

## Deteksi Tangga Naik dan Turunan untuk Notifikasi Keamanan pada Tunanetra menggunakan YOLO Versi 4 berbasis Jetson Nano B01

Muhammad Nazrenda Ramadhan<sup>1</sup>, Fitri Utamingrum<sup>2</sup>, Dahnia Syauqy<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya  
Email: <sup>1</sup>nazrenda@student.ub.ac.id, <sup>2</sup>f3\_ningrum@ub.ac.id, <sup>3</sup>dahnial87@ub.ac.id

### Abstrak

Tunanetra saat ini menggunakan The White Cane untuk membantu aktivitas sehari-harinya. Namun The White Cane memiliki kekurangan dimana jarak pendeteksiannya terbatas sepanjang tongkatnya. Selain itu, The White Cane tidak dapat membedakan obyek yang ada dihadapan penyandang tunanetra. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu sistem berbasis Jetson Nano B01 yang dapat mendeteksi lantai dan tangga naik maupun turun untuk membantu aktivitas penyandang tunanetra. Dengan bantuan kecerdasan buatan, sistem ini diharapkan dapat memberitahukan tunanetra bahwa di depan terdapat tangga dengan menyalakan buzzer. Kemudian, untuk dapat menghasilkan pendeteksian tangga yang tepat, maka dibutuhkan pengenalan pola dengan metode You Only Look Once (YOLO) yang mempunyai kecepatan pendeteksian yang cepat. Ketika tangga diidentifikasi, maka sistem akan memberikan notifikasi berupa suara buzzer untuk memberitahukan bahwa terdapat tangga dihadapan. Pengujian yang dilakukan mendapatkan hasil akurasi pengklasifikasian terhadap pendeteksian obyek (Lantai, Tangga Naik, dan Tangga Turun) sebesar 90%, rata-rata waktu komputasi sebesar 0.177s, dan akurasi integrasi pendeteksian YOLOv4 dengan buzzer senilai 100%.

**Kata kunci:** deteksi obyek, You Only Look Once, keamanan, Tunanetra

### Abstract

*Blind people currently use The White Cane to help with their daily activities. However, The White Cane has a drawback where its detection range is limited to the length of the cane. In addition, The White Cane cannot distinguish objects that are in front of blind people. This study aims to develop a Jetson Nano B01-based system that can detect floors and stairs, both going up and down to assist the activities of blind people. With the help of artificial intelligence, this system is expected to be able to notify blind people that there is a stair in front of them by activate a buzzer. Then, to be able to produce the right stair detection, pattern recognition is needed with the You Only Look Once (YOLO) method which has a fast detection speed. When the stairs are identified, the system will give a notification in the form of a buzzer sound to notify that there is a stair ahead. The tests carried out, obtained the results of the classification accuracy of object detection (Floor, Upstairs, and Downstairs) of 90%, the average computation time of 0.177s, and the integration accuracy of YOLOv4 detection with a buzzer of 100%.*

**Keywords:** object detection, You Only Look Once, security, blind people

### 1. PENDAHULUAN

Di seluruh dunia, terdapat 2,2 Miliar orang yang mengalami kebutaan yang disebabkan oleh katarak, galukoma, corneal opacities, retinopati diabetik, dan trakoma (World Health Organization, 2021). Di dalam laporan WHO tentang kebutaan, Asia Tenggara, Asia Timur, dan Oseania terdapat kurang lebih 20 Juta. Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, sebanyak 3.750.000 atau sekitar 1%

penduduk Indonesia adalah penyandang tunanetra.

Tunanetra yang sendirinya memiliki arti tidak dapat melihat atau buta (KBBI, 2016). Kemudian dalam UU RI Nomor 8 Tahun 2016 tentang penyandang disabilitas, tunanetra termasuk ke dalam penyandang disabilitas sensorik. Dalam melakukan aktivitasnya sehari-hari, para penyandang tunanetra sering kali menemui kesulitan yang dapat menghambat aktivitas penyandang. Rintangan-rintangan kecil

seperti jendela yang membuka ke luar dapat memberikan kesulitan bagi penyandang tunanetra (Tarsidi, 2011). Pada kesehariannya, penyandang tunanetra menggunakan The White Cane (Nilawaty, 2018) untuk membantu aktivitasnya sehari-hari. Namun The White Cane (selanjutnya disebut tongkat) masih memiliki kelemahan yaitu tongkat hanya dapat digunakan untuk meraba benda atau halangan disekitaran penyandang tunanetra dengan jangkauan yang terbatas. Tongkat juga tidak dapat membedakan obyek apa yang menjadi halangan dihadapan penyandang tunanetra. Hal ini membuat penyandang tunanetra dituntut untuk selalu waspada serta merasa was-was (Hidayat & Supriadi, 2019).

Dalam kesehariannya tunanetra sering menemui halangan benda (meja, kursi, dll) dan halangan arsitektural seperti tembok, tiang (tiang listrik ataupun yang lain), tangga, dan lain sebagainya yang berpotensi membahayakan tunanetra. Dalam sebuah wawancara yang dilakukan dengan lebih dari 300 responden, kecelakaan karena terjatuh dialami oleh  $\pm 92\%$  responden (Manduchi & Kurniawan, 2010). Hal tersebut menjadi perhatian utama penelitian ini untuk mengembangkan suatu sistem berbasis Jetson Nano B01 yang memiliki kecerdasan buatan untuk membantu aktivitas penyandang tunanetra, agar terhindar dari kecelakaan terjatuh atau terpeleset. Dengan mengimplementasikan kecerdasan buatan, sistem yang akan dibuat dapat mendeteksi Lantai dan Tangga Naik maupun Tangga Turun yang termasuk halangan arsitektural sebagai langkah preventif untuk menghindari hal yang tidak diinginkan (seperti terjatuh/terpeleset) yang dapat berakibat fatal. Namun tentunya pengembangan sistem ini harus melakukan riset terlebih dahulu pada penelitian-penelitian sebelumnya yang sejalan dengan penelitian ini.

Pada penelitian oleh Zahrana et al., (2015), yang menggunakan Raspberry Pi 2 dengan metode klasifikasi Support Vector Machine (SVM) untuk mendeteksi tangga. Metode Hough Transform digunakan untuk mengekstraksi fitur tangga. Didapati bahwa sistem yang diimplementasi tersebut mendapatkan rata-rata akurasi sebesar 83%.

Pada penelitian oleh Samratul et al., (2020) dengan menggunakan Raspberry Pi dengan metode Single Shot Detector (SSD) untuk mendeteksi halangan. Halangan yang dimaksud adalah manusia, hewan (kucing), dan benda (kursi dan meja). Keluaran dari sistem ini adalah

buzzer dan vibrator sebagai notifikasi. Hasil pengujian daripada sistem ini mendapati bahwa nilai akurasi sebesar 92%.

Berdasarkan hal diatas, penulis mengusulkan untuk menggunakan metode algoritma YOLO. You Only Look Once (YOLO) adalah algoritma pendeteksi gambar yang diciptakan oleh Joseph Redmon pada tahun 2016 adalah system deteksi objek secara real-time berdasarkan CNN (Alfarisi, 2020). Seperti namanya, algoritma ini hanya membutuhkan single forward propagation melalui jaringan saraf untuk mendeteksi objek, yang artinya prediksi pada keseluruhan citra dilakukan sekali jalan dalam satu algoritma (Karimi, 2021). Kemudian dengan menggunakan Jetson Nano B01 yang memiliki 1430 MHz pada kecepatan clock CPU-nya dan 921 MHz pada kecepatan clock GPU-nya (NVIDIA Corporation, 2020), maka kecepatan komputasinya akan lebih cepat.

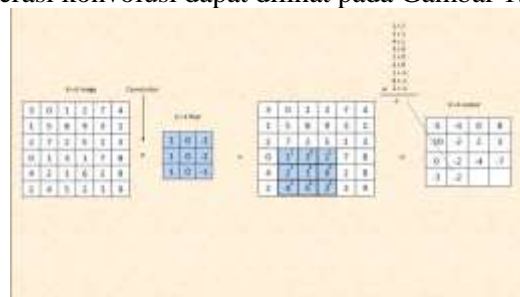
## 2. METODOLOGI

### 2.1 Convolutional Neural Network (CNN)

*Convolutional Neural Network (CNN)* adalah salah satu algoritma *deep learning* yang konsepnya menggunakan jaringan syaraf (*neural network*) dalam mengidentifikasi sebuah objek. Sesuai dengan namanya, CNN tersusun dari *Convolution layer* yang terdiri dari neuron dan membentuk beberapa filter *pixels*. Proses CNN dalam mendeteksi objek memiliki beberapa tahap, yaitu:

- Konvolusi

Konvolusi adalah sebuah operasi matematika terhadap 2 fungsi untuk menghasilkan fungsi yang mengekspresikan bagaimana sebuah bentuk yang dimodifikasi oleh yang lain. Sebagai contoh, pada Gambar 1 matriks  $6 \times 6$  dikonvolusi dengan matriks filter berukuran  $3 \times 3$  (*kernel*) yang kemudian menghasilkan sebuah matriks berukuran  $4 \times 4$ . Operasi konvolusi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perhitungan Konvolusi

- **Padding**  
*Padding* adalah langkah yang dilakukan

untuk menyelesaikan masalah kelemahan konvolusi dengan menambahkan matriks nol (0) sebagai lapisan untuk mencegah pengecilan keluaran dan data yang hilang, lapisan ini disebut *zero padding*. Operasi *padding* dapat dilihat pada rumus (1).

$$Output = \frac{N-F+2P}{S} + 1 \tag{1}$$

Dengan

*Output* = besar ukuran keluaran

*N* = ukuran gambar

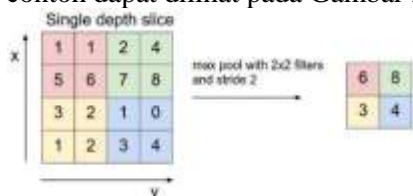
*F* = ukuran filter

*P* = banyaknya *padding*

*S* = *stride*

- Pooling

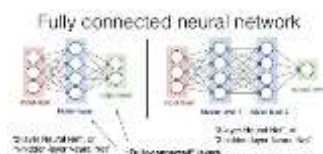
*Pooling* bertujuan untuk meningkatkan invariansi posisi dari fitur, mempercepat komputasi, dan mencegah *overfitting*. *Pooling* yang biasa digunakan adalah *Max Pooling* dan *Average Pooling*. Pengoperasian *pooling* sama dengan rumus yang digunakan pada konvolusi. Sebagai contoh dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses *Pooling*

- Fully-Connected Layer

*Fully-Connected Layer (FC Layer)* adalah proses terakhir dari algoritma CNN. Hasil dari proses-proses sebelumnya akan dijadikan masukan pada layer terakhir ini. Struktur layer ini memiliki kemiripan dengan ANN, dimana terdapat *input layer*, *hidden layer* dan juga *output layer*. Pada Gambar 3., dapat diperhatikan *Fully-Connected Layer*.



Gambar 3. *Fully-Connected Layer*

Berikut adalah keseluruhan proses algoritma CNN



Gambar 4. Keseluruhan proses algoritma CNN

## 2.2 YOLOv4

YOLO (*You Only Look Once*) versi 4 adalah improvisasi terhadap YOLOv3 yang dipublikasikan oleh Bochkovskiy et. al., (2020). YOLOv4 unggul terhadap YOLOv3 dengan AP (*Average Precision*) ~43 dengan performa FPS (*Frames Per Second*) yang hampir sama. Dalam algoritma YOLOv4 dikenal *Backbone*, *Neck*, *Head*, *Bag of Freebies*, *Bag of Specials*.

- *Backbone*

*Backbone* digunakan pada YOLOv4 sebagai pembentukan fitur untuk mengetahui fitur dari gambar yang akan diproses. Terdapat beberapa backbone yang sering digunakan untuk YOLOv4, diantaranya (Solawetz, 2020).

- CSPResNext50
- CSPDarknet53
- EfficientNet-B3

- *Neck*

*Neck* pada YOLOv4 digunakan sebagai pengumpulan fitur setelah diproses oleh *Backbone*. PANet digunakan sebagai *Neck* pada YOLOv4. PANet sendiri adalah *Path Aggregation Net* yang bertujuan untuk meningkatkan aliran informasi pada *proposal-based segmentation framework* (Liu, et al., 2018). Sebagai tambahan, YOLOv4 menambahkan sebuah SPP block setelah CSPDarknet untuk meningkatkan *receptive field*.

- *Head*

YOLOv4 menggunakan *Head* yang sama dengan yang digunakan oleh YOLOv3. YOLOv3 mendeteksi dengan setp-step deteksi berbasis *anchor* dan perincian deteksi 3 level. *Head* (Dense prediction) digunakan untuk menemukan *Bounding Box* atau Kotak Pembatas dan juga untuk pengklasifikasian. Koordinat *bounding box* (x, y, tinggi, dan lebar) dideteksi skor *confidence*-nya.

- *Bag of Freebies*

YOLOv4 menggunakan *Bag of Freebies* sebagai langkah untuk meningkatkan performa pada jaringan tanpa membebani *inference time*. *Bag of Freebies* sendiri adalah terminologi untuk suatu set teknik-teknik atau beberapa metode untuk mensiasati strategi pelatihan atau *training cost* untuk meningkatkan keakurasian model. Bochkovskiy et. al. (2020) menggunakan augmentasi data guna memperbesar ukuran data latih mereka dan memberikan *semantic situation*

yang kemungkinan akan terjadi kepada data latih.

- *Bag of Specials*

YOLOv4 menggunakan *Bag of Specials* sebagai strategi tambahan selain *Bag of Freebies*. *Bag of Specials* adalah terminologi untuk meningkatkan performa secara drastis hanya dengan mengorbankan sedikit peningkatan pada *inference time*. Bochkovskiy et. al. (2020) bereksperimen dengan banyak *activation function* (*sigmoid function, tanh, ReLu, Mish, dsb.*) untuk memberikan performa yang sesuai. Mish dipilih sebagai *activation function* yang didesain untuk mendorong sinyal dari kiri dan kanan.

### 3. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

#### 3.1 Gambaran Umum Sistem

Sistem pada penelitian ini dibuat untuk mengenali objek berupa Tangga Naik, Tangga Turun, dan Lantai. Sistem ini menggunakan Jetson Nano B01 yang diintegrasikan dengan Logitech C310 HD Webcam dengan resolusi tangkapan gambar 5MP untuk mengakuisisi gambar yang akan dideteksi, Buzzer sebagai notifikasi pendeteksian, dan powerbank sebagai catudaya. Gambar yang diambil kemudian dilakukan pelabelan atau anotasi pada gambar dengan label Lantai, Tangga Naik, dan Tangga Turun menggunakan Roboflow. Setelah dataset terlabeli, dataset dapat diekspor berdasarkan format yang dibutuhkan dan kemudian diunduh. Dataset yang telah diunduh kemudian diunggah ke Google Colab untuk dilakukan menggunakan YOLOv4. Lama waktu pelatihan bervariasi berdasarkan algoritma/metode, jenis GPU yang digunakan, jumlah dataset, dan juga jumlah kelas. Pada pelatihan yang dilakukan, akan menggunakan GPU Nvidia K80 yang dialokasikan otomatis oleh Google Colab. Hasil akhir dari pelatihan berupa *weights* yang dapat kita unduh kemudian transfer ke Jetson Nano ataupun untuk pelatihan lebih lanjut. Setelah *weights* ditransfer ke Jetson Nano, maka dapat dilakukan *inference* untuk mendeteksi obyek Tangga Naik, Tangga Turun, dan Lantai. Kemudian hasil dari pendeteksian oleh sistem akan mengaktifkan buzzer jika mendeteksi Tangga Naik atau Tangga Turun. Sistem ini dirancang untuk membantu pendeteksian halangan oleh penyandang tunanetra dengan memberikan notifikasi berupa suara buzzer jika

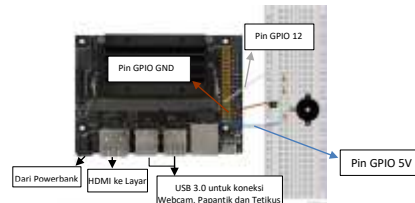
terdapat halangan dihadapan, dalam hal ini berupa Tangga Naik dan Tangga Turun.

#### 3.2 Perancangan Perangkat Keras

Desain perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 5.

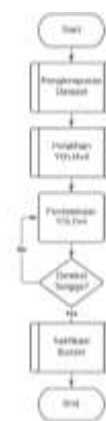


Gambar 5. Desain Sistem



Gambar 6. Rangkaian Elektronika Sistem  
Gambar 6 merupakan rangkaian elektronika sistem beserta penyambungan rangkaiannya.

#### 3.3 Perancangan Perangkat Lunak



Gambar 7. Perancangan Perangkat Lunak  
Pada Gambar 7, masukan berupa Gambar yang ditangkap dari Webcam akan dideteksi menggunakan algoritma YOLOv4. Jika tidak terdeteksi adanya tangga atau hanya mendeteksi lantai, maka sistem tidak mengeluarkan keluaran berupa output. Pengakuisisian gambar dari webcam sendiri beresolusi sesuai kemampuan webcam Logitech C310 HD yaitu 720p. Namun pada saat pendeteksian oleh YOLOv4 resolusi yang akan dideteksi akan menyesuaikan dengan pengaturan pada saat menjalankan pelatihan yaitu 640p.

### 3.4 Perancangan Perangkat Lunak

Implementasi perangkat keras menggunakan beberapa komponen yaitu, Webcam, Jetson Nano B01, dan Powerbank, yang kemudian diletakkan pada wadah kotak elektronik dan dipasang pada tongkat beroda.



Gambar 8. Implementasi Perangkat Keras



Gambar 9. Tampak Dalam Sistem

### 3.5 Implementasi Perangkat Lunak

Untuk dapat melakukan pendeteksian, diperlukan pelatihan YOLOv4 terlebih dahulu dengan dataset yang telah dipersiapkan. Dataset yang dikumpulkan di Roboflow, lalu diberi label/anotasi sesuai kelas yaitu, Lantai, Tangga Naik, dan Turun. Setelah dataset dilabeli, maka dataset akan melalui proses augmentasi data untuk memperbanyak data latih untuk mendapatkan pendeteksian yang maksimal. Dataset kemudian diunduh dari Roboflow yang kemudian dilakukan pelatihan YOLOv4 di Colab. Hasil daripada pelatihan tersebut adalah sebuah *weights* yang akan digunakan sistem untuk mendeteksi. Adapun ketika mendeteksi Tangga Naik, maka akan membunyikan buzzer 1 kali. Ketika mendeteksi Tangga Turun, maka akan membunyikan buzzer 2 kali.

## 4. PENGUJIAN

Pengujian membahas tujuan pengujian, prosedur pengujian, hasil pengujian, dan analisis. Adapun tujuan pengujian dalam penelitian ini adalah untuk :

- mengetahui keakurasian klasifikasi sistem dalam mendeteksi Lantai, Tangga Naik dan Tangga Turun,
  - mengetahui rata-rata waktu komputasi,
  - mengetahui akurasi integrasi buzzer dengan sistem yang dibangun
- Untuk mendeteksi akurasi digunakan

rumus:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Terdeteksi\ Benar}{Total\ Pendeteksian} \times 100\% \quad (2)$$

Kemudian rumus rerata waktu komputasi adalah:

$$Rerata = \frac{Total\ waktu\ komputasi}{Banyaknya\ pendeteksian} \quad (3)$$

## 5. HASIL DAN ANALISIS

Pada pengujian untuk mengetahui keakurasian klasifikasi sistem dalam mendeteksi Lantai, Tangga Naik dan Tangga Turun mendapatkan hasil 90% Lantai terdeteksi, 90% Tangga Naik terdeteksi, dan 90% Tangga Turun terdeteksi. Lalu pada pengujian untuk mengetahui rata-rata waktu komputasi mendapatkan hasil, rata-rata 0.190 sekon untuk mendeteksi Lantai, 0.180 sekon untuk mendeteksi Tangga Naik, 0.190 sekon untuk mendeteksi Tangga Turun, rerata waktu komputasi keseluruhan adalah sekitar 0.177 sekon. Kemudian pada pengujian untuk mengetahui akurasi integrasi buzzer dengan sistem yang dibangun mendapatkan hasil akurasi sebesar 100% untuk setiap pendeteksian.

## 6. KESIMPULAN

Pengujian akurasi pengklasifikasian terhadap pendeteksian obyek yang dilakukan terhadap Lantai, Tangga Naik, dan Tangga Turun mendapatkan nilai akurasi sebesar 90% untuk tiap-tiap klasifikasinya. Nilai tersebut lebih baik dibandingkan dengan penggunaan Support Vector Machine sebagai algoritma pendeteksiannya.

Kemudian pengujian rata-rata waktu komputasi terhadap sistem yang diambil daripada tampilan terminal saat pengujian akurasi pengklasifikasian terhadap pendeteksian obyek mendapatkan nilai rata-rata waktu komputasi sekitar 0.177s. Dengan rata-rata waktu komputasi tersebut, kecepatan waktu komputasi lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan Single Shot Detector.

Lalu Pengujian akurasi integrasi sistem terhadap video sebagai sumber pendeteksiannya, didapatkan nilai akurasi sebesar 100% untuk setiap klasifikasinya.

## 7. DAFTAR REFERENSI

- Alfarisi, H. M., 2020. You Only Look Once (YOLO) Algoritma Deep Learning Object Detection Terbaik. [Online] Available at: <https://haiqalmuhamadalfarisi.medium.com/you-only-look-once-yolo-algoritma->

- deep-learning-object-detection-terbaik-af9ed81de9e9 [Diakses 5 Agustus 2021].
- Anka, A., 2020. YOLO v4: Optimal Speed & Accuracy for object detection. [Online] Available at: <https://towardsdatascience.com/yolo-v4-optimal-speed-accuracy-for-object-detection-79896ed47b50#ed40> [Diakses Desember 2021].
- Bochkovskiy, A., Wang, C.-Y. & Liao, H.-Y. M., 2020. YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection. Computer Vision and Pattern Recognition.
- Hidayat, A. & Supriadi, D., 2019. Tingkat Tunanetra Pintar menggunakan Arduino. JURNAL TEKNIK INFORMATIKA, 7(1).
- Karimi, G., 2021. Introduction to YOLO Algorithm for Object Detection. [Online] Available at: <https://www.section.io/engineering-education/introduction-to-yolo-algorithm-for-object-detection/#:~:text=YOLO%20is%20an%20algorithm%20that,%2C%20parking%20meters%2C%20and%20animals.> [Diakses 07 Oktober 2021].
- Karimi, G., 2021. Introduction to YOLO Algorithm for Object Detection. [Online] Available at: <https://www.section.io/engineering-education/introduction-to-yolo-algorithm-for-object-detection/#:~:text=YOLO%20is%20an%20abbreviation%20for,probabilities%20of%20the%20detected%20images.> [Diakses 5 Agustus 2021].
- KBBI, 2016. Kamus Besar Bahasa Indonesia. 5th penyunt. s.l.:Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2021. s.l.: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Liu, S. et al., 2018. Path Aggregation Network for Instance Segmentation. Computer Vision and Pattern Recognition.
- Manduchi, R. & Kurniawan, S., 2010. Watch Your Head, Mind Your Step: Mobility-Related Accidents Experienced by People with Visual Impairment, Santa Cruz: s.n.
- Nilawaty, C., 2018. Mengenal The White Cane, Tongkat Tunanetra dan Aneka Jenisnya. [Online] Available at: <https://difabel.tempo.co/read/1107384/mengenal-the-white-cane-tongkat-tunanetra-dan-aneka-jenisnya/full&view=ok> [Diakses 16 Agustus 2021].
- Sena, S., 2017. Pengenalan Deep Learning Part 7 : Convolutional Neural Network (CNN) | medium.com. [Online] Available at: <https://medium.com/@samuelsena/pengenalan-deep-learning-part-7-convolutional-neural-network-cnn-b003b477dc94#:~:text=Convolutional%20Neural%20Network%20%28CNN%29%20adalah%20salah%20satu%20jenis,CNN%20tidak%20jauh%20beda%20dengan%20neural%20network%20biasa> [Diakses 20 Agustus 2021].
- Solawetz, J., 2020. Breaking Down YOLOv4. [Online] Available at: [http://blog.roboflow.com/a-thorough-breakdown-of-yolov4/#:~:text=YOLOv4%20employs%20a%20%22Bag%20of,to%20do%20with%20data%20augmentation.&text=Another%20unique%20contribution%20the%20authors,-Adversarial%20Training%20\(SAT\).](http://blog.roboflow.com/a-thorough-breakdown-of-yolov4/#:~:text=YOLOv4%20employs%20a%20%22Bag%20of,to%20do%20with%20data%20augmentation.&text=Another%20unique%20contribution%20the%20authors,-Adversarial%20Training%20(SAT).) [Diakses 24 Agustus 2021].
- Tarsidi, D., 2011. Kendala Umum yang Dihadapi Penyandang Disabilitas dalam Mengakses Layanan Publik. Jurnal Asesmen Dan Intervensi Anak Berkebutuhan Khusus, 10(2), p. 201.
- World Health Organization, 2021. Blindness and vision impairment. [Online] Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment> [Diakses 15 September 2021].