk Akses Informasi Tunanetra di Yayasan Komunitas Sahabat Mata Semarang. *Jurnal Ilmu Perpustakaan*, 6(3), 701–710.
- Putra, I. (2016). Sistem Kerja Sensor Laser pada LIDAR. *J. Media Komun. Geogr*, 17(1), 59– 70.
- Ramadhan, A. F., Putra, A. D., & Surahman, A. (2021). Aplikasi Pengenalan Perangkat Keras Komputer Berbasis Android Menggunakan Augmented Reality (Ar). *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi*, 2(2), 24–31.
- Utomo, U. (2021). *Keterampilan Orientasi Mobilitas (OM) bagi Tunanetra*.
- Widayati, Y. T. (2017). Aplikasi Teknologi Qr (Quick Response) Code Implementasi Yang Universal. *KOMPUTAKI*, 3(1).