

Alat Bantu Pendeteksi Jarak Benda bagi Penyandang Tunanetra dengan Sensor Ultrasonik dan CNN

^{1st} Vio Yusup Iskandar
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
if16.vioiskandar@mhs.ubpkarawang.ac.id

^{2nd} Jamaludin Indra
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
jamaludin.indra@ubpkarawang.ac.id

^{3rd} Ayu Ratna Juwita
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
ayurj@ubpkarawang.ac.id

Abstract— Tunanetra adalah keadaan individu yang mempunyai keterbatasan dalam fungsi indra penglihatan. Keadaan tunanetra dikelompokkan dalam dua kelompok yaitu individu yang buta total (blind) dan individu yang masih mempunyai sisa penglihatan (Low Vision). Keterbatasan tersebut menghambat tunanetra untuk melakukan kegiatan aktifitas. Untuk membantu permasalahan tersebut maka dirancanglah Alat bantu pendeteksi jarak benda bagi tunanetra. Raspberry Pi merupakan komputer berukuran kecil yang dapat dipasang sensor ultrasonik HC-SR04 yang digunakan sebagai pendeteksi estimasi jarak objek. Setelah itu akan mengeluarkan umpan balik alarm melalui buzzer. Pengolahan citra memungkinkan komputer mendeteksi objek halangan dihadapan tunanetra. Deteksi objek Convolutional Neural Network (CNN) merupakan salah satu metode untuk klasifikasi. Objek yang terdeteksi yang dikenali oleh camera USB akan mengeluarkan umpan balik suara identifikasi objek melalui earphone. Pada identifikasi objek menggunakan metode CNN memiliki akurasi hingga 85% sedangkan pada pendeteksi jarak objek memiliki akurasi sebanyak 75%.

Kata Kunci: CNN, Raspberry Pi, Tunanetra, Alat Bantu.

I. PENDAHULUAN

Pada dasarnya mata manusia dapat melihat dan mengetahui informasi visual disekitarnya saat beraktifitas. Namun tidak berlaku bagi penyandang tunanetra yang punya keterbatasan dalam memperoleh informasi [1]. Tunanetra merupakan suatu kondisi dimana mata tidak berfungsi dengan baik secara sebagian (Low Vision) atau secara keseluruhan (Totally Blind). Pengaruh kemampuan penglihatan sangat diperlukan untuk aktifitas sehari-hari. Oleh karena itu tunanetra harus beradaptasi atau menyesuaikan lingkungan sekitar dengan keterbatasannya [2].

Telah dilakukan penelitian mengenai alat bantu tuna netra berupa tongkat menggunakan Arduino, sensor ultrasonik dan buzzer sebagai alarmnya [3]. Penelitian tongkat serupa yang ditambahkan vibrator serta memberikan suara untuk pengguna mengenai jarak obyek [4]. Kemudian penelitian mengenai pendeteksi obyek menggunakan tensorflow dengan metode CNN yang mendeteksi motif ukiran kayu jepara [5]. Adapun penelitian serupa mengenai pendeteksi untuk pengenalan wajah menggunakan metode CNN [6].

Berdasarkan penelitian yang ada sebelumnya, Peneliti mengambil tugas akhir berjudul “rancang bangun alat bantu pendeteksi jarak benda bagi penyandang tunanetra”. Kemudian didalam penelitian terdahulu metode CNN menunjukan tingkat akurasi hingga 98% dalam melakukan deteksi. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan pengklasifikasian objek yang ada dihadapan tunanetra tersebut menggunakan metode CNN.

Tujuan penelitian ini dilakukan untuk membantu mengetahui objek yang ada didepan pengguna khususnya untuk penyandang tunanetra. Diharapkan dengan adanya alat bantu ini memudahkan tunanetra mengetahui objek tanpa memerlukan lagi bantuan orang lain.

II. METODE PENELITIAN

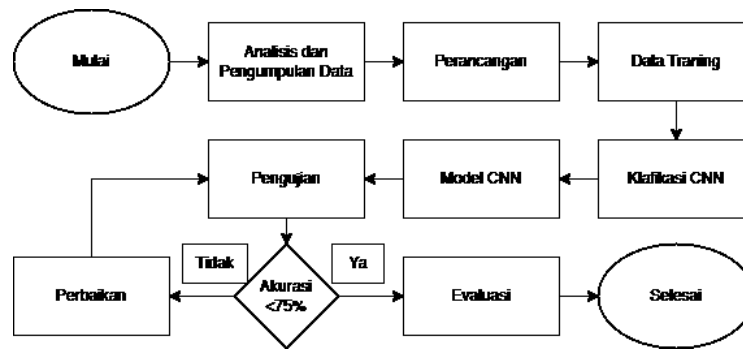
A. Bahan Penelitian

Penelitian ini mengacu pada penelitian terdahulu yang bersumber pada jurnal dan tugas akhir. Pengumpulan data informasi pada penelitian ini berdasarkan observasi dilingkungan sekitar tunanetra. Data informasi yang didapat berupa informasi permasalahan dipenyandang tunanetra sehingga memerlukan rancang bangun alat bantu untuk tunanetra.

Penelitian ini menggunakan You only look once (YOLO) sebagai struktur pendeteksi objek berskala Real-time. Data yang digunakan untuk deteksi obyek dalam penelitian ini berupa dataset Common Objects In Context (COCO). Implementasi deteksi objek untuk mengeluarkan suara menggunakan library Google Text To Speech (gtts) API pada python.

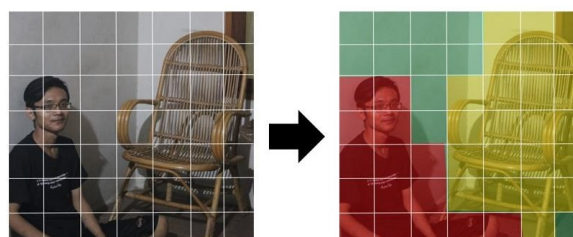
B. Prosedur Penelitian

Tahapan percobaan pada penelitian ini dilakukan terdiri dari beberapa tahap dimulai dengan menganalisis dan mengumpulkan data, perancangan alat, klasifikasi data menggunakan You only look once (YOLO) sebagai struktur pendeteksi objek berskala Real-time dengan metode CNN, pengujian, dan evaluasi.



Gambar 1 Flowchart Prosedur Penelitian

1. Analisis data informasi penelitian ini berdasarkan obyek yang sering berhubungan dengan penyandang tunanetra. Data yang digunakan penelitian berupa dataset Common Objects In Context (COCO). Dataset tersebut akan diproses modeling menggunakan yolo.
2. Perancangan pada penelitian ini dibagi menjadi dua bagian yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.
 - a) Perancangan perangkat keras penelitian ini menggunakan sensor ultrasonic sebagai alat untuk memantulkan gelombang ultrasonic pada objek lalu diterima kembali oleh unit sensor penerima. Data masukan gelombang diolah dalam raspberry pi lalu data akan mengeluarkan umpan balik alarm melalui buzzer sebagai output alarm pendeteksi jaraknya. Selain itu Obyek akan dikenali menggunakan modul kamera Raspberry Pi. Objek yang terdeteksi akan mengeluarkan umpan balik suara melalui speaker
 - b) Perancangan perangkat lunak Penelitian ini menggunakan Raspberry Pi, Bahasa pemrograman Python, Library, dan Yolo sebagai arsitekturnya. Sistem dimulai dengan menginstal package/library pada python. Instalasi PORT pada raspberry pi. Menggunakan parameter, weight, model, dan threshold untuk pemrosesan data objek diambil oleh kamera raspberry pi. Data objek realtime akan dilakukan preprocessing dengan mengubah ukuran gambar, hingga menjadi array. Sistem akan mengambil data hasil training berupa format model. Gambar yang telah dilakukan preprocessing akan melalui proses klasifikasi untuk mengetahui jenis objek yang dideteksi. Jika system tidak mendeteksi dan mengenali objek maka dia akan kembali melakukan preprocessing. Sistem akan memanggil Gtts untuk mengeluarkan suara yang terdeteksi. Sistem jarak menginput sensor ultrasonic. Alarm buzzer akan hidup, Semakin cepat suara maka menandakan semakin dekat objek tersebut.
3. Data training yang dipakai untuk proses training yaitu Common Objects In Context (COCO). Dataset COCO merupakan dataset deteksi objek yang sangat baik dengan 80 class, 80.000 gambar training dan 40.000 gambar validasi. Class dataset coco yang akan dipakai peneliti.
 - a) Class dataset kendaraan Motor
 - b) Class dataset Kursi
 - c) Class dataset Meja
 - d) Class dataset Sofa
4. Klasifikasi YOLO Convolutional Neural Network (CNN) Pola visual pada obyek dapat dikenali menggunakan YOLO Convolutional Neural Network (CNN). YOLO v3 menggunakan varian Darknet. Tahapan algoritma Yolo dapat dilihat pada delapan langkah berikut:
 - a) Baca data citra dengan ukuran sembarang.
 - b) Ubah ukuran citra menjadi 448 x 448, lalu buat grid pada citra dengan ukuran S x S grids. Jika S=7, maka tiap grid cell ukurannya 64 x 64. Sehingga terdapat sebanyak 49 grid cell. Dan misalkan pada citra ada 2 kelas (nC=2), yaitu "Manusia" (c1), "Kursi" (c2), dan "Background".



Gambar 2 Proses Deteksi Objek Pembagian Grid



Gambar 3 Proses Deteksi Objek Pembagian Grid

- c) Tiap grid cell, misal $nB=2$, terdapat B yang berisi 5 nilai, yaitu lokasi koordinat x diasumsikan berdasar baris (x_{br}), koordinat y berdasar kolom (y_{kol}), ukuran dan nilai confidence (x, y, w, h, cf) terhadap nB bbox yang ada, yaitu $B1$ dan $B2$. $cf = 0$ (selalu di-set = 0, jika dalam grid cell adalah background). Confidence (cf) = $P(\text{object}) * IoU$, yang mana, nB menyatakan banyaknya bbox, $B1$ untuk $bbox1$, $B2$ untuk $bbox2$, dan $bbox$ menyatakan bounding box. Persamaan 2 merupakan Intersection Over Union.
- Pengujian deteksi pada objek untuk mengukur seberapa dekat jaraknya dilakukan dengan menggunakan sensor ultrasonic. Sensor akan memantulkan gelombang pada objek dihadapannya lalu gelombang akan diterima lagi oleh ultrasonic. Gelombang yang diterima oleh ultrasonic akan direspon oleh alarm menggunakan buzzer. Selain itu Obyek akan dideteksi menggunakan Camera raspberry pi. Proses pengujian terhadap hasil deteksi objek menggunakan dataset Common Objects In Context (COCO) terdapat 80 class, 80.000 gambar training dan 40.000 gambar validasi yang telah disimpan dalam sebuah model. Model ini diharapkan dapat mengklasifikasi data uji tersebut sesuai dengan jenis objek yang benar. Hasil deteksi objek akan mengeluarkan output suara menggunakan library gtts pada python menggunakan speaker.
 - Evaluasi dilakukan pada data pengujian untuk melihat tingkat keberhasilan deteksi pada obyek terhadap model menggunakan rumus persentase.

$$P = \frac{f}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

f = Frekuensi yang sedang dicari persentasenya

N = Number of Cases (jumlah frekuensi)

P = Angka persentase

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Data

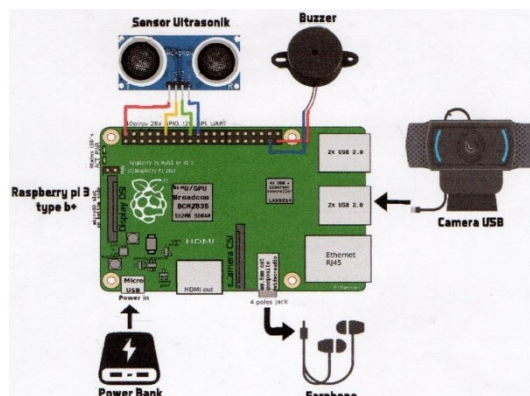
Setelah melewati tahapan analisis data, pada penelitian ini dataset berasal COCO dataset. Ada sebanyak 78.033 gambar yang disediakan oleh COCO dataset. Proses deteksi objek pada penelitian ini Sebelum masuk proses CNN, citra akan diproses dahulu dengan resize citra, bounding box lalu layer akan diklasifikasikan. Pada percobaan ini class dataset coco yang digunakan peneliti.

Tabel 1 Dataset Coco

No	Class Dataset	Ukuran Dimensi Citra
1.	Kursi	448 x 448
2.	Meja	448 x 448
3.	Motor	448 x 448
4	Sofa	448 x 448

B. Perancangan

Rangkaian terdiri dari komponen input dan output yang terdapat pada Raspberry Pi.



Gambar 4 Skema Rancangan

1. Input

- a. Sensor ultrasonic disini berfungsi sebagai pendeteksi objek dihadapan tunanetra. System kerja sensor ultrasonic memantulkan gelombang ultrasonic pada objek lalu diterima kembali oleh unit sensor penerima yang ada diultrasonik. Data masukan gelombang diolah dalam raspberry pi lalu data akan mengeluarkan umpan balik alarm melalui buzzer sebagai outputnya. Pin GPIO yang terdapat pada sensor ultrasonic berjumlah 4 pin yaitu, dapat dilihat pada table 4.2.

Tabel 2 Pin GPIO Sensor Ultrasonik

Nomor Pin	Nama	Type	Deskripsi Fungsi
2 – 5V	VCC	In	Sebagai <i>power input</i> (DC 4.2V – 6V)
12 – GPIO18	TRIG	Out	Mengeluarkan Sinyal
18 – GPIO24	ECHO	In	Menerima Sinyal
20 – GND	GND	-	Sinyal Ground

- b. Camera Web merupakan komponen yang berfungsi sebagai alat input untuk deteksi objek selain menggunakan sensor ultrasonik. Dalam penelitian ini menggunakan webcam USB.

2. Output

- a. Buzzer berfungsi sebagai alarm saat sensor ultrasonik mendeteksi halangan objek dihadapan tunanetra. Saat data masukan gelombang diterima oleh sensor ultrasonik, data akan diolah oleh raspberry Pi lalu data akan mengeluarkan umpan balik alarm melalui buzzer sebagai output pendeteksi bahwa di depan tunanetra ada halangan.

Tabel 3 Pin GPIO Buzzer

Nomor Pin	Nama	Type	Deskripsi Fungsi
2 – 5V	VCC	In	Sebagai <i>power input</i> (DC 4.2V – 6V)
12 – GPIO18	TRIG	Out	Mengeluarkan Sinyal

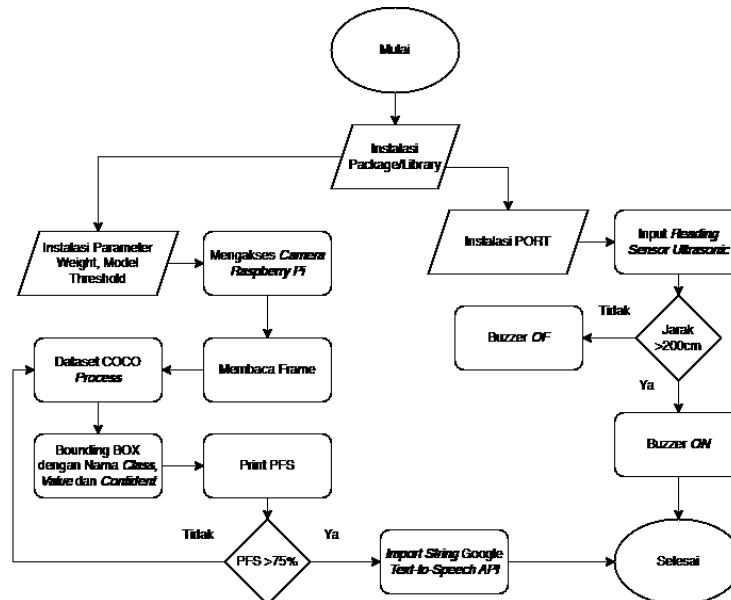
- b. Earphone berfungsi sebagai output suara objek yang dideteksi oleh kamera. Alasan peneliti ini menggunakan earphone agar suara tidak menyebar dan fokus hanya kepada penyandang tunanetra. Jenis earphone yang digunakan di penelitian ini adalah earphone kabel Jack.

C. Dataset Training

Dataset COCO merupakan dataset deteksi objek yang sangat baik dengan 80 class, 80.000 gambar training dan 40.000 gambar validasi. Class dataset coco yang akan dipakai peneliti (A) Class dataset kendaraan Motor, (B) Class dataset Kursi, (C) Class dataset Meja, (D) Class dataset Sofa.

D. Implementasi

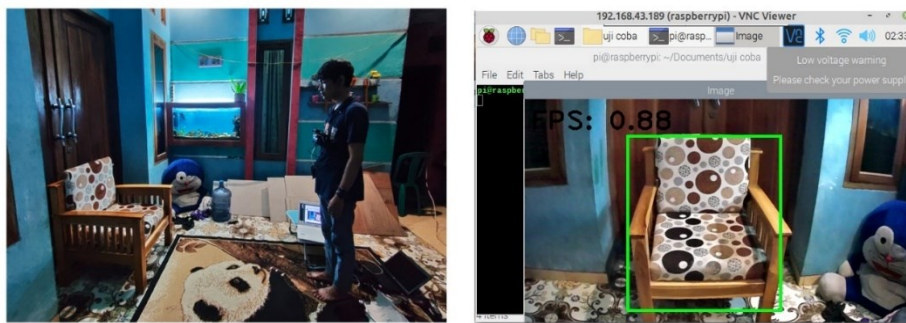
Penelitian ini menggunakan Raspberry Pi, Bahasa pemrograman Python, Library, Port dan Yolo sebagai arsitekturnya. Flowchart implementasi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Flowchart Implementasi

1. Klasifikasi Convolutional Neural Network (CNN)

Pengujian Data training pada penelitian ini menggunakan bantuan Camera Web yang terhubung dengan USB Raspberry pi. Citra Objek diambil dengan jarak 90 cm dengan pencahayaan yang cukup. Cara pengujian dataset dapat dilihat pada gambar 6 (a) Proses Pengambilan Data Objek (b) Data Training Pada Kamera.



Gambar 6 Proses Deteksi pada Sofa

Ketika Tunanetra berhadapan dengan objek sofa maka kamera akan menangkap gambar dan mendeteksi objek tersebut. Klarifikasi menggunakan CNN yang akan mengenali mode tersebut. Lalu setelah model sofa sudah dikenali oleh YOLO akan mengeluarkan output suara menggunakan gtts (Google-Text-to-Speech). Suara tersebut akan didengarkan oleh tunanetra bahwa terdapat objek halangan yaitu sofa.

2. Sistem Pendeteksi Jarak

Sistem pendeteksi jarak pada alat bantu tunanetra berfungsi sebagai penanda dekat jauhnya suatu objek yang akan dideteksi. Semakin dekat objek maka semakin cepat alarm yang dihasilkan oleh buzzer. Deteksi jarak sendiri menggunakan sensor

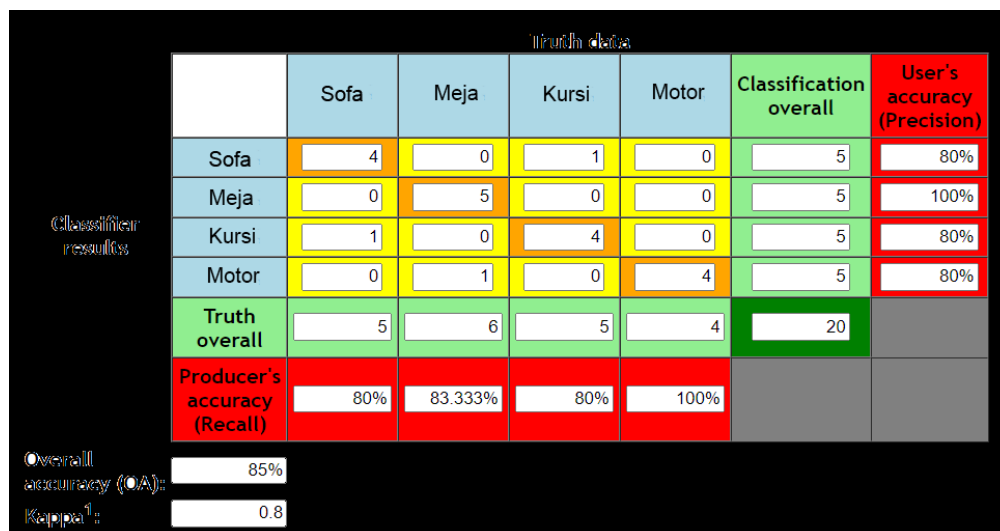
ultrasonic sebagai upan balik ketika terdeteksinya suatu objek dihadapan tunanetra. Buzzer dan sensor ultrasonic terhubung melalui GPIO yang ada pada raspberry pi.

E. Pengujian

No	Nama Objek	Hasil Identifikasi objek	Hasil Identifikasi objek Suara	Persentase Hasil Identifikasi	Jarak Deteksi Objek	Keterangan Hasil Identifikasi
1	Sofa	Sofa	Sofa	89%	80cm	Objek Terdeteksi
2	Meja	Meja	Meja	90%	80cm	Objek Terdeteksi
3	Kursi	Kursi	Kursi	88%	80cm	Objek Terdeteksi
4	Motor	Motor	Motor	91%	80cm	Objek Terdeteksi
5	Sofa	Sofa	Sofa	88%	100cm	Objek Terdeteksi
6	Meja	Meja	Meja	90%	100cm	Objek Terdeteksi
7	Kursi	Kursi	Kursi	89%	100cm	Objek Terdeteksi
8	Motor	Motor	Motor	92%	100cm	Objek Terdeteksi
9	Sofa	Sofa	Sofa	93%	120cm	Objek Terdeteksi
10	Meja	Meja	Meja	86%	120cm	Objek Terdeteksi
11	Kursi	Kursi	Kursi	88%	120cm	Objek Terdeteksi
12	Motor	Motor	Motor	90%	120cm	Objek Terdeteksi
13	Sofa	Kursi	Kursi	87%	140cm	Objek Terdeteksi Salah
14	Meja	Meja	Meja	91%	140cm	Objek Terdeteksi
15	Kursi	Kursi	Kursi	89%	140cm	Objek Terdeteksi
16	Motor	Meja	Meja	91%	140cm	Objek Terdeteksi Salah
17	Sofa	Sofa	Sofa	90%	160cm	Objek Terdeteksi
18	Meja	Meja	Meja	89%	160cm	Objek Terdeteksi
19	Kursi	Sofa	Sofa	88%	160cm	Objek Terdeteksi Salah
20	Motor	Motor	Motor	93%	160cm	Objek Terdeteksi

Setelah tahap implementasi, tahap pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja alat yang telah dibuat secara keseluruhan. Pengujian dilakukan sebanyak 20 kali dengan mengukur nilai akurasi deteksi objek.

Tabel 4 Pengujian Klasifikasi Convolutional Neural Network (CNN)



Gambar 7 Confusion matrix hasil deteksi dan penghitungan pada deteksi objek

Berdasarkan Confusion matrix pada Gambar 7, maka nilai Akurasi keseluruhan klasifikasi CNN $\frac{17}{20} \times 100\% = 85\%$. Pengujian Klasifikasi CNN yang benar sebanyak 17 dari 20 menghasilkan akurasi sebanyak 85%

Tabel 5 Pengujian Sistem pendeteksi jarak

No	Nama Objek	Jarak Deteksi Objek	Buzzer	Keterangan Hasil Identifikasi
1	Sofa	60cm	ON	Objek Terdeteksi
2	Meja	60cm	ON	Objek Terdeteksi
3	Kursi	60cm	ON	Objek Terdeteksi
4	Motor	60cm	ON	Objek Terdeteksi
5	Sofa	80cm	ON	Objek Terdeteksi
6	Meja	80cm	ON	Objek Terdeteksi
7	Kursi	80cm	ON	Objek Terdeteksi
8	Motor	80cm	ON	Objek Terdeteksi
9	Sofa	100cm	ON	Objek Terdeteksi
10	Meja	100cm	ON	Objek Terdeteksi
11	Kursi	100cm	ON	Objek Terdeteksi
12	Motor	100cm	ON	Objek Terdeteksi
13	Sofa	120cm	ON	Objek Terdeteksi
14	Meja	120cm	OF	Objek Tidak Terdeteksi
15	Kursi	120cm	OF	Objek Tidak Terdeteksi
16	Motor	120cm	ON	Objek Terdeteksi
17	Sofa	150cm	OF	Objek Tidak Terdeteksi
18	Meja	150cm	OF	Objek Tidak Terdeteksi
19	Kursi	150cm	OF	Objek Tidak Terdeteksi
20	Motor	150cm	ON	Objek Terdeteksi

Berdasarkan Tabel 5, maka nilai Akurasi keseluruhan pendeteksi jarak $\frac{15}{20} \times 100\% = 75\%$. Pengujian Sistem pendeteksi jarak yang benar sebanyak 15 dari 20 menghasilkan akurasi sebanyak 75%

F. Evaluasi

Setelah dilakukan pengujian sebanyak 20 kali peneliti dapat mengetahui persentase akurasi dari alat bantu pendeteksi benda untuk tunanetra. Pada tingkatan Jarak deteksi alat bantu tunanetra dapat terdeteksi serta alram buzzer berfungsi pada jarak 150cm. Namun Terdapat kegagalan buzzer tidak dapat berbunyi dikarenakan lemahnya daya tangkap sinyal pada ultrasonic HC-SR04. Pencahayaan dan kualitas kamera web cam usb sangat berpengaruh untuk keberhasilan keakuratan deteksi. Kemudian pada tingkat akurasi alat bantu pendeteksi benda untuk tunanetra diketahui jumlah identifikasi sebanyak 20.

Akurasi klasifikasi CNN $\frac{17}{20} \times 100\% = 85\%$

Akurasi pendeteksi jarak $\frac{15}{20} \times 100\% = 75\%$

Dimana hasil dari identifikasi deteksi pada objek pengujian Klasifikasi CNN yang benar sebanyak 17 dari 20 menghasilkan akurasi sebanyak 85%. Sedangkan identifikasi pendeteksi jarak yang benar sebanyak 15 dari 20 menghasilkan akurasi sebanyak 75%. Hasil klasifikasi objek menggunakan webcam usb kamera dengan kualitas yang baik sangat berpengaruh pada hasil deteksi objek. Sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk memprediksi jarak objek akurat hanya pada jarak dekat saja.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan selama proses analisis data, perancangan, pembuatan dan pengujian alat ini, maka didapatkan berkesimpulan sebagai berikut:

1. *Raspberry pi* dapat memprediksikan jarak objek halangan dengan menggunakan sensor *ultrasonic* dan *buzzer*. Sensor *ultrasonic* dapat bekerja maksimal pada jarak dekat saja.
2. Metode CNN dapat digunakan untuk melakukan identifikasi pada 4 objek halangan. Penggunaan metode CNN untuk mendeteksi objek halangan mendapatkan tingkat akurasi sebesar 85%. Alat bantu tunanetra dapat memprediksikan objek halangan serta dapat mendeteksi objek halangan tersebut dan mengeluarkan suara sesuai objek yang dideteksi melalui *earphone*.
3. Penggunaan sensor ultrasonik untuk indentifikasi pendeteksi jarak menghasilkan akurasi sebanyak 75%. Sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk memprediksi jarak objek akurat hanya pada jarak dekat saja.

B. Saran

Penelitian pada alat ini didapatkan beberapa saran untuk pengembangan alat agar mendapatkan hasil yang optimal, yaitu :

1. Sensor *Ultrasonik* HC-SR04 untuk memprediksi jarak objek halangan hanya bisa digunakan pada jarak dekat saja.
2. Berdasarkan tahap evaluasi metode CNN dapat mendapatkan akurasi 85% sudah memiliki hasil yang baik, namun proses training memerlukan waktu yang lama. Oleh karena itu penggunaan GPU serta RAM sangat berpengaruh terhadap kinerja fps.
3. Kualitas kamera webcam usb yang dipakai dapat mempengaruhi tingkat klasifikasi pada objek deteksi halangan.
4. Posisi Kamera dan sensor ultrasonic kurang maksimal jika menggunakan belt dibagian tubuh.

PENGAKUAN

Naskah ilmiah ini penelitian Tugas Akhir dari Vio Yusup Iskandar yang berjudul “Rancang Bangun Alat Bantu Pendeteksi Jarak Benda Bagi Penyandang Tunanetra” yang dibimbing oleh Bapak Jamaludin Indra, M.Kom dan Ibu Ayu Ratna Juwita M.Pd.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Al Hasan, M. N., Partha, C. I., & Divayana, Y. (2017). Rancang Bangun Pemandu Tuna Netra Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler.
- [2] Amrullah, S. A. (2017). Perancangan Sistem Inspeksi Visual Berbasis Computer Vision Untuk.
- [3] Arsada, B. (2017). Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno. Jurnal Teknik Elektro.
- [4] Caesar, H., Uijlings, J., & Ferrari, V. (2018). COCO-Stuff Thing and Stuff Classes in Context - Caesar, Uijlings, Ferrari - 2016.pdf.
- [5] Christian, F. (2017). Modul pembelajaran raspberry pi. 9–71.
- [6] Dewi, S. rosita. (2018). Deep Learning Object Detection Pada Video.