

# Perancangan Alat Penangkap Gambar Pelaku Kejahatan Berbasis Node MCU ESP32 CAM

Ichwan Purwata  
Teknik Informatika  
STMIK Lombok Praya  
Praya, Indonesia

ichwanpurwata2017@gmail.com

Maulana Ashari  
Sistem Informasi  
STMIK Lombok  
Praya, Indonesia

aarydarkmaul@gmail.com

Wire Bagye  
Teknik Informatika  
STMIK Lombok  
Praya, Indonesia

wirestmik@gmail.com

Saikin  
Sistem Informasi  
STMIK Lombok  
Praya, Indonesia

eken.apache@gmail.com

Diterima : November 2022

Disetujui : November 2022

Dipublikasi : Januari 2023

**Abstrak :** Gambar merupakan salah satu alat bukti tindak kejahatan. Gambar dapat memberikan banyak informasi diantaranya tentang pelaku, jam kejadian, cara terjadi dan lainnya. Ada banyak alat yang telah dihasilkan dengan menggunakan Node MCU ESP32 CAM. Penggunaan ESP 32 CAM karena memiliki fitur kemampuan menangkap gambar dengan modul kamera yang telah terpasang. Penggunaan ESP 32 CAM banyak digunakan pada proyek *Internet of Things* (IoT) karena memiliki modul Wifi yang terpasang onboard. Pada proyek penangkap gambar yang mendeteksi manusia maka ESP 32 CAM membutuhkan modul tambahan sebuah Sensor PIR *Motion*. Ada banyak jenis sensor PIR *Motion* dengan jarak jangkauan yang beragam dan waktu respon yang berbeda. Pada penelitian ini dilakukan pengujian beberapa jenis sensor PIR *Motion* untuk mendapatkan data PIR Motion dengan jangkauan terjauh dan respon tercepat. Dikembangkan rancangan alat penangkap gambar berbasis ESP 32-CAM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor PIR *Motion* terbaik ialah seri HC-SR501 dan rancangan rangkaian alat penangkap gambar dapat bekerja pada ruang gelap dan memiliki sumber tegangan sendiri dari batrai yang dapat diisi ulang.

**Kata Kunci :** ESP32 CAM; PIR Motion; Penangkap Gambar

**Abstract :** Pictures are one of the evidence of a crime. Images can provide a lot of information including about the perpetrator, the time of the incident, how it happened and others. There are many tools that have been generated using the Node MCU ESP32 CAM. The use of ESP 32 CAM because it has the ability to capture images with a camera module that has been installed. The use of ESP 32 CAM is widely used in *Internet Of Things* (IoT) projects because it has a Wifi module installed onboard. In the project of capturing images that detect humans, the ESP 32 CAM requires an additional module, a PIR Motion Sensor. There are many types of PIR Motion sensors with varying ranges and different response times. In this study, several types of PIR Motion sensors were tested to obtain Motion PIR data with the farthest range and fastest response. ESP 32-CAM based image capture tool was developed. The results show that the best PIR Motion sensor is the HC-SR501 series and the design of the image capture device can work in a dark room and has its own voltage source from a rechargeable battery.

**Keywords:** ESP32 CAM; PIR Motion; Image Capture.

## I. PENDAHULUAN

Angka kriminalitas di Provinsi Nusa Tenggara Barat relative tinggi sesuai dengan catatan Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2020 terdapat 6.963 kasus kejahatan yang dilaporkan ke Kepolisian. Jumlah kejahatan pencurian dengan pemberatan berada di posisi kedua dengan 610 kasus [1]. Sasaran pencurian daerah perkotaan ialah pertokoan dan ATM sedangkan daerah pedesaan menasar hewan ternak dan tabung gas. Kerugian akibat pencurian ini berdampak pada perekonomian dan trauma pada korban.

Bukti kejahatan pencurian sulit didapatkan jika terjadi pada daerah yang tidak terpasang CCTV seperti kandang ternak dan perumahan masyarakat desa. Membantu masyarakat Nusa Tenggara Barat dalam menyelesaikan permasalahan sektor Ekonomi, Budaya, Keamanan, Dan Pariwisata Halal. Dengan alat penangkap gambar tindakan pencurian maka dapat dilakukan identifikasi pelaku kejahatan, waktu terjadi tindakan. Gambar pelaku dapat menjadi alat bukti laporan ke kepolisian dan waktu kejadian perkara menjadi acuan masyarakat dalam melakukan penjangaan lingkungan.

Telah banyak alat pemantau menggunakan ESP32 CAM yang dapat menyajikan gambar foto maupun video. Metode operasional alat dapat berjalan lokal maupun inter lokal dengan mengimplementasikan *Internet of Things* (IoT). ESP32 CAM dilengkapi dengan modul kamera OV2640 dan OV7670 beserta LED flash. Kualitas gambar yang dihasilkan sebesar 2 Megapixel. Modul ESP32 CAM tidak dilengkapi dengan LED *Infrared* sehingga pengambilan gambar diruang gelap dengan jarak lebih dari 3 meter memiliki kualitas sangat rendah bahkan tidak dapat diidentifikasi [2].

Semakin meningkatnya tindak kejahatan pencurian mendorong kebutuhan perangkat pemantauan dan kontrol peralatan rumah tangga jarak jauh [3]. Sistem pemantauan dan kontrol jarak Implementasi system elektronik atau mekatronika terkontrol untuk mengendalikan perangkat rumah tangga selanjutnya disebut Rumah Pintar (*Smart Home*) [4]. Teknologi Rumah pintar telah berkembang dari kinerja fungsi menghidup dan mematikan peralatan remot kontrol berbasis Bluetooth dan Wireless menjadi monitoring

jarak jauh bahkan mampu mengirim gambar melalui jaringan Internet yang lebih dikenal dengan *Internet of Things* (IoT) [5]. *Implementasi Internet of Things* dapat digunakan dalam berbagai bidang [6][7]. Modul Node MCU ESP32 CAM merupakan salah satu yang mendukung Sistem Rumah Pintar dan telah terbukti keandalannya dalam implementasi pengoperasian modul kamera . Implementasi Node MCU ESP32 CAM pada *Smart Home* berbasis *Internet of Things* menunjukkan keseluruhan pengujian berhasil mengambil dan mengirim gambar[8]. ESP32 CAM telah digunakan untuk menangkap gambar pada *embedded system* yang diterapkan dalam system kehadiran berbasis Pengenalan Wajah [9]. Pemanfaatan modul kamera telah digunakan untuk memindai QR code pada pengembangan alat *Smart Home* berbasis QR Code[8]. Pada teknologi yang lebih tinggi telah digunakan pada system pendeteksi golongan darah dengan jarak pindai 20 centimeter [11]. Hasil pemindaian gambar ditampilkan melalui aplikasi Telegram, WEB, dan TFT SPI [12][13].

Implementasi ESP32 CAM berbasis *Internet of things* menggunakan beberapa layanan pengiriman data dan informasi. Layanan berfungsi sebagai broker atau penyambung sehingga pengiriman data dapat dilakukan dari ESP32 CAM ke perangkat tujuan. Blink merupakan aplikasi untuk keperluan menjalankan system berbasis IoT [14]. Telegram menyediakan *Applications Program Interface* untuk keperluan komunikasi dengan perangkat IoT [15]. *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) merupakan standar pesan untuk IoT yang bekerja menggunakan metode subscribe dengan pemrograman yang minim[16]. delay *transfer* pada MQTT sebesar 0.008634 Detik dan nilai *throughput* 9,2 MBit/sec. Sehingga pengiriman gambar dari ESP32 CAM dapat berjalan pada bandwidth rendah beserta latency tinggi[17].

Implementasi ESP32 CAM diintegrasikan dengan modul atau komponen lain untuk menjalankan fungsi tertentu dan telah dilakukan pengukuran kinerja pada modul tersebut. Dalam mendeteksi manusia digunakan sensor suhu tubuh *passive infrared* sensor (PIR) *Motion* sebagai input. Jika manusia atau makhluk hidup melintas pada area yang dijangkau sensor PIR *Motion* maka dapat menjadi masukkan untuk ESP32 CAM untuk menjalankan program menangkap dan mengirim gambar melalui jaringan Internet. Hasil Pengujian dilakukan pada jangkauan efektif dari PIR *Motion* menunjukkan jarak efektif 0 sd 5 meter dan pengujian waktu respon menunjukkan waktu tunda rata rata 2,7 detik[18][19].

Telah dilakukan pengujian penggunaan Node MCU ESP32 CAM dalam beberapa implementasi. Implementasi pada Machine Learning digunakan untuk tugas-tugas pembelajaran mesin skala kecil (tinyML) dengan Kemudahan penggunaan platform seperti Arduino IDE, MicroPython dan TensorFlow Lite (TF) menyimpulkan bahwa ESP32 CAM dapat digunakan untuk beberapa tugas pembelajaran mesin sederhana dan untuk pengambilan gambar kamera dan mempersiapkan prosesor lain yang lebih kuat [20][21]. Pada *image processing* perubahan pixel dari ESP32 CAM digunakan sebagai dasar perhitungan menggunakan rumus regresi polinomial. Keakuratan pengukuran pada ketinggian 1 cm sampai 7 cm dengan nilai kesalahan relatif sebesar 1,26%. Untuk ketinggian 8 cm pengukuran tidak akurat dengan nilai kesalahan relatif 250,31% [22]. Penggunaan pada system deteksi curah hujan menunjukkan hasil pengujian berjalan dengan baik melalui

pengolahan gambar yang dihasilkan ESP32 CAM menggunakan software python berupa histogram (skala abu-abu) yang akan dianalisa menggunakan *Fourier Transform* Metode analisis [23]. Pada system pengenalan wajah menemukan bahwa ESP32 CAM tidak dapat membedakan wajah asli dan foto wajah[24][25]. Implementasi pada system pengukuran kecepatan kendaraan menghasilkan kualitas yang rendah sehingga perlu dilakukan peningkatan kualitas kamera untuk meningkatkan citra gambar yang dihasilkan [26].

Pada penelitian dilakukan pengujian berbagai jenis sensor PIR *Motion* dan penambahan LED *Infrared* . pengujian berbagai jenis sensor PIR dilakukan untuk mendapat data spesifikasi jarak jangkauan dari berbagai tipe sensor PIR *Motion*. Data ini dapat digunakan sebagai acuan penggunaan sensor yang sesuai dengan kondisi lokasi penggunaan alat. Penambahan LED *Infrared* bertujuan memberikan pencahayaan diruang gelap agar gambar dapat diidentifikasi oleh mata manusia. LED *Infrared* tidak terlihat oleh mata namun memberikan pencahayaan yang baik pada gambar yang dihasilkan oleh kamera.

## II. METODE

Untuk mendapatkan data jarak jangkauan maksimal yang dapat dideteksi oleh sensor PIR maka dilakukan Tahapan penelitian berdasarkan gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

### Analisa

Pada tahap ini dilakukan analisa kembali kebutuhan alat bahan yang dipelurkan serta penelitian terkait metode peningkatan kualitas gambar ESP32 CAM. Analisa dilakukan dengan mengumpulkan informasi kebutuhan alat untuk pengembangan desain alat penangkap gambar tindakan kejahatan. Analisa kebutuhan modul dan perangkat pendukung operasional ESP 32 CAM

### Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan menelusuri kembali melalui web pengindeks artikel penelitian internasional untuk mendapatkan data penelitian terbaru terkait Optimasi ESP32 CAM. Pengumpulan data juga dilakukan untuk mendapatkan spesifikasi beberapa modul dan komponen yang digunakan pada penelitian terbaru pada penggunaan ESP 32 CAM untuk menangkap gambar.

### Implementasi

Pada tahapan dilakukan pengujian pada berbagai sensor PIR *Motion* serta desain skema rangkaian rancangan alat Alat

Penangkap Gambar Pelaku Kejahatan Berbasis Node MCU ESP32 CAM. pengujian dilakukan dengan merangkai berbagai PIR *Motion* dalam satu papan Tercetak (PCB) sehingga adapat dijalankan pengujian pada waktu yang bersamaan dan jarak sensor dan objek yang seragam.

**Pengukuran**

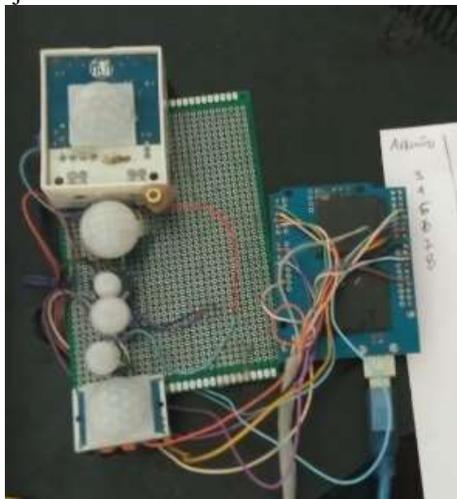
Pengujian dan pengukuran dilakukan untuk mendapatkan hasil penelitian sebagai rujukan pengembangan alat berbasis ESP 32 CAM dan Sensor PIR Mition. Pengukuran jarak jangkauan maksimal dari beberapa Sensor PIR *Motion* yang dipasang pada satu papan PCB sehingga dapat dilakukan pengujian pada waktu yang bersamaan dan posisi jarak sensor yang seragam.

**Pengembangan**

Dilakukan pengembangan desain alat Penangkap Gambar Pelaku Kejahatan Berbasis Node MCU ESP32 CAM. Desain ini merupakan pengembangan (*Development*) dari hasil penelitian yang telah dilakukan. Pengembangan yang dilakukan guna menambah kemampuan atau kualitas hasilkinerja ESP 32 CAM dalam menangkap gambar.

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dilakukan perakitan berbagai sensor PIR dalam sebuah papan PCB seperti pada gambar 2. Tujuan perakitan ini ialah untuk melakukan pengujian berbagai sensor PIR dalam waktu yang bersamaan. Perangkat pendukung dalam pengujian ini ialah sebuah arduino nano sebagai pemroses utama, sensor Ping untuk mendapatkan jarak objek manusia serta penambahan dua buah laser untuk memastikan sudut pembacaan sensor PIR telah terarah pada objek manusia saat pengujian.



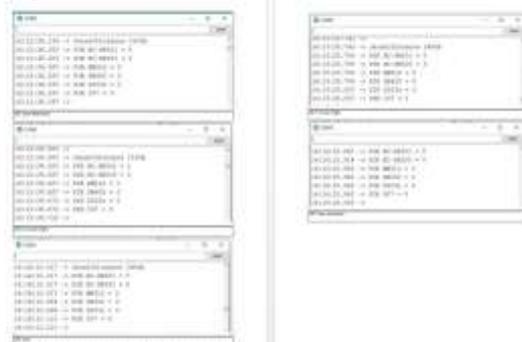
Gambar 2. Berbagai PIR *Motion* Sensor pada PCB

Selanjutnya dilakukan pengujian pada objek manusia. Pengujian dilakukan pada ruang tertutup untuk menghindari noise dari hewan atau orang lain yang melintas. Pengujian dilakukan pada siang hari dengan menggunakan sebuah tripod untuk penempatan PCB sedngkan objek manusia bergerak mendekati sensor. Jarak awal yang digunakan ialah 12 meter dengan mempertimbangkan jarak terjauh objek pada implementasi ialah sejauh 12 meter.



Gambar 3. Pengujian berbagai sensor PIR *Motion*

Untuk mendapatkan data hasil pembacaan beberapa sensor PIR *Motion* dalam teks maka digunakan dengan aplikasi arduino IDE. Pengujian ini dilakukan dengan memanfaatkan data dari serial monitor Arduino IDE diperlihatkan pada gambar 3. Serial monitor ini dapat menampilkan current time. Selain current time ditampilkan juga jarak objek manusia dengan posisi sensor PIR *Motion* dilihat pada gambar 4. Data jarak ini diperoleh dari sebuah senssor jarak ultrasonic.



Gambar 4. Hasil pengujian berbagai sensor PIR *Motion*.

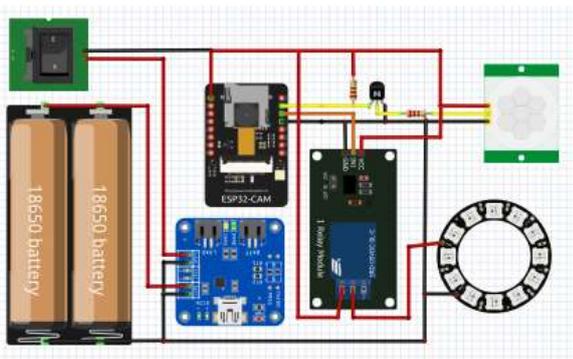
Hasil pengujian berbagai sensor dinyatakan dalam tabel

1.

Tabel 1. jarak jangkau sensor PIR Motion

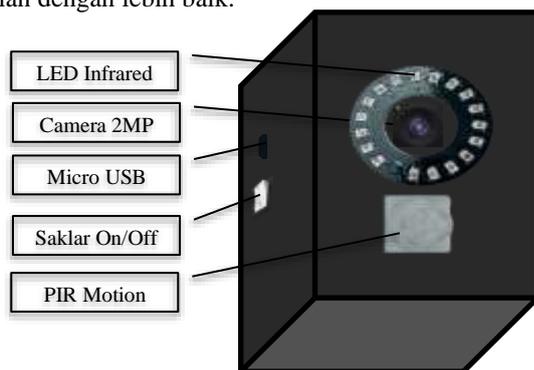
No	PIR <i>Motion</i>	Rata rata Jarak (Meter)
1	HC-SR505	3,5
2	HC-SR501	4,2
3	SR602	3,7
4	AM312	3,2
5	D203s	2,4
6	PIR 507	2,9

Perancangan skema rangkaian alat penangkap gambar tindak kejahatan berbasis Node MCU ESP32 CAM dilakukan dengan mengacu pada hasil pengujian berbagai sensor PIR *Motion*. Table 1 menunjukkan bahwa PIR *Motion* jenis HC-SR501 memiliki kemampuan membaca objek manusia dengan jarak terjauh yaitu 4,2 Meter. Berdasarkan data tersebut maka pada rancangan skema rangkaian menggunakan PIR *Motion* HC SR501. Pada rancangan rangkaian gambar 5, dilengkapi dengan batrai lithium 18650 sebagai sumber tegangan. Ditambahkan modul charger untuk mengisi baterai dan sekaligus *converter* dari tegangan 3,7 Volt DC menjadi 5 Volt DC. Tegangan 5 Volt DC diperlukan untuk menjalankan Node MCU ESP 32 Cam, Modul Relay, Modul Pir *Motion*.



Gambar 5. Skema Rangkaian

Dilakukan perancangan box alat penangkap gambar dengan desain ditunjukkan gambar 6. Pada gambar 6 dideskripsikan penempatan sensor, saklar, Port USB, kamera, dan LED Infrared. Penambahan modul LED Infra red bertujuan memberikan cahaya pada ruang gelap pada objek. Dengan aplikasi LED Infrared maka objek manusia akan terlihat lebih jelas pada hasil penangkapan gambar oleh kamera ESP32 CAM. Hal ini mengacu pada cara kerja kamera CCTV yang menambahkan Infrared untuk memberikan sinar tak kasat mata pada objek. Infrared tidak terlihat oleh mata manusia sehingga fungsi ESP 32 CAM sebagai pengintai untuk mendapatkan gambar pelaku dapat berjalan dengan lebih baik.



Gambar 6. Pemasangan pada Boks

#### IV. KESIMPULAN

Hasil pengujian sensor PIR *Motion* menunjukkan bahwa seri terbaik dengan katagori jarak pembacaan ialah seri HC-SR01. Telah dirancang skema rangkaian dan desain Boks alat penangkap gambar berbasis Node MCU ESP32-CAM yang mampu bekerja pada ruang gelap dengan sumber tegangan baterai yang dapat diisi ulang.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada KEMENRISTEKDIKBUD selaku sumber dana penelitian ini. Bagian LPPM STMIK Lombok selaku penyalur dana kegiatan.

#### REFERENSI

[1]. ataboks, "Jumlah Kasus Kejahatan yang Dilaporkan Menurut Kabupaten/Kota di NTB (2020)," 2020. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/>

2021/11/05/hampir-7-ribu-kasus-kejahatan-terjadi-di-ntb-pada-2020.

- [2]. Ai-thinker, "ESP32-CAM CAMERA development board," vol. 1, pp. 0–4, 1375.
- [3]. P. Kantha & Priyanka, "Realization of an IoT System to Ensure Doorway Security by Integrating ESP32-CAM with Cloud Server," pp. 1235–1238, 2020.
- [4]. F. Alauddin, "Rancang Bangun Network Attached Storage ( NAS ) Rancang Bangun Network Attached Storage ( NAS)," 2021.
- [5]. D. Noviani and S. Riyanto, "Aplikasi Sistem Keamanan Rumah Berbasis *Internet of Things* Menggunakan Blynk," Pros. Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Komun., vol. 4, no. 1, pp. 2–3, 2021, [Online]. Available: <http://prosiding.unipma.ac.id/index.php/SE NAIK/article/view/1946>.
- [6]. G. Priyandoko, "Rancang Bangun Sistem Portable Monitoring Infus Berbasis Internet of Things," Jambura J. Electr. Electron. Eng., vol. 3, no. 2, pp. 56–61, 2021, doi: 10.37905/jjee.v3i2.10508.
- [7]. M. Ismail, R. K. Abdullah, and S. Abdussamad, "Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things (IoT) Dengan Sistem Teknologi Informasi," Jambura J. Electr. Electron. Eng., vol. 3, no. 1, pp. 7–12, 2021, doi: 10.37905/jjee.v3i1.8099.
- [8]. M. F. Wicaksono and M. D. Rahmatya, "Implementasi Arduino dan ESP32 CAM untuk Smart Home," J. Teknol. dan Inf., vol. 10, no. 1, pp. 40–51, 2020, doi: 10.34010/jati.v10i1.2836.
- [9]. N. Jaini, E. Asri, and F. Nova, "Sistem Manajemen Kehadiran Menggunakan Metode Face Recognition Berbasis Web," JITSI J. Ilm. Teknol. Sist. Inf., vol. 2, no. 2, pp. 48–55, Jun. 2021, doi: 10.30630/jitsi.2.2.39.
- [10]. R. B. S. Bayu, R. P. Astutik, and D. Irawan, "Rancang Bangun Smarthome Berbasis Qr Code Dengan Mikrokontroler Module Esp32," JASEE J. Appl. Sci. Electr. Eng., vol. 2, no. 01, pp. 47–60, 2021, doi: 10.31328/jasee.v2i01.60.
- [11]. H. G. GHIFARI, D. DARLIS, and A. HARTAMAN, "Pendeteksi Golongan Darah Manusia Berbasis Tensorflow menggunakan ESP32-CAM," ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron., vol. 9, no. 2, p. 359, 2021, doi: 10.26760/elkomika.v9i2.359.

- [12]. A. Rifaini, S. Sintaro, and A. Surahman, "Alat Perangkap Dan Kamera Pengawas Dengan Menggunakan Esp32-Cam Sebagai," vol. 2, pp. 53–63, 2021.
- [13]. P. Rai and M. Rehman, "ESP32 Based Smart Surveillance System," in 2019 2nd International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (iCoMET), Jan. 2019, pp. 1–3, doi: 10.1109/ICOMET.2019.8673463.
- [14]. blynk, "A fully integrated suite of IoT software," 1375. [https://blynk-io.translate.google/?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=id&\\_x\\_tr\\_hl=id&\\_x\\_tr\\_pto=op,sc](https://blynk-io.translate.google/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=op,sc).
- [15]. A. Jeklin, "Arduino Telegram," 2016. <http://www.arduino.web.id/2021/03/bot-telegram-untuk-project-iot.html>.
- [16]. "MQTT: The Standard for IoT Messaging." <https://mqtt.org>.
- [17]. Z. B. Abilovani, W. Yahya, and F. A. Bakhtiar, "Implementasi Protokol MQTT Untuk Sistem Monitoring Perangkat IoT," J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput., vol. 2, no. 12, pp. 7521–7527, 2018, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>.
- [18]. A. Setiawan and A. Irma Purnamasari, "Pengembangan Passive Infrared Sensor (PIR) HC-SR501 dengan Microcontrollers ESP32-CAM Berbasis Internet of Things (IoT) dan Smart Home sebagai Deteksi Gerak untuk Keamanan Perumahan," Prosiding Semin. Nas. SISFOTEK (Sistem Inf. dan Teknol. Informasi), vol. 3, no. 1, pp. 148–154, 2019, [Online]. Available: <http://seminar.iaii.or.id/index.php/SISFOTEK/article/view/118>.
- [19]. A. A. Ashar and D. H. R. Saputra, "Design and Build a Safe Security System Using RFID With e-KTP as a Tag and Monitoring With IoT-Based Esp32-CAM With Telegram Notifications," Indones. J. Innov. Stud., vol. 15, pp. 1–13, 2021, doi: 10.21070/ijins.v13i.527.
- [20]. M. Z. H. Zim, "TinyML: Analysis of Xtensa LX6 microprocessor for Neural Network Applications by ESP32 SoC," Cornell University, 2021.
- [21]. K. Dokic, "Microcontrollers on the edge – is esp32 with CAMera ready for machine learning?," in Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 2020, vol. 12119 LNCS, pp. 213–220, doi: 10.1007/978-3-030-51935-3\_23.
- [22]. H. Fitri and D. Ivan Finiel Hotmartua Bagariang, "Pemanfaatan Esp32-CAM Untuk Mengukur Ketinggian Air Menggunakan Metode Image Processing," Semin. Nas. Terap. Ris. Inov. Ke-6 ISAS Publ. Ser. Eng. Sci., vol. 6, no. 1, pp. 762–769, 2020.
- [23]. B. H. Sirenden, A. Manao, and N. Mn, "JoTP Development of CAMera-Based Rainfall Intensity," vol. 3, no. 2, pp. 89–100, 2021, doi: <https://doi.org/10.32734/jotpv3i2.5407>.
- [24]. A. Putra, M. Susilo, D. Darlis, and D. A. Nurmantris, "Pengenalan Wajah Berbasis Esp32-Cam Untuk Sistem Kunci Sepeda Motor Esp32-Cam-Based Face Recognition For Motorcycle," vol. 8, no. 2, pp. 1091–1103, 2021, doi: <https://doi.org/10.25124/jett.v8i2.4199>.
- [25]. Y. Rahmawati, I. Uli, V. Simanjutak, and R. B. Simorangkir, "Volume 4 Nomor 2 Juli 2022 Rancang Bangun Purwarupa Sistem Peringatan Pengendara Pelanggar Zebra Cross Berbasis Mikrokontroler ESP-32 CAM," Jambura J. Electr. Electron. Eng., vol. 4, no. 2, pp. 191–192, 2022.
- [26]. N. G. Lam, "Vehicle Speed Measurement Using," UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, 2021.