

Metoda *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk Pendeteksi Tangga pada Alat Pemandu Arah bagi Penyandang Tunanetra

Convolutional Neural Network Method for Stairs Detection in Directional Guidance Devices for Visually Impaired Persons

Nadaa Resti Fauziyya, Tri Rahajoeningroem

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Komputer Indonesia Jl. Dipati ukur No 112, Bandung
Email : Nadaarestif@mahasiswa.unikom.ac.id

Abstrak - Alat indra merupakan hal yang penting bagi kehidupan manusia. Salah satunya, yaitu mata sebagai indra penglihatan. Manusia yang memiliki keterbatasan dalam indra penglihatan dapat disebut penyandang tunanetra. Penyandang tunanetra akan mengalami kesulitan apabila harus berjalan tanpa mengetahui kondisi sekitar, termasuk ada tidaknya sebuah tangga. Alat pemandu arah bagi penyandang tunanetra ini, dapat memandu arah dan memberi informasi kepada penyandang tunanetra melalui suara. Alat ini juga dapat memberi peringatan kepada penyandang tunanetra apabila terdapat sebuah tangga. Metode yang digunakan untuk dapat mendeteksi tangga, yaitu metode *convolutional neural network* (CNN). Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan untuk mendeteksi tangga dengan menggunakan metode cnn ini, alat ini berhasil mendapatkan akurasi rata-rata sebesar 93%.

Kata kunci : tunanetra, ultrasonik, pemandu arah, tangga, *convolutional neural network* (CNN).

Abstract - The senses is essential for human life. One of them, namely the eye as a sense of sight. Humans who have limitations in the sense of sight can be called blind. Blind people will have trouble if they have to go without knowing the ambient conditions, including the presence or absence of a stairs. This directional guide for blind people can guide directions and provide information to blind people through voice. This tool can also warn blind people if there is a stairs. The method used to detect stairs is the *convolutional neural network* (CNN) method. Based on the results of tests that have been carried out to detect stairs using the CNN method, this tool manages to get an average accuracy of 93%.

Keyword : blind, ultrasonic, directional guidance, stairs, *convolutional neural network* (CNN).

I. PENDAHULUAN

Alat indra adalah alat-alat tubuh yang berperan penting bagi manusia karena mempunyai fungsi untuk mengenal atau mengetahui keadaan luar. Manusia memiliki 5 alat indra, yang biasa disebut dengan panca indra. Salah satu dari 5 panca indra yang dimiliki manusia yaitu indra penglihatan. Mata adalah indra penglihatan manusia, jika seseorang yang mengalami gangguan pada indra penglihatannya disebut dengan tunanetra. Seseorang penyandang tunanetra mengalami keterbatasan dalam menjalankan kehidupan sehari-hari. Salah satu keterbatasan yang dialami oleh penyandang tunanetra yaitu dalam hal mobilitas atau pergerakan. Keterbatasan mobilitas pada penyandang tunanetra ini, yaitu kesulitan untuk mengenali arah dan keadaan lingkungan, yang

menyebabkan terbatasnya pergerakan dalam berpindah tempat. Sehingga, diperlukan suatu alat yang dapat membantu dalam mengatasi kesulitan tersebut.

Alat pemandu arah yang ini menggunakan metoda *Convolutional Neural Network* (CNN) klasifikasi gambar untuk dapat mendeteksi tangga. CNN merupakan model yang banyak digunakan untuk pemrosesan gambar dan computer vision. CNN dapat digunakan pada berbagai tugas visual, seperti: segmentasi gambar [1], pengambilan gambar [2], pembuatan teks gambar [3], pengenalan wajah [4], dan lain sebagainya. Model dasar CNN, memiliki struktur yang terdiri dari tiga jenis lapisan [5]. Adapun contoh penggunaan CNN yaitu pada perancangan sistem *home automation* dengan kendali perintah suara [6]

A. Latar Belakang

Pada umumnya, alat bantu yang digunakan oleh penyandang tunanetra saat ini adalah tongkat. Jika tidak menggunakan tongkat, penyandang tunanetra biasanya didampingi oleh pendamping yang memiliki penglihatan normal. Adapun tunanetra yang tidak menggunakan tongkat dengan alasan karena merasa malu, salah arah, pergerakannya menjadi lambat atau terhambat, dan merasa tidak nyaman saat menggunakan tongkat [1][2].

Adanya sebuah tangga pada fasilitas umum atau gedung bertingkat saat ini sudah menjadi hal yang lumrah. Akan menjadi berbahaya apabila alat bantu untuk penyandang tunanetra tidak bisa mendeteksi adanya sebuah tangga. Oleh karena itu, alat bantu pemandu arah untuk penyandang tunanetra yang akan dibuat adalah pengembangan dari penelitian sebelumnya yaitu alat pemandu arah yang dapat mendeteksi adanya tangga. Alat bantu pemandu arah untuk penyandang tunanetra menggunakan sensor ultrasonik dan kamera, dengan output berupa suara yang akan memandu kemana penyandang tunanetra harus bergerak ketika ada objek yang menghalangi.

B. Tinjauan *State of Art*

Penyandang tunanetra memiliki keterbatasan dalam bergerak yang menyebabkan mereka memerlukan alat bantu. Alat bantu yang umum digunakan oleh penyandang tunanetra adalah sebuah tongkat, namun ternyata tidak semua penyandang tunanetra menggunakan tongkat dalam melakukan aktivitas atau dalam bergerak. Hal tersebut dijadikan sebuah penelitian oleh beberapa peneliti, diantaranya Affifah Azzahro dan Dedy Kurniadi yang melakukan penelitian terhadap siswa tunanetra di sebuah Sekolah Menengah Atas Luar Biasa (SMALB) [7]. Adapun Neno Azni Khamil dan Asep Ahmad Sopandi yang melakukan penelitian terhadap tunanetra di salah satu Sekolah [8]. Pada kedua penelitian tersebut menyimpulkan terdapat beberapa penyandang tunanetra yang tidak menggunakan tongkat sebagai alat bantu dalam bergerak atau beraktivitas karena berbagai alasan. Beberapa alasan tersebut meliputi; adanya rasa malu ketika menggunakan tongkat, saat menggunakan tongkat dapat menyebabkan salah arah dan menabrak, pergerakan yang menjadi lambat dan terhambat apabila menggunakan tongkat, dan adanya perasaan tidak nyaman saat menggunakan tongkat.

Sulistyo, dkk. menilai bahwa, menggunakan tongkat yang ada dipasaran menjadi kurang efektif, karena hanya dapat membaca penghalang dari satu arah [9]. Oleh karena itu, mereka merancang

sebuah tongkat yang dapat membaca penghalang dari berbagai arah secara otomatis yaitu arah kanan, arah kiri, dan arah depan. Tongkat tersebut dilengkapi dengan sensor ultrasonik serta buzzer dan motor fibrasi sebagai indikator. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi adanya sebuah objek yang menjadi penghalang. Ketika sensor mendeteksi adanya penghalang, maka akan mengaktifkan sebuah buzzer dan motor fibrasi sebagai indikator untuk penyandang tunanetra. Arah yang tidak terdapat penghalang atau arah yang harus dituju oleh penyandang tunanetra dibedakan berdasarkan durasi dari aktifnya indikator. Pada alat yang dirancang tersebut terdapat kekurangan, yaitu alat tersebut masih menggunakan sebuah tongkat.

Dede Samsudin merancang sebuah alat penuntun arah untuk penyandang tunanetra tanpa sebuah tongkat. Alat tersebut dipasang pada tubuh penyandang tunanetra. Alat penuntun arah ini, menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi adanya objek yang menghalangi. Selain menggunakan sensor ultrasonik, digunakan sensor kompas untuk mendeteksi kemana penyandang tunanetra sedang menghadap. Output dari alat ini berupa suara kemana penyandang tunanetra harus bergerak yang tidak terdapat penghalang, dan kemana penyandang tunanetra sedang menghadap. Pada alat penuntun arah untuk penyandang tunanetra dengan menggunakan sensor ultrasonik dan kamera ini memiliki kekurangan. Kekurangan pada alat ini, yaitu tidak bisa mendeteksi adanya sebuah tangga, sehingga akan dianggap sebagai sebuah penghalang atau tidak ada penghalang. Sebuah tangga yang tidak bisa terdeteksi dapat membahayakan bagi penyandang tunanetra, karena saat ini di sudah banyak sebuah fasilitas umum atau gedung bertingkat yang tentunya terdapat sebuah tangga didalamnya.

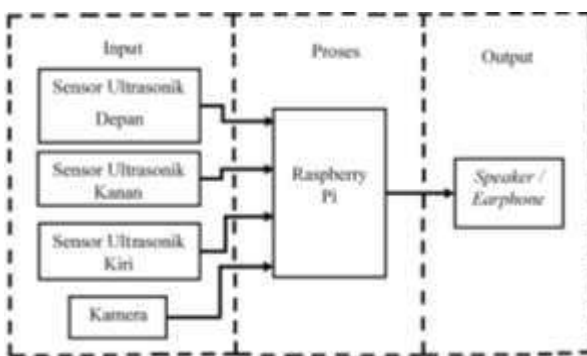
Asep Saipudin merancang sebuah alat penuntun arah untuk penyandang tunanetra tanpa sebuah tongkat. Alat yang dirancang ini sama seperti alat sebelumnya, yaitu menggunakan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi objek yang menghalangi. Selain menggunakan sensor ultrasonik, alat ini dilengkapi dengan kamera untuk mendeteksi objek apa yang menghalangi. Objek yang dapat dideteksi yaitu meja, kursi, dan lemari. Output yang dihasilkan dalam bentuk suara yang akan memberitahu kemana penyandang tunanetra harus bergerak. Sama halnya dengan alat penuntun arah yang sudah ada sebelumnya, alat ini memiliki kekurangan. Kekurangan dari alat ini yaitu, tidak bisa mendeteksi adanya tangga..

C. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini, yaitu merancang suatu alat yang dapat memandu arah untuk penyandang tunanetra tanpa sebuah tongkat. Selain itu, tujuan dirancangnya alat ini adalah untuk dapat memberikan informasi kemana harus bergerak ketika ada objek yang menghalangi dan dapat mendeteksi adanya sebuah tangga.

II. METODOLOGI

Alat pemandu arah bagi penyandang tunanetra ini, terdiri dari tiga bagian utama, yaitu input yang terdiri dari tiga buah sensor ultrasonik dan kamera, proses terdapat sebuah raspberry, dan output sebuah earphone, yang digambarkan kedalam sebuah blok diagram di **Gambar 1**. Input, berupa data yang dideteksi oleh sensor ultrasonik dan gambar yang ditangkap oleh kamera. Input tersebut kemudian diproses oleh Raspberry Pi untuk menghasilkan output yang diharapkan. Output tersebut berupa suara yang dapat didengarkan melalui sebuah *earphone*.

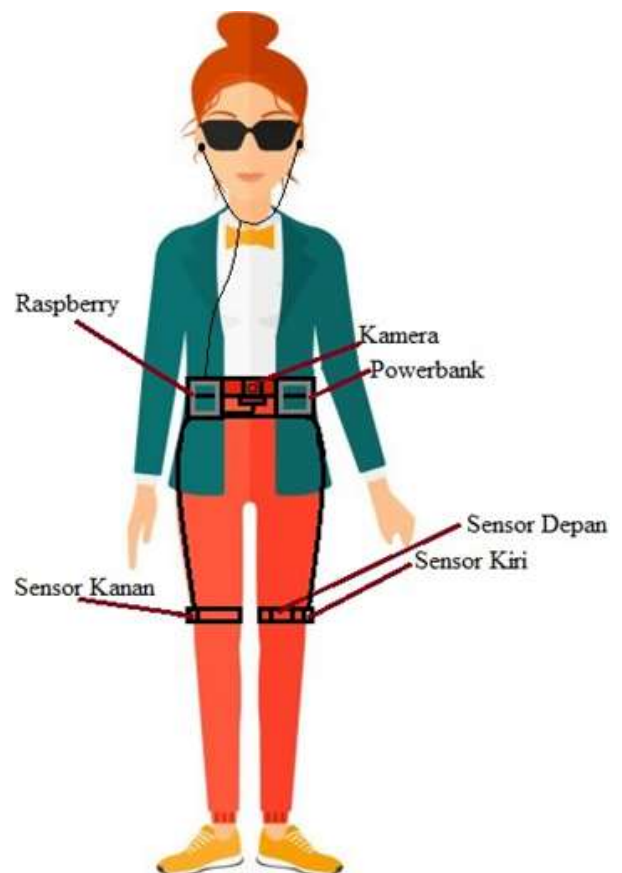


Gambar 6. Blok Diagram

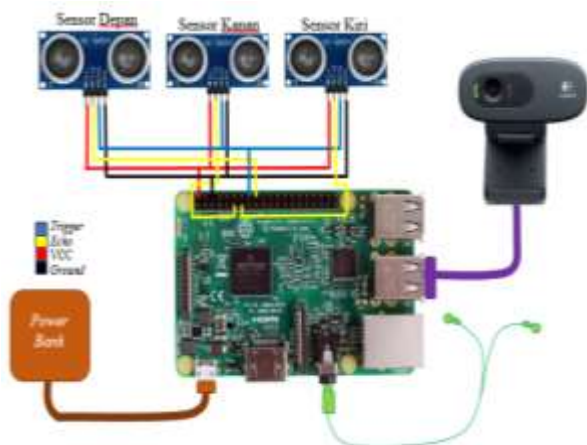
Cara kerja dari alat pemandu arah bagi tunanetra ini, yaitu sensor ultrasonik akan mendeteksi jarak pada masing-masing arah. Arah yang dimaksud yaitu, arah depan, arah kanan, dan arah kiri dari penyandang tunanetra. Apabila sensor mendeteksi jarak < 100 cm, maka dinyatakan bahwa terdapat sebuah objek yang menghalangi. Ketika sensor mendeteksi adanya objek yang menghalangi, maka akan terdapat output berupa suara. Suara yang dimaksud, yaitu suara yang memberitahu arah yang tidak terdapat objek yang menghalangi. Selain sensor ultrasonik, terdapat sebuah kamera yang digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya sebuah tangga. Ketika kamera mendeteksi adanya sebuah tangga, maka akan terdapat output berupa suara. Sebagai contoh, kamera mendeteksi adanya sebuah tangga dan sensor mendeteksi jarak pada arah depan < 100 cm. Sehingga output suara yang

dihasilkan adalah “Ada tangga, belok kanan atau kiri”. Apabila, kamera tidak mendeteksi adanya sebuah tangga dan sensor mendeteksi jarak pada arah depan < 100 cm, maka output suara yang dihasilkan adalah “Belok kanan atau kiri, halangan di depan”.

Alat pemandu arah bagi penyandang tunanetra ini ditempatkan pada tubuh penyandang tunanetra seperti di **Gambar 2**, namun penempatan alat ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Perangkat keras (Hardware) yang digunakan yaitu sensor ultrasonik dan kamera sebagai input, Raspberry Pi, power bank sebagai sumber, dan earphone sebagai output. Sensor ultrasonik yang dipakai yaitu tiga buah sensor ultrasonik HC-SR04, yang ditempatkan pada bagian depan, bagian kiri, dan bagian kanan. Raspberry yang dipakai yaitu Raspberry Pi 3. Rangkaian dari alat pemandu arah bagi tunanetra ini ditunjukkan di **Gambar 3**. Pin trigger dan echo dari sensor ultrasonik dihubungkan dengan pin GPIO pada Raspberry Pi. Kamera dihubungkan melalui port USB dan *earphone* dihubungkan melalui jack audio-visual Raspberry Pi.



Gambar 7. Gambaran Penempatan Alat

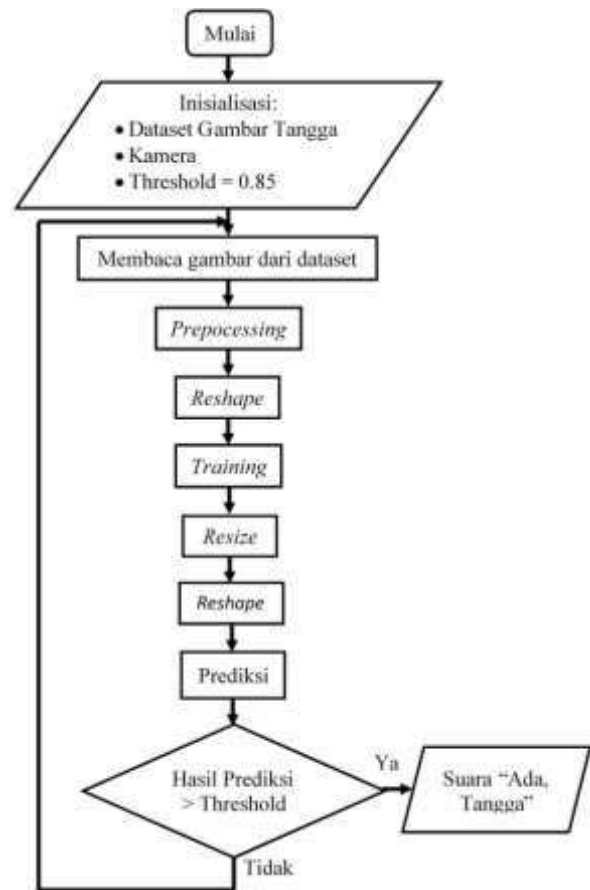


Gambar 8. Rangkaian Alat

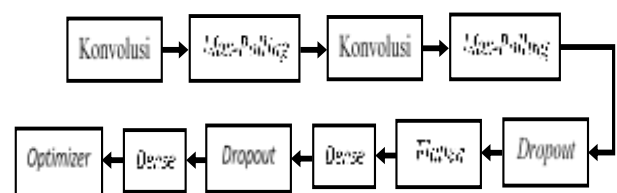
Pada alat pemandu arah bagi tunanetra ini, proses pendeteksi tangga dilakukan dengan menggunakan metoda convolutional neural network (CNN). Sebelum dapat mendeteksi sebuah tangga, langkah pertama yang dilakukan adalah dengan membuat dataset berupa kumpulan gambar dari sebuah tangga. Dataset tersebut digunakan sebagai model pelatihan untuk dapat mendeteksi objek. Setelah dataset tersedia, tahapan yang dilakukan untuk mendeteksi tangga dapat dilihat di **Gambar 4**.

Langkah pertama dalam proses pendeteksi tangga pada alat pemandu arah bagi tunanetra ini, yaitu membaca gambar dari dataset yang telah dibuat sebelumnya. Setelah gambar dari dataset berhasil terbaca, gambar tersebut kemudian melalui tahap preprocessing. Tahap preprocessing ini terbagi menjadi beberapa bagian, pertama adalah gambar yang semula berwarna, diubah ke dalam gambar keabu-abuan (grayscale). Kedua, pencahayaan di gambar dibuat menyebar secara merata dengan fungsi equalize. Tahap ketiga dari preprocessing ini, yaitu menormalkan nilai-nilai di gambar, yang semula pada nilai grayscale memiliki nilai 0 hingga 255 dibatasi menjadi nilai 0 sampai 1. Tahapan preprocessing ini digunakan untuk memudahkan proses selanjutnya.

Setelah tahap preprocessing, langkah yang dilakukan selanjutnya dalam proses pendeteksi tangga adalah proses reshape. Reshape yaitu mengubah bentuk array agar proses CNN berjalan dengan baik. Selanjutnya, sebelum masuk ke dalam proses training, gambar diperbesar atau diperkecil, diputar dan digeser untuk membuat dataset lebih beragam. Langkah selanjutnya adalah proses training, yang dilakukan untuk melatih CNN agar memperoleh akurasi yang tinggi. Proses training ini, terbagi menjadi beberapa bagian atau tahapan seperti di **Gambar 5**.



Gambar 9. Flowchart Pendeteksi Tangga



Gambar 10. Proses Training Pada Pendeteksi Tangga

Proses training yang pertama yaitu dengan menerapkan fungsi konvolusi. Konvolusi ini digunakan untuk mengekstrak fitur dari gambar. Fungsi konvolusi yang pertama, yaitu menggunakan filter 5 x 5. Setelah gambar melalui proses konvolusi, kemudian dilakukan proses polling yang digunakan untuk mereduksi ukuran gambar dan jumlah node pada lapisan selanjutnya. Fungsi polling yang digunakan, yaitu fungsi max-polling, dimana akan mengambil nilai terbesar untuk diteruskan pada lapisan berikutnya dalam bentuk matriks 2 x 2. Setelah proses max-polling, kemudian dilakukan kembali proses konvolusi. Proses konvolusi ini menggunakan filter 3 x 3. Selanjutnya kembali dilakukan proses polling dengan fungsi max-polling dalam bentuk matriks 2 x 2.

Setelah dilakukan dua kali proses konvolusi dan polling, proses selanjutnya pada proses training ini adalah menerapkan fungsi dropout. Dropout merupakan teknik regulasi yang memilih beberapa neuron secara acak untuk dibuang atau tidak digunakan. Fungsi dropout ini digunakan untuk mencegah terjadinya overfitting pada proses CNN. Overfitting adalah dimana performa pelatihan (training) lebih baik dibandingkan saat percobaan (testing). Setelah menerapkan fungsi dropout, selanjutnya adalah menerapkan fungsi flatten. Flatten digunakan untuk mengubah data polling berupa array dua dimensi menjadi data satu dimensi atau single vector. Fungsi dense adalah fungsi selanjutnya yang diterapkan setelah fungsi flatten. Fungsi dense ini, digunakan untuk menambahkan lapisan pada fully connected layer, yaitu lapisan yang menghubungkan setiap neuron. Selanjutnya adalah kembali menerapkan fungsi dropout dan dense. Proses training yang terakhir adalah menerapkan fungsi optimizer. Pada optimizer ini terdapat beberapa parameter dengan fungsinya masing-masing. Parameter yang pertama, yaitu parameter optimisasi yang digunakan untuk menentukan algoritma. Kedua, yaitu parameter loss yang digunakan untuk menentukan fungsi loss. Ketiga atau parameter terakhir dari optimizer ini, yaitu parameter matriks yang digunakan untuk menentukan performa matriks.

Tahapan selanjutnya dalam proses pendeteksi tangga setelah proses *training* adalah ukuran di gambar diubah atau di *resize*. Setelah ukuran gambar berhasil diubah, dilakukan kembali tahap reshape pada gambar. Setelah melakukan tahapan-tahapan tersebut, kamera dapat mendeteksi atau memprediksi, apakah gambar yang ditangkap menyerupai gambar yang terdapat pada dataset. Apabila hasil prediksi lebih besar dibandingkan dengan nilai *threshold* yang sudah ditentukan sebelumnya, maka dapat dinyatakan bahwa gambar yang ditangkap oleh kamera merupakan gambar sebuah tangga. Nilai *threshold* ini merupakan nilai ambang batas tingkat kepercayaan bahwa gambar yang ditangkap kamera merupakan gambar yang termasuk ke dalam dataset.

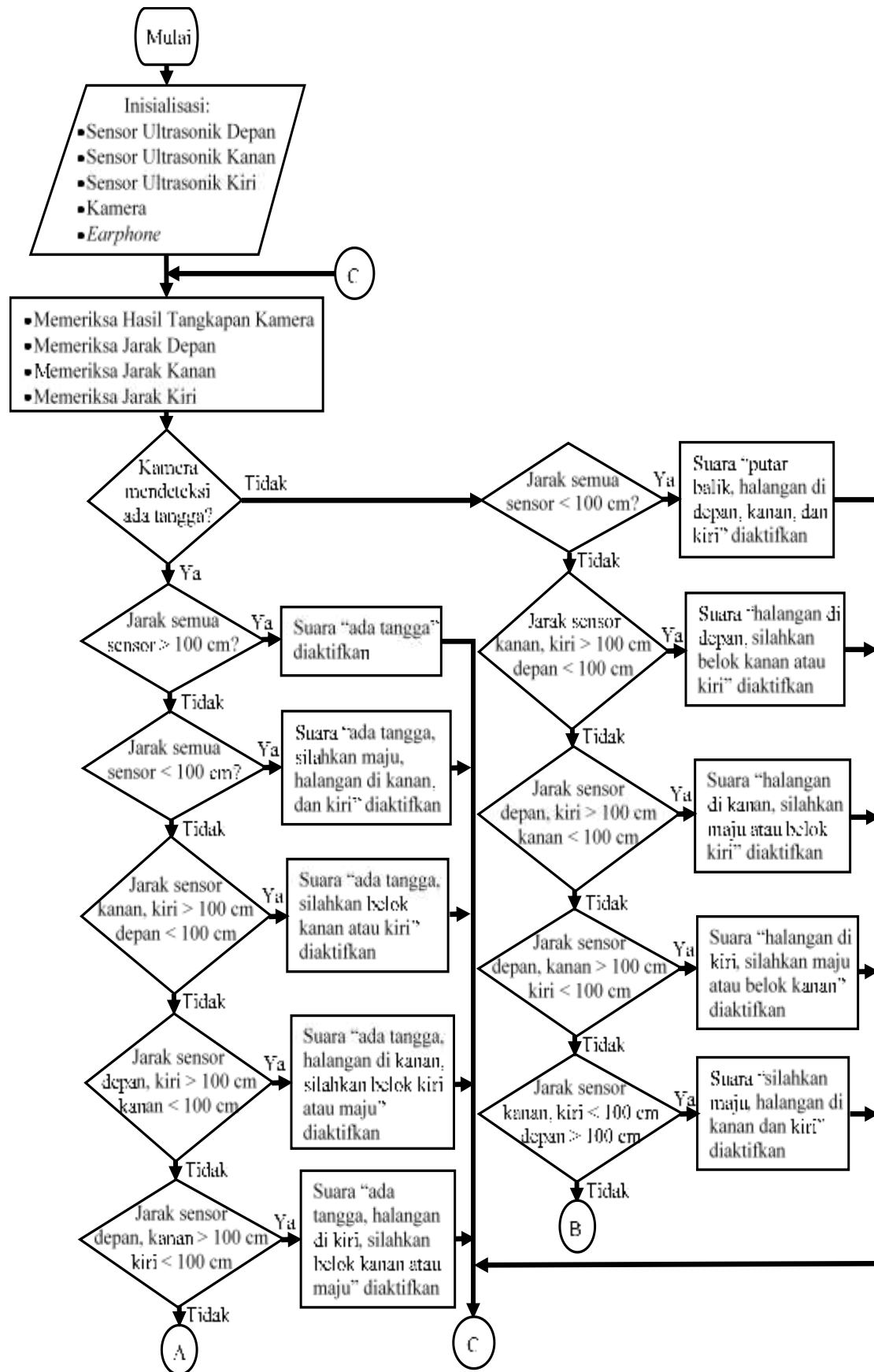
Langkah atau tahapan keseluruhan pada alat pemandu arah bagi tunanetra ini digambarkan melalui *flowchart* di **Gambar 6** dan **Gambar 7**.

Tahapan pada diagram alir alat pemandu arah bagi penyandang tunanetra ini, yaitu memeriksa jarak depan, kanan, dan kiri oleh masing-masing sensor ultrasonik. Sementara itu, kamera memeriksa keberadaan sebuah tangga. Jika sensor mendeteksi jarak > 100 cm dan ≤ 400 cm, maka arah tersebut dinyatakan tidak terdapat objek yang menghalangi dan penyandang tunanetra dapat menuju arah tersebut. Jika sensor mendeteksi jarak ≤ 100 cm, maka arah tersebut dinyatakan terdapat objek yang menghalangi dan penyandang tunanetra akan mendapatkan informasi berupa suara. Suara yang dimaksud adalah informasi arah, dimana pada arah tersebut tidak terdapat objek yang menghalangi. Jika kamera mendeteksi adanya sebuah tangga, maka penyandang tunanetra akan mendapatkan informasi berupa suara yang menyatakan bahwa terdapat sebuah tangga.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dataset tangga ini, dilakukan sebelum dapat memasuki tahap pendeteksian tangga. Dataset tangga yang dimaksud adalah dataset berisi kumpulan gambar tangga. Dataset ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu dataset untuk training dan dataset untuk validasi. Perbandingan antara dataset training dan validasi dari 100 data yang ada adalah 80:20. Data yang terdapat pada dataset validasi, digunakan untuk uji coba terhadap data yang ada pada dataset training.

Hasil dari pengujian dataset tangga ini berupa nilai loss dan akurasi dari model-model atau gambar tangga yang terdapat dalam dataset. Nilai loss dan akurasi pada pengujian dataset tangga ini, mempengaruhi terhadap hasil pendeteksian tangga. Seperti di **Gambar 8**, nilai loss yang didapatkan pada pengujian dataset tangga ini semakin menurun, baik untuk proses training maupun validasi. Nilai akurasi yang didapatkan pun semakin meningkat, baik untuk proses training maupun validasi. Hasil pengujian dataset tangga yang didapatkan, yaitu nilai loss untuk training sebesar 0.19 dan untuk loss validasi sebesar 0.12. Nilai akurasi untuk training sebesar 0.95 dan untuk akurasi validasi sebesar 0.10. Artinya, dataset tangga ini sudah memiliki akurasi yang baik untuk digunakan dalam proses pendeteksi tangga.



Gambar 11. Flowchart Bagian 1

3.		Arah Depan = 84.2 cm Arah Kanan = 65.7 cm Arah Kiri = 21.3 cm Akurasi Tangga = 0.99 atau 99%
Output Suara “Ada Tangga, Halangan di Kanan dan Kiri, Silahkan Maju”		
No.	Hasil Tangkapan Kamera	Jarak yang Terdeteksi
4.		Arah Depan = 301.2 cm Arah Kanan = 19.8 cm Arah Kiri = 389.7 cm Akurasi Tangga = 0.93 atau 93%
Output Suara “Ada Tangga, Halangan di Kanan, Silahkan Belok Kiri atau Maju”		
5.		Arah Depan = 378.7 cm Arah Kanan = 399.2 cm Arah Kiri = 398.9 cm Akurasi Tangga = 0.90 atau 90%
Output Suara “Ada Tangga”		
6.		Arah Depan = 386.8 cm Arah Kanan = 388.7 cm Arah Kiri = 97.8 cm Akurasi Tangga = 0.91 atau 91%
Output Suara “Ada Tangga, Halangan di Kanan, Silahkan Belok Kiri atau Maju”		

7.		Arah Depan = 235.8 cm Arah Kanan = 147.2 cm Arah Kiri = 64.3 cm Akurasi Tangga = 0.92 atau 92%
Output Suara “Ada Tangga, Halangan di Kiri, Silahkan Belok Kanan atau Maju”		
8.		Arah Depan = 20.6 cm Arah Kanan = 42.8 cm Arah Kiri = 43.2 cm Akurasi Tangga = 0.56 atau 56%
Output Suara “Silahkan Putar Balik, Halangan di Depan, Kanan, dan Kiri”		
9.		Arah Depan = 268.4 cm Arah Kanan = 11.6 cm Arah Kiri = 7.3 cm Akurasi Tangga = 0.43 atau 43%
Output Suara “Silahkan Maju, Halangan di Kanan dan Kiri”		
10.		Arah Depan = 121.7 cm Arah Kanan = 267.9 cm Arah Kiri = 12.5 cm Akurasi Tangga = 0.48 atau 48%
Output Suara “Halangan di Kiri, Silahkan Maju atau Belok Kanan”		

Pada hasil pengujian nomor 1 sampai 7, merupakan pengujian dimana terdapat sebuah tangga. Output suara yang dihasilkan dan diterima oleh penyandang tunanetra berupa informasi adanya sebuah tangga, serta informasi arah mana saja yang tidak terdapat penghalang dan arah yang terdapat penghalang. Informasi arah ini, ditentukan berdasarkan jarak yang terdeteksi oleh masing-masing sensor ultrasonik. Apabila terdapat sebuah tangga dan sensor arah depan mendeteksi jarak < 100 cm, maka pada arah depan tersebut tidak dinyatakan terdapat objek yang menghalangi, melainkan terdapat sebuah tangga. Pada hasil pengujian nomor 8 sampai 10, merupakan pengujian dimana tidak terdapat sebuah tangga. Output suara yang dihasilkan dan diterima oleh penyandang tunanetra, hanyalah informasi arah yang terdapat objek penghalang dan petunjuk kemana penyandang tunanetra dapat menuju.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan alat pemandu arah menggunakan sensor ultrasonik dan kamera untuk penyandang tunanetra ini, yaitu Alat ini dirancang menggunakan sensor ultrasonik dan kamera diletakkan pada tubuh penyandang tunanetra, sehingga penyandang tunanetra tidak lagi memerlukan sebuah tongkat. Berdasarkan hasil pengujian, sensor ultrasonik dapat digunakan untuk pemandu arah dengan cara membandingkan jarak yang dideteksi oleh masing-masing sensor. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi jarak, apabila jarak yang terdeteksi < 100 cm, maka dinyatakan terdapat objek yang menghalangi. Perbandingan jarak yang dideteksi oleh masing-masing sensor, akan menentukan arah mana yang terdapat objek penghalang dan kemana penyandang tunanetra harus menuju. Output dari alat ini berupa suara yang memberi informasi kepada penyandang tunanetra. Kamera digunakan untuk mendeteksi ada tidaknya sebuah tangga. Apabila akurasi yang ditangkap oleh kamera > 85%, maka dinyatakan bahwa kamera mendeteksi adanya sebuah tangga. Berdasarkan hasil

pengujian yang telah dilakukan, tangga dapat terdeteksi dengan baik oleh kamera. Akurasi rata-rata yang didapatkan dari tujuh percobaan terhadap sebuah tangga, yaitu sebesar 93%.

Alat pemandu arah menggunakan sensor ultrasonik dan kamera untuk penyandang tunanetra ini, dapat dikembangkan lebih lanjut. Adapun beberapa hal yang dapat diperhatikan, yaitu tangga yang dideteksi, dapat diperhitungkan ketinggian dan banyaknya anak tangga. Jarak tangga terhadap penyandang tunanetra perlu diperhatikan. Posisi tangga yang terdeteksi, sebaiknya di informasikan kepada penyandang tunanetra.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Farabet, C. Couprie, L. Najman, and Y. Lecun, "Learning hierarchical features for scene labeling," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 35, no. 8, pp. 1915–1929, 2013.
- [2] A. Krizhevsky and G. E. Hinton, "Using Very Deep Autoencoders for Content-Based Image Retrieval and we use these features to initialize deep autoencoders We then use a query image in a time that is independent of the size of the database .different transformations of the query image .," *Eur. Symp. Artif. Neural Networks*, no. April, pp. 489–494, 2011.
- [3] O. Vinyals, A. Toshev, S. Bengio, and D. Erhan, "Show and tell: A neural image caption generator," *Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, vol. 07-12-June, no. June 2015, pp. 3156–3164, 2015.
- [4] Y. Taigman, M. Yang, M. Ranzato, and L. Wolf, "DeepFace: Closing the gap to human-level performance in face verification," *Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, pp. 1701–1708, 2014.
- [5] Utama, J., & Biu, H. Y., "General Remote Control Based on Hand Patterns Detection Using Convolutional Neural Network.", In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 879, No. 1, p. 012104, 2020.
- [6] L. S. Ramba, "Design Of A Voice Controlled Home Automation System Using Deep Learning Convolutional Neural Network (DL-CNN)," *Telekontran J. Ilm. Telekomun. Kendali dan Elektron. Terap.*, vol. 8, no. 1, pp. 57–73, 2020.
- [7] A. Azzahro and D. Kurniadi, "Penggunaan Tongkat pada Siswa Tunanetra SMALB dalam Melakukan Mobilitas," *Jassi Anakku*, vol. 18, no. 1, pp. 19–25, 2017.
- [8] N. A. Khamil and A. A. Sopandi, "Persepsi Tunanetra terhadap Penggunaan Tongkat di SMK Negeri 7 Padang," *J. Penelit. Pendidik. Kebutuhan Khusus*, vol. 6, no. 1, pp. 78–85, 2018.
- [9] Suilstyo, M. T. Alawy, and O. Melfazen, "Tongkat Navigasi Tunanetra Berbasis Arduino Atmega 328 Menggunakan Sensor Ultrasonik," vol. 8, no. 1, 2018.
- [10] S. Carbonara and C. Guaragnella, "Efficient stairs detection algorithm Assisted navigation for vision impaired people," *INISTA 2014 - IEEE Int. Symp. Innov. Intell. Syst. Appl. Proc.*, vol. 14, no. 3, pp. 313–318, 2014.