

Prototipe Sistem Monitoring Pelanggaran *Zebra Cross* di Lampu Merah Berbasis *Internet of Things*

Jan Revanda Boboy^{a,1,*}, Emanuel Safirman Bata^{a,2}

^aTeknik Informatika, STIKOM Uyelindo, Jl. Perintis Kemerdekaan I, Kayu Putih, Kec. Oebobo, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. 85228

¹janboboy17@gmail.com, ²manuel_bata@yahoo.co.id

*Korespondensi penulis

ARTICLE INFO

Article history

Menerima 13 Mei 2023

Revisi 23 Oktober 2023

Diterima 23 Oktober 2023

Kata Kunci

Zebra Cross
Mikrokontroler
Esp 32-CAM
Ultrasonik
Telegram

ABSTRACT

Zebra Cross is a facility for pedestrians to cross the highway. In addition, zebra crossing is also a marker for motorists that there are lanes for pedestrians to cross. Because of its function to cross the road, pedestrians need to pay attention to their own safety and smooth traffic when crossing. The problem at the red light is the frequent occurrence of violations. Vehicles that break through when the light is red can cause accidents and even cause fatalities. The accident rate in 2022 is 1,321 incidents. Compared to 2021 there were 1,191 incidents. Meanwhile, the number of traffic violations in 2022/2023 was 25,982 compared to 2021 with 11,316. Therefore, the purpose of this study is to create a monitoring system for violations of the zebra crossing line at red lights. This research was built using the prototyping method and using the ESP32-CAM. From the results of this study a tool was created to detect zebra crossing violations using ultrasonic sensors and ESP32-CAM will automatically send evidence of violations via Telegram.

This is an open access article under the [CC-BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



1. Pendahuluan

Semakin berkembangnya teknologi, semakin banyak pula inovasi baru yang diciptakan. Salah satunya yaitu *internet of things* atau yang lebih dikenal dengan *IoT*. Pada umumnya *IoT* merupakan sebuah teknologi yang memungkinkan adanya pengendalian, komunikasi, kerjasama dengan berbagai perangkat keras dan berbagi data melalui jaringan internet sehingga bisa dikatakan *IoT* adalah proses menyambungkan sesuatu (*things*) yang tidak dioperasikan oleh manusia, ke internet [1].

Lampu lalu lintas adalah lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, tempat penyeberangan pejalan kaki, dan tempat arus lalu lintas lainnya. Lampu tersebut menandakan kapan kendaraan harus berjalan dan berhenti secara bergantian dari berbagai arah. Lampu lalu lintas terdiri dari 3 komponen yaitu sinyal *stop* (ditandai dengan lampu merah), *go* (lampu hijau), posisi *stop* (lampu kuning). Lampu kuning inilah yang memberikan interval waktu untuk mulai berjalan atau mulai berhenti. Lampu kuning juga memberi kesempatan untuk berhenti dan berjalan secara perlahan.

Zebra cross merupakan fasilitas untuk pejalan kaki agar dapat melintasi jalan raya. Selain itu, *zebra cross* juga menjadi penanda bagi pengendara bermotor bahwa terdapat jalur untuk pejalan kaki menyeberang. Karena fungsinya untuk menyeberang jalan, maka para pejalan kaki perlu memperhatikan keselamatan diri dan kelancaran lalu lintas saat menyeberang.

Saat ini permasalahan di lampu merah yaitu sering terjadinya pelanggaran. Kendaraan yang menerobos saat lampu sedang merah dapat menyebabkan kecelakaan bahkan sampai menimbulkan korban jiwa. Tingkat kecelakaan pada tahun 2022 sebanyak 1.321 kejadian, dengan

korban meninggal dunia 403 orang, luka berat 488 orang, luka ringan 1.479 orang. Dibandingkan pada tahun 2021 sebanyak 1.191 kejadian maka kurva grafik data kecelakaan lalu lintas mengalami kenaikan sebesar 130 kejadian. Sedangkan jumlah pelanggaran lalu lintas pada tahun 2022/2023 sejumlah 25.982 pelanggaran dibandingkan tahun 2021 sejumlah 11.316 pelanggaran lalu lintas mengalami kenaikan sejumlah 14.666 pelanggaran [2].

Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh (Rahmawati, 2022). Penelitian ini membangun purwarupa sistem peringatan pengendara pelanggar *zebra cross* berbasis mikrokontroler ESP32-CAM, dengan menggunakan sensor ultrasonic untuk mendeteksi kendaraan. Ketika sensor mendeteksi kendaraan melebihi garis *zebra cross* yang ditentukan dan keadaan lampu sedang berwarna merah, maka *buzzer* akan berbunyi sebagai peringatan pengendara yang melanggar garis *zebra cross*. Selanjutnya, sistem akan meng-capture pelanggaran yang terjadi dan hasil tangkapan layarnya akan dikirimkan ke telegram sebagai bukti pelanggaran.

Berdasarkan penjelasan dari latar belakang di atas maka perlu adanya sistem dan alat yang bisa memantau, menegur, dan mencatat identitas pelanggar setiap saat bila ada pelanggaran di jalan raya. Dengan begitu, selain memberikan efek jera dan rasa terpantau pada pengguna jalan, alat ini juga dapat membantu petugas menertibkan pengguna jalan sekitar dan melacak identitas pelanggar bila adanya pelanggaran.

2. Prosedur Penelitian

Tahapan perancangan yaitu tahapan-tahapan yang dilalui oleh peneliti dimulai dari perancangan alat sampai tahap penyajian hasil yang membentuk sebuah alur yang sistematis. Tahapan perancangan digunakan sebagai pedoman peneliti dalam pelaksanaan perancangan agar hasil yang dicapai tujuan yang telah ditentukan sebelumnya. Tahapan perancangan dapat dilihat pada fig. 1.

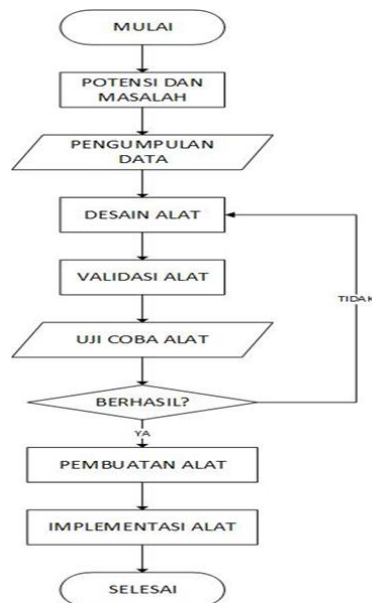


Fig. 1. Flowchart penelitian

Pada Alur penelitian ini dimulai dari mengidentifikasi potensi dan masalah yang ada. Kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data dan referensi dari lokasi terkait dan penelitian penelitian terdahulu. Setelah itu mulai desain dan perancangan alat. Setelah alat selesai dirancang, kemudian dicek dan divalidasi terlebih dahulu. Setelah pengecekan alat, lalu lanjut di uji coba pada simulasi *zebra cross* dan lalu lintas. Jika masih mengalami *error*, alat didesain kembali supaya tidak mengalami *error*. Jika berhasil, lanjut ke pembuatan alat yang memudahkan untuk

pengaplikasian dan implementasi alat.

2.1. Diagram Blok

Fig. 2 merupakan diagram blok dari alat yang dibuat.

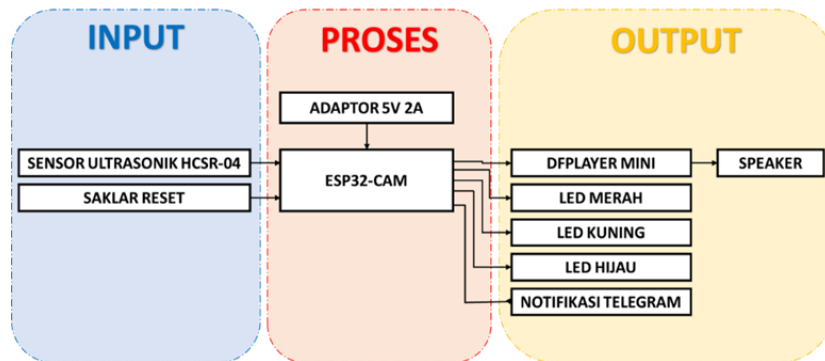


Fig. 2. Diagram blok

- Bagian input meliputi sensor ultrasonik dan saklar *reset*. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi adanya kendaraan yang melewati garis *zebra cross* saat lampu sedang merah. Saklar *reset* digunakan untuk *restart* mikrokontroler esp32cam, agar sistem mulai ulang kembali.
- Bagian proses ada mikrokontroler esp32-cam. Esp32-cam ini digunakan untuk mengolah data masukan dari *input*, untuk mengontrol *output*. Esp32-cam ini diisi program agar sistem berjalan sesuai rancangan. Esp32-cam ini diberi suplai tegangan 5V dengan arus maksimal 2A agar esp32-cam dapat bekerja dan berjalan dengan baik.
- Bagian output ada DF *player* mini, *led* merah, *led* kuning, *led* hijau dan notifikasi telegram. DF *player* mini digunakan untuk mengontrol suara *speaker*. Saat ada perintah dari esp32-cam untuk mengeluarkan suara pelanggaran, DF *player* mini langsung memutar mp3 pelanggaran yang terdapat pada *micro sd card*-nya. *Led* merah sebagai simulasi lampu merah pada lampu lalu lintas. *Led* kuning sebagai simulasi lampu kuning pada lampu lalu lintas. *Led* hijau sebagai simulasi lampu hijau pada lampu lalu lintas. Notifikasi telegram sebagai pemberitahuan yang muncul dari telegram di *smartphone* petugas bila ada pelanggaran *zebra cross* yang terjadi.

2.2. Rangkaian Alat

Perancangan rangkaian dilakukan dengan menggunakan *software fritzing*. Fig. 3 menggambarkan penjelasan rangkaian alat tersebut.

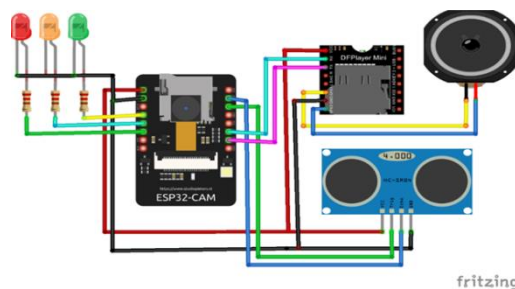


Fig. 3. Rangkaian alat

- Pin katoda *led* merah, kuning, hijau di *jumper*, kemudian dihubungkan ke GND ESP32CAM melalui kabel hitam.
- Pin anoda *led* merah dihubungkan ke *resistor* 220 ohm, lalu dari *resistor* ke pin 14 ESP32CAM melalui kabel hijau

- c. Pin anoda *led* kuning dihubungkan ke *resistor* 220 ohm, lalu dari *resistor* ke pin 15 ESP32CAM melalui kabel cyan.
- d. Pin anoda *led* hijau dihubungkan ke *resistor* 220 ohm, lalu dari *resistor* ke pin 13 ESP32CAM melalui kabel kuning.
- e. Pin VCC ultrasonik dihubungkan ke pin 5V ESP32CAM melalui kabel merah, pin GND ultrasonik dihubungkan ke pin GND ESP32CAM melalui kabel hitam, pin TRIG ultrasonik dihubungkan ke pin 0 ESP32 CAM melalui kabel hijau, pin ECHO ultrasonik dihubungkan ke pin 16 ESP32CAM melalui kabel biru.
- f. Pin VCC DF *player* mini dihubungkan ke pin 5V ESP32CAM melalui kabel merah, pin GND DF *player* mini dihubungkan ke pin GND ESP32CAM melalui kabel hitam, pin RX DF *player* mini dihubungkan ke pin 3 ESP32 CAM melalui kabel *cyan*, pin TX DF *player* mini dihubungkan ke pin 1 ESP32CAM melalui kabel *pink*, pin SPK1 DF *player* mini dihubungkan ke pin 1 *speaker* melalui kabel kuning, pin SPK2 DF *player* mini dihubungkan ke pin 2 *speaker* melalui kabel biru

2.3. Ilustrasi Perancangan

Tahap membangun *prototype* ini merupakan langkah perancangan *prototype* sementara dari sistem yang akan dibuat. Tampilannya dapat dilihat pada fig. 4.

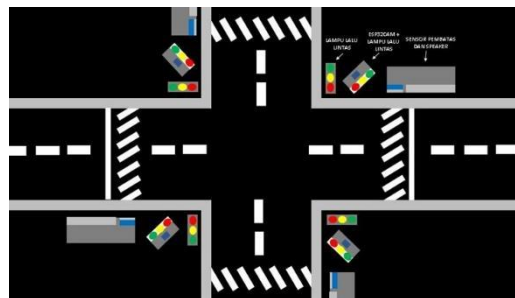


Fig. 4. Ilustrasi perancangan

- a. Lampu lalu lintas dalam setiap jalan ada 2 buah. 1 lampu lalu lintas yang disebelah kiri dan 1 lagi lampu lalu lintas yang dilengkapi dengan kamera disebelah kanan. Pada perempatan total ada 8 buah lampu lalu lintas dan 4 buah esp32cam.
- b. Dalam setiap jalan memiliki 1 sensor jarak untuk mendeteksi pelanggar *zebra cross* saat lampu merah dan 1 *speaker* untuk menegur si pelanggar. Pada perempatan total ada 4 sensor jarak ultrasonik dan 4 *speaker*.

2.4. Alur Kerja Sistem

Untuk mengetahui cara kerja dari sistem maka peneliti membuat *flowchart* alur kerja sistem, Fig. 5 berikut ini merupakan *flowchart* dan penjelasan dari alur kerja sistem.

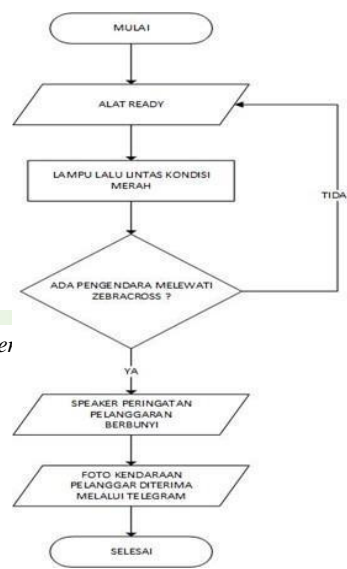


Fig. 5. Alur kerja sistem

- a. Pertama mulai. Pastikan semua komponen dan alat sudah terpasang dengan benar. Hubungkan adaptor alat ke stop kontak.
- b. Selanjutnya alat *ready*. Setelah adaptor alat terhubung ke stop kontak alat akan menyala. Indikator alat menyala ditandai dengan notifikasi telegram bahwa alat sudah *ready* dan mendapat jaringan internet sekitar.
- c. Lampu lalu lintas bekerja seperti biasanya. Saat lampu sudah merah, sistem keamanannya akan aktif mendeteksi pelanggar yang melewati garis *zebra cross*. Jika lampu hijau atau kuning, sistem keamanannya mati sehingga kendaraan bebas lalu-lintas.
- d. Ada pengendara melewati *zebra cross*? bila ada yang melewati *zebra cross* saat lampu sedang merah, kamera esp32-cam langsung memotret kendaraan pelanggar.
- e. Setelah *speaker* berbunyi untuk peringatan kepada si pelanggar. Foto kendaraan pelanggar tersebut dikirim oleh esp32-cam ke telegram petugas terkait.
- f. Bila tidak ada yang melewati *zebra cross* saat lampu merah, tidak terjadi apa-apa, dan sistem keamanannya akan terus standby di lampu merah
- g. Selesai.

3. Hasil dan Pembahasan**3.1. Model simulasi**

Model tempat untuk melakukan simulasi dari sistem ini menggunakan papan prototipe perempatan jalan raya. Dilengkapi dengan miniatur pembatas jalan, *zebra cross*, lampu lalu lintas yang disertai kamera dan lampu *flash*, *speaker* perempatan, dan sensor jarak. Kendaraan yang digunakan untuk simulasi adalah miniatur dari bus.

3.2. Pengujian sensor jarak pada pelanggar *zebra cross*

Sensor jarak yang digunakan menggunakan sensor ultrasonik. Dengan menggunakan sensor ultrasonik, sistem deteksi tidak akan terganggu dengan keadaan cuaca dan kondisi cahaya baik saat cerah yang terang ataupun mendung yang gelap. Sensor ultrasonik yang digunakan dalam prototipe ini adalah sensor ultrasonik tipe HC-SR04. Sensor ini mampu mendeteksi jarak dari 0 meter hingga 3 meter. Pengujian sensor jarak dilakukan dengan menempatkan miniatur bus di depan sensor ultrasonik saat lampu sedang menyala merah. Dengan begitu, didapat respon *output* dan interval waktunya.

a. Pengujian interval waktu kamera

Pada saat lampu sedang merah, sensor pelanggar *zebra cross ready*. Begitu ada kendaraan yang menginjak *zebra cross*, kamera akan langsung memotret kendaraan itu. Ciri kamera memotret kendaraan ditandai dengan menyalanya lampu flash kamera. Tampilannya dapat dilihat pada fig. 6. Respon waktu yang dibutuhkan kamera untuk memotret kendaraan saat ada pelanggar *zebra cross* dicatat dalam tabel 1.

Tabel 1. Percobaan respon kamera

Percobaan Ke-	Interval Waktu	Status
1	2	Berhasil
2	2	Berhasil
3	1	Berhasil
4	2	Berhasil
5	3	Berhasil
6	2	Berhasil
7	2	Berhasil
8	3	Berhasil
9	2	Berhasil
10	2	Berhasil



Fig. 6. Pengujian interval waktu kamera

b. Pengujian interval waktu *speaker*

Pada saat lampu sedang merah, sensor pelanggar *zebra cross ready*. Begitu ada kendaraan yang menginjak *zebra cross*, *speaker* akan langsung berbunyi dan menyampaikan pesan adanya tindakan pelanggaran *zebra cross*. Tampilannya dapat dilihat pada fig. 7. Respon waktu yang dibutuhkan *speaker* untuk berbunyi setelah ada kendaraan yang melanggar *zebra cross* dicatat dalam tabel 2.

Tabel 2. Percobaan respon *speaker*

Percobaan Ke-	Interval Waktu	Status
1	4	Berhasil
2	4	Berhasil
3	3	Berhasil
4	4	Berhasil
5	5	Berhasil
6	4	Berhasil
7	4	Berhasil
8	5	Berhasil
9	4	Berhasil
10	4	Berhasil



Fig. 7. Pengujian interval waktu *speaker*

c. Pengujian interval waktu telegram

Pada saat lampu sedang merah, sensor pelanggar *zebra cross ready*. Begitu ada kendaraan yang menginjak *zebra cross*, foto kendaraan akan langsung terkirim ke telegram karena adanya tindakan pelanggaran *zebra cross*. Tampilannya dapat dilihat pada fig. 8. Respon waktu yang

dibutuhkan foto untuk terkirim ke telegram setelah ada kendaraan yang melanggar *zebra cross* dicatat dalam tabel 3.



Fig. 8. Pengujian interval waktu telegram

Tabel 3. Percobaan respon telegram

Percobaan Ke-	Interval Waktu	Status
1	6	Berhasil
2	6	Berhasil
3	5	Berhasil
4	6	Berhasil
5	7	Berhasil
6	6	Berhasil
7	6	Berhasil
8	7	Berhasil
9	6	Berhasil
10	6	Berhasil

d. Pengujian gambar telegram

Pada pengujian ini, foto yang berhasil dipotret kamera lalu dikirim ke telegram dilihat apakah foto pada bagian plat nomor kendaraan terlihat jelas atau tidak. Hal ini dimaksudkan agar memudahkan pelacakan bila gambar pada plat nomor kendaraan terlihat jelas. Tabel 4 berikut ini merupakan hasil pengujian status kejelasan gambar dari foto kendaraan yang diambil yang diterima telegram

Tabel 4. Percobaan gambar telegram

Percobaan Ke-	Gambar Kendaraan	Gambar Plat Nomor
1	Jelas	Jelas
2	Jelas	Jelas
3	Jelas	Jelas
4	Jelas	Jelas
5	Jelas	Tidak jelas
6	Jelas	Jelas
7	Jelas	Jelas
8	Jelas	Jelas
9	Jelas	Jelas
10	Jelas	Jelas

Pada pengujian kejelasan gambar yang diterima telegram, dalam 10x percobaan gambar kendaraan terlihat jelas semua dan gambar plat nomor ada 1 yang buram/tidak jelas, seperti tampak pada fig. 9.

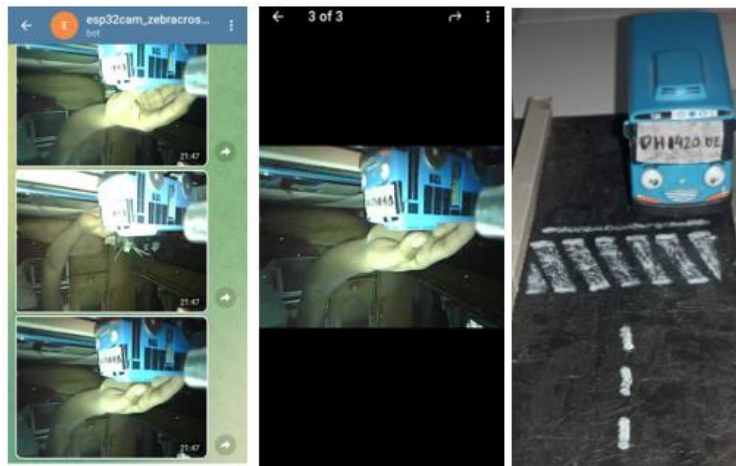


Fig. 9. Pengujian interval waktu telegram

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian prototipe sistem monitoring pelanggaran garis *zebra cross* di lampu merah berbasis internet of things (iot) ini telah berhasil dijalankan dengan kesimpulan sebagai berikut. Sensor jarak ultrasonik HC-SR04 berhasil mendeteksi adanya pelanggaran zebra cross saat lampu sedang merah. Kamera memotret kendaraan rata-rata 2 detik setelah sensor jarak mendeteksi adanya pelanggaran saat lampu merah dengan tingkat keberhasilan 100%. *Speaker* berbunyi untuk menghimbau pelanggar rata-rata 4 detik setelah sensor jarak mendeteksi adanya pelanggaran saat lampu merah dengan tingkat keberhasilan 100%. Telegram menerima foto kendaraan pelanggar rata-rata 6 detik setelah sensor jarak mendeteksi adanya pelanggaran saat lampu merah dengan tingkat keberhasilan 100%. Gambar kendaraan yang diterima telegram terlihat jelas semua dalam 10x percobaan dengan tingkat kemungkinan gambar buram 0%. Sementara itu gambar plat nomor kendaraan dalam 10x percobaan memiliki tingkat kemungkinan buram 10% saja.

Daftar Pustaka

- [1] R. Hafid Hardyanto, 2017, "Konsep *Internet Of Things* Pada Pembelajaran Berbasis Web", Jurnal Dinamika Informatika Volume 6, No 1, Februari 2017 ISSN 1978-1660: 87-97. ISSN online 2549-8517
- [2] Woso R. 2023. Data IRSMS Polda NTT Ungkap Selama Tahun 2022, 403 Orang Meninggal Akibat Kecelakaan Lalu lintas. *Pos-Kupang.com*. [internet]. [Diakses 24 Febuari 2023].

- Tersedia pada: <https://kupang.tribunnews.com/2023/02/08/data-irsms-polda-ntt-ungkap-selama-tahun-2022-403-orang-meninggal-akibat-kecelakaan-lalu-lintas>
- [3] Rahmawati, Y., Simanjuntak, I. U. V., & Simorangkir, R. B. 2022. Rancang Bangun Purwarupa Sistem Peringatan Pengendara Pelanggar Zebra Cross Berbasis Mikrokontroler ESP-32 CAM. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 4(2): 189-195.
- [4] Yolanda, M., Rahmat, B., & Hertina, S. N. 2021. Pendeteksi Pelanggaran Penyeberang Jalan Pada *Zebra Cross* Berbasis *Internet Of Things*. *Proceedings of Engineering*. [internet]. [Diakses 19 Februari 2023]. 8(5): 5212. Tersedia pada: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/15850>
- [5] Al Khari, M. H. 2021. Mikrokontroler: Pengertian, Struktur dan Jenis-Jenisnya. Retrieved from mahirelektro.com [internet]. [Diakses 16 Februari 2023]. Tersedia pada: <https://www.mahirelektro.com/2020/10/pengertian-mikrokontroler-struktur-dan-jenisnya.html/>
- [6] Indobot. 2022. Mengenal ESP32-Cam dan bagaimana cara menggunakannya. Retrieved from indobot.co.id [internet]. [Diakses 19 Februari 2023]. Tersedia pada: <https://teknikelektronika.com/pengertian-led-light-emitting-diode-cara-kerja/>
- [7] Nn-digital. 2019. Cara Kerja Sensor HC-SR04 dan Contoh Program HC-SR04 Dengan Arduino. Retrieved from nn-digital.com [internet]. [Diakses 19 Februari 2023]. Tersedia pada: <https://www.nn-digital.com/blog/2019/07/31/cara-kerja-sensor-hc-sr04-dan-contoh-program-dengan-arduino/>
- [8] Nn-digital. 2019. MP3 Player Menggunakan DF Player Mini dan Arduino. Retrieved from nn-digital.com [internet]. [Diakses 19 Februari 2023]. Tersedia pada: <https://www.nn-digital.com/blog/2019/06/13/mp3-player-menggunakan-dfplayer-mini-dan-arduino/>
- [9] Catherine. 2015. Pengertian & Fungsi *Speaker*. Retrieved from audioengine.co.id [internet]. [Diakses 16 Februari 2023]. Tersedia pada: <https://www.audioengine.co.id/pengertian-fungsi-speaker/>
- [10] Kho, D. 2022. Pengertian LED (*Light Emitting Diode*) dan Cara Kerjanya. Retrieved from teknikelektronika.com [internet]. [Diakses 19 Februari 2023]. Tersedia pada: <https://teknikelektronika.com/pengertian-led-light-emitting-diode-cara-kerja/>
- [11] Ananda, R., 2018. 40 Project Dan Android. Yogyakarta (ID): Budi Utama.