

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *YOLO* (*you only look once*) PADA
RANCANGAN *PROTOTYPE* SISTEM KEAMANAN LACI KASIR**

***IMPLEMENTATION OF YOLO ALGORITHM (you only look once)
ON THE PROTOTYPE DESIGN OF THE CASHIER DRAWER
SECURITY SYSTEM***

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom)



Disusun oleh:

HERLIANA SAPIDA

D0220020

PROGRAM STUDI INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SULAWESI BARAT

MAJENE

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *YOLO* (*you only look once*) PADA
RANCANGAN *PROTOTYPE* SISTEM KEAMANAN LACI KASIR**

Telah dipersiapkan dan disusun oleh

HERLIANA SAPIDA

D0220020

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal 23 Mei 2025

Susunan Tim Penguji

Pembimbing I



Nurdina Rasjid S.Pd.,M.Pd

NIP: 19870203202412022

Pembimbing II



Muh Imam Quraisy S.Kom.,M.Kom

NIDN. 0027019205

Penguji I



Muh Fahmi Rustan S.Kom,M.T

Nip. 199112272019031010

Penguji II



Muh Fuad Mansyur S.Kom.,M.Kom

Nip. 19922050 22019031017

Penguji III



Siti Aulia Rachmini S.T.,M.T

Nip. 198207062008042003

LEMBAR PENGESAHAN

**IMPLEMENTASI ALGORITMA YOLO (YOU ONLY LOOK ONCE) PADA
RANCANGAN PROTOTYPE SISTEM KEAMANAN LACI KASIR**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer



Disusun oleh:

**HERLIANA SAPIDA
D0220020**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus

Telah dipertahankan dan disetujui oleh:

Pembimbing I

Nurdina Rasjid S.Pd., M.Pd
NIP.19870203202412022

Pembimbing II

Muh Imam Quraisy S.Kom., M.Kom
NIDN. 0027019205

Dekan Fakultas Teknik,
Universitas Sulawesi Barat



Prof. Dr. Ir. Hafsah Nirwana, M.T
NIP.1964040519900320002

Ketua Program Studi
Informatika,



Muh Rafli Rasvid, S.Kom., M.T
NIDN.0018088809

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis di sitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar referensi.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No.20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Majene, 20 Februari 2025



Herliana sapida
NIM: D0220020

ABSTRAK

Herliana Sapida. Usulan Implementasi Algoritma *YOLO (You Only Look Once)* Pada Rancangan *Prototype* Sistem Keamanan Laci Kasir. (dibimbing oleh **Nurdina Rasjid S.pd.,M.Pd** dan **Muh Imam Quraisy S.Kom.,M.Kom**)

Keamanan laci kasir adalah aspek terpenting yang harus diperhatikan karena kelalaian kasir sering terjadi seperti lupa mengunci laci kasir, kehilangan kunci dan pembobolan laci kasir. Hal ini terjadi karena kurangnya pengawasan dan laci masih menggunakan kunci konvensional. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan implementasi algoritma *YOLO (you only look once)* pada rancangan *prototype* sistem keamanan laci kasir. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode pengembangan *prototype*. Penelitian ini menggunakan algoritma *YOLO* untuk mendeteksi objek yang ada di depan laci kasir. Pendeteksian objek ini dilakukan secara *real-time* menggunakan *ESP32 cam* melalui sambungan jaringan *WiFi*. Hasil deteksi objek manusia akan dikirim ke telegram bot. Dalam proses pengembangan sistem, peneliti melakukan pengujian *black box* untuk menguji sistem secara keseluruhan agar peneliti dapat memastikan semua komponen dan algoritma *YOLO* bekerja sesuai dengan skenario yang dirancang. Hasil pengujian dengan menggunakan algoritma *YOLO* menghasilkan nilai akurasi tertinggi pada pengujian 90:10. Hasil akurasi ini menggunakan warna *RGB* dengan nilai *presicion* sebesar 0.8776, nilai *recall* sebesar 0.9149 dan nilai *F1 score* sebesar 0.8958 atau 89.58%. Hal ini menunjukkan hasil deteksi objek pada penelitian ini memiliki performa yang baik dan dapat dijadikan acuan penelitian selanjutnya dalam melakukan pendeteksian objek.

Kata kunci : keamanan, laci kasir, *YOLO*, *esp32cam*, *prototype*, *black box*, *RGB*, *presicion*, *recall*, *f1 score*, telegram bot

ABSTRACT

Herliana Sapida. *Proposed Implementation of the YOLO (You Only Look Once) Algorithm in the Design of a Cashier Drawer Security System Prototype. (Supervised by Nurdina Rasjid, S.Pd., M.Pd and Muh Imam Quraisy, S.Kom., M.Kom)*

The security of cashier drawers is a crucial aspect that must be considered, as cashier negligence often occurs—such as forgetting to lock the drawer, losing the key, or drawer break-ins. These issues arise due to a lack of supervision and the continued use of conventional locks. Therefore, this study proposes the implementation of the YOLO (You Only Look Once) algorithm in the design of a prototype cashier drawer security system. The research uses the prototype development method. The YOLO algorithm is employed to detect objects in front of the cashier drawer. Object detection is performed in real-time using the ESP32-CAM over a WiFi connection. Human object detection results are sent to a Telegram bot. During system development, black box testing was conducted to evaluate the overall system functionality and ensure that all components and the YOLO algorithm function as intended. The testing results showed the highest accuracy in the 90:10 testing scenario. Using RGB color input, the detection yielded a precision value of 0.8776, a recall value of 0.9149, and an F1 score of 0.8958 or 89.58%. These results indicate that the object detection system in this study performs well and can serve as a reference for future research on object detection.

Keywords: *security, cashier drawer, YOLO, ESP32-CAM, prototype, black box, RGB, precision, recall, F1 score, Telegram bot*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi di bidang komputerisasi dan informasi saat ini semakin berkembang pesat. Berkembangnya teknologi informasi memberikan dampak yang besar bagi kehidupan manusia. Hal ini karena teknologi informasi dapat memberikan kemudahan bagi penggunanya, tidak hanya berguna untuk individu teknologi informasi juga banyak digunakan oleh perusahaan dan *bisnis marketing* (Andre, 2023). Oleh karena itu, keahlian dalam menguasai teknologi sangat diperlukan. Contohnya dalam membangun sistem keamanan dengan memanfaatkan teknologi yang berkembang saat ini.

Laci kasir merupakan tempat penyimpanan uang, cek dan dokumen berharga lainnya. Laci kasir umumnya digunakan di tempat-tempat seperti kasir di toko, restoran atau tempat lainnya yang menerima pembayaran tunai. Sehingga laci kasir menjadi komponen yang sangat penting dalam dunia bisnis. Salah satu komponen penting dalam laci kasir adalah kunci pada laci kasirnya, sehingga kita harus menjaga dan meningkatkan sistem keamanan laci kasir (Bilqis, 2023).

Keamanan merupakan aspek terpenting dalam penggunaan laci kasir. Dalam sistem keamanan ini, penggunaan teknologi sangat bermanfaat dan juga efektif (Bilqis, 2023). Peningkatan keamanan laci kasir digunakan untuk menghindari adanya kasus kehilangan kunci dan untuk mengefisienkan waktu ketika membuka kunci laci. Contohnya dengan menerapkan Mikrokontroller dalam rancangan *Prototype* sistem keamanan laci kasir. Hal ini bermanfaat untuk menjaga dan meningkatkan keamanan

agar tidak terjadi kasus pencurian atau pembobolan yang dapat merugikan pemilik toko.

Penulis melakukan observasi dan wawancara di Desa Kadingeh, Kecamatan Baraka, Kabupaten Enrekang. Observasi ini dilakukan pada tanggal 8-15 april 2024. Hasil observasi penulis yaitu adanya kasus kehilangan kunci dan pembobolan laci kasir pada toko. Penulis juga melakukan wawancara kepada warga, pemilik toko dan pemerintah desa setempat.

Menurut Misran (2024) pernah terjadi kasus pembobolan laci kasir di desa Kadingeh dan mengakibatkan kerugian yang cukup besar. Sehingga banyak pemilik toko yang mengeluh akan hal tersebut. Oleh karena itu penggunaan mikrokontroler dalam sistem keamanan laci kasir dapat menjadi solusi yang sangat efektif. Mikrokontroler merupakan alat yang dapat diprogram untuk kegiatan monitoring dan pengendalian (cindy Amara, 2023).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka penulis berinisiatif untuk melakukan penelitian yang berjudul **“Implementasi Algoritma *YOLO (you only look once)* Pada Rancangan *Prototype* Sistem Keamanan Laci Kasir”**. Algoritma *YOLO* merupakan algoritma yang dapat mendeteksi objek secara *real time* dengan tingkat akurasi yang tinggi (Kantinit, 2023). Mikrokontroler yang digunakan antara lain *ESP32*, *Fingerprint scanner*, *Keypad*, *LCD*, sensor cahaya, *solenoid doorlock* dan *ESP32 Cam*. *ESP32* adalah modul mikrokontroler terintegrasi yang memiliki fitur lengkap dan kinerja yang tinggi (Maulana, 2022). *Fingerprint scanner* adalah sebuah alat elektronik yang digunakan untuk menangkap gambar digital dari pola sidik jari (Kho, 2024). *Keypad* (papan tombol) 4 x 4 adalah jenis perangkat input yang terdiri dari 16 tombol yang disusun dalam grid 4 x 4 (Purnama, 2024). *LCD (Light Crystal Display)* adalah alat yang digunakan untuk menampilkan informasi tentang masukan pada sensor (Verdianto, 2023). Sensor cahaya *LDR (Light Dependent Resistor)* adalah sebuah alat yang dapat mendeteksi cahaya atau dengan *output* berupa

intensitas cahaya (Prasetyo, 2022). *Solenoid doorlock* adalah alat kunci laci kasir yang digunakan (Faelectronics, 2022). *ESP32 Cam* berfungsi sebagai alat penangkap objek yang akan dideteksi oleh algoritma *YOLO* (Kantinit, 2023).

Pemrograman sistem monitoring keamanan laci kasir menggunakan *Software* Arduino IDE dengan bahasa pemrograman berbahasa C++. Dengan menggunakan *keypad*, sensor sidik jari dan *ESP32 Cam*, penulis akan mendaftarkan sidik jari, wajah dan menambahkan kata sandi pada program tersebut. Sehingga pengguna yang memiliki akses untuk dapat membuka laci hanya dengan menggunakan sidik jari dan kata sandi yang sudah terdaftar sebelumnya. *User* juga menggunakan sensor cahaya untuk mendeteksi cahaya yang ada di dalam laci kasir. Jika cahaya gelap maka laci terkunci. Untuk menghindari adanya upaya pembobolan, kehilangan kunci, laci macet (tidak bisa dibuka/tutup) dan tidak adanya sistem yang dapat memantau siapa saja yang mencoba membuka laci, peneliti menggunakan sensor kamera yang akan menangkap objek “*person*” dan “*not person*”. Jika terdeteksi “*person*” maka kamera akan mengambil gambar dan mengirimkannya ke telegram bot. Hal ini tentu akan meningkatkan keamanan laci kasir.

1.2 Rumusan Masalah

- 1.2.1 Bagaimana mengimplementasikan algoritma *YOLO* (*you only look once*) pada rancangan *Prototype* sistem keamanan laci kasir?

1.3 Batasan Penelitian

- 1.3.1 Menggunakan Algoritma *YOLO* (*You Only Look Once*)
- 1.3.2 *ESP32* sebagai mikrokontroler pengelola data
- 1.3.3 Menggunakan 3 sensor yaitu sensor cahaya, sensor wajah dan sensor *Fingerprint scanner*.
- 1.3.4 Menggunakan *Prototype*

1.4 Tujuan Penelitian

- 1.4.1 Untuk mengimplementasikan algoritma *YOLO (you only look once)* pada rancangan *Prototype* sistem keamanan laci kasir

1.5 Manfaat Penelitian

- 1.5.1 Untuk mengimplementasikan algoritma *YOLO (you only look once)* pada rancangan *Prototype* sistem keamanan laci kasir.
- 1.5.2 Manfaat bagi akademik, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan dan membantu dalam hal referensi pengetahuan untuk penelitian terdahulu untuk penelitian selanjutnya
- 1.5.3 Bagi penulis, untuk menambah pengetahuan dan pengalaman dalam hal mengimplementasikan algoritma *YOLO (you only look once)* pada rancangan *Prototype* sistem keamanan laci kasir dan sebagai syarat dalam memperoleh gelar sarjana(S1).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Laci Kasir



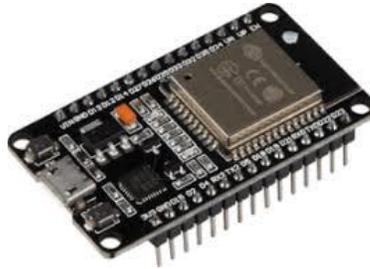
Gambar 2. 1 Laci Kasir

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/Gyhg6TTTi3KSfapt5>)

Laci Kasir adalah rak yang digunakan untuk menyimpan uang, dokumen dan barang berharga lainnya. Rak ini biasa juga disebut *bill tray* dan *coin tray*. *Bill tray* digunakan untuk menyimpan uang kertas, sedangkan *coin tray* digunakan untuk menyimpan uang logam (Ernanda Dwi, 2023). Laci kasir memiliki banyak manfaat seperti:

- a. Memudahkan dalam menyimpan uang karena memiliki banyak kotak uang sehingga memudahkan kasir saat mengambil uang.
- b. Mempermudah kasir saat melakukan transaksi karena uang yang diletakkan dalam laci kasir tersusun rapi.

2.1.2 Mikrokontroller *ESP32*



Gambar 2. 2 *ESP32*

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/sfE8VBaoduxZLX3i6>)

Mikrokontroler adalah Sebuah komputer kecil yang dikemas dalam bentuk chip yang dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu. Mikrokontroler ini dapat melakukan tugas yang telah diprogram dan dapat dengan mudah diprogram ulang sesuai dengan kebutuhan penggunaannya. Mikrokontroler dapat digunakan dalam kontrol mesin, kontrol sistem, pengolahan data, komunikasi, alat kontrol dan robotika (Cindy Amara, 2023).

ESP32 adalah salah satu mikrokontroler yang merupakan pengembangan dari *ESP8266*. *ESP32* memiliki dua prosesor, satu untuk mengelola jaringan WiFi dan Bluetooth. *ESP32* juga dilengkapi dengan dukungan untuk masukan/keluaran (I/O) digital. Modul ini mampu menyambungkan perangkat ke jaringan internet dengan mudah sehingga banyak digunakan dalam proyek *IoT(Internet of things)* (K. Maulana, 2022).

Berdasarkan penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa *ESP32* merupakan alat mikrokontroler yang dapat diprogram untuk menjalankan suatu perintah dan dapat diprogram sesuai kebutuhan penggunaannya.

2.1.3 Solenoid doorlock



Gambar 2. 3 Solenoid doorlock

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/3M45opLwAtM5VqcY6>)

Solenoid doorlock adalah jenis kunci pintu elektronik yang menggunakan solenoid (elektromagnet) untuk membuka dan mengunci pintu. Solenoid dapat bekerja dengan melalui aliran listrik, aliran listrik yang disalurkan menghasilkan medan magnet sehingga kunci dapat menarik dan mendorong kunci (Hen Ka, 2023). Solenoid ini sering digunakan dalam keamanan kunci pintu, laci, brankas dan lain sebagainya.

2.1.4 Telegram Bot



Gambar 2. 4 Telegram

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/wxpMNg1CTbExPNfo7>)

Telegram bot adalah perangkat lunak yang diprogram untuk menjalankan berbagai tugas dan intruksi tertentu dari pengguna. Jenis perintah yang bot tersebut jalankan antara lain melakukan penelusuran internet, penghubung akun tertentu hingga menjalankan integrasi dengan beragam fitur yang ada. Bot- bot telegram tersebut tersedia secara otomatis di dalam aplikasi telegram (javasiana, 2022).

Penggunaan bot telegram sudah banyak digunakan dalam proyek *IoT (Internet of Things)*. Bot telegram dapat digunakan untuk memonitoring atau mengontrol proyek *IoT* yang sudah terhubung dengan bot telegram.

2.1.5 *ESP32 Cam*



Gambar 2. 5 *ESP32 Cam*

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/p7if9FMSaGQRzmCZ7>)

ESP32-CAM merupakan salah satu mikrokontroler yang memiliki fasilitas tambahan berupa bluetooth, WiFi, kamera, bahkan sampai ke slot microSD. Modul *ESP32CAM* memiliki 2 sisi yaitu pada bagian atas terdapat modul kamera yang dapat dibongkar pasang dan ada microSD yang dapat diisi, serta flash sebagai lampu tambahan untuk kamera jika diperlukan. Di bagian belakang modul, terdapat antena internal, konektor untuk antena eksternal, pin *male* untuk I/O dan *ESP32* sebagai otaknya(Sadisi, 2023). *ESP32 Cam* banyak digunakan dalam proyek *IoT* yang membutuhkan kamera contohnya dalam monitoring sistem keamanan atau memantau rumah dengan kamera ini.

2.1.6 *Sensor Cahaya*



Gambar 2. 6 *Sensor Cahaya*

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/wfEwbc2i2ZvFwiXH6>)

Sensor cahaya *LDR (Light Dependent Resistor)* adalah salah satu alat yang dapat bekerja dengan menghasilkan *output* yang mendeteksi intensitas cahaya. Semakin banyak cahaya yang mengenai sensor *LDR*, maka akan semakin menurun nilai resistansinya. Semakin sedikit cahaya yang mengenai sensor (gelap), maka nilai resistansinya akan semakin besar, jadi arus listrik yang mengalir akan terhambat. Jika sensor terkena cahaya, maka arus listrik akan mengalir (*ON*) dan jika sensor berada dalam kondisi minim cahaya (gelap), maka aliran listrik akan terhambat (*OFF*) (Prasetyo, 2022). Oleh karena itu sensor ini sangat cocok untuk proyek *IoT* dengan memanfaatkan kondisi cahaya pada proyek yang dibuat.

2.1.7 Keypad



Gambar 2. 7 Keypad

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/w7EsRp8Ku6KG4iLSA>)

Keypad adalah salah satu mikrokontroler yang dalam penggunaannya membutuhkan interaksi manusia. *Keypad* berfungsi sebagai *interface* antara perangkat (mesin) elektronik dengan manusia atau dikenal dengan istilah *HMI (Human Machine Interface)*. *Matrix keypad 4×4* merupakan salah satu contoh *keypad* yang dapat digunakan untuk berkomunikasi antara manusia dengan mikrokontroler. Konfigurasi *keypad* dengan susunan bentuk *matrix* ini bertujuan untuk penghematan port mikrokontroler (Kamolani & Sampebatu, n.d. 2021). *Keypad* menjadi alat yang populer dalam sistem keamanan karena dapat diaplikasikan dalam

berbagai macam projek. Contohnya dalam keamanan pintu rumah, brankas, laci kasir dan keamanan koper.

2.1.8 *Fingerprint Scanner*



Gambar 2. 8 Sensor Sidikjari

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/HrVdaW5of88n5kft8>)

Fingerprint adalah sebuah alat elektronik yang digunakan untuk memindai sidik jari seseorang. *Fingerprint* dapat ditemukan diberbagai macam alat elektronik seperti handphone, alat absensi, pintu masuk dan berbagai macam alat elektronik lainnya. Sensor sidik jari bekerja dengan menangkap data sidik jari pada perangkat kemudian data tersebut akan disimpan. Sehingga saat pengguna ingin mengakses perangkat tersebut pengguna harus mencocokkan data sidik jarinya terlebih dahulu (Kho, 2024).

Fingerprint banyak digunakan untuk menjaga dan meningkatkan keamanan perangkat. Contohnya pada ponsel, laptop dan pintu dan barang-barang lainnya yang memerlukan penjagaan keamanan.

2.1.9 *LCD (Light crystal Display)*



Gambar 2. 9 *LCD (Light Crystal Display)*

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/c7LYccjTnoHkBfcq5>)

LCD (Liquid Crystal Display) adalah salah satu jenis *display* (tampilan) yang menggunakan kristal cair untuk menghasilkan gambar (Verdianto, 2023). *LCD* banyak ditemukan pada produk elektronik seperti laptop, hp, komputer dan berbagai macam produk elektronik lainnya.

2.1.10 Relay



Gambar 2. 10 *Relay*

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/a9eu8jPLZN6eDUUy7>)

Relay adalah alat yang sering digunakan dalam sebuah proyek untuk memindahkan arus listrik dari *ON* ke *OFF* secara otomatis. Secara umum kondisi *relay* terbagi menjadi dua yaitu:

- a. *NC (Normally Close)* adalah kondisi awal dimana relay tertutup karena belum menerima arus listrik.
- b. *NO (Normally Open)* adalah kondisi *relay* terbuka karena menerima arus listrik (C. Amara, 2023a).

Relay dapat digunakan sebagai penghubung antara mikrokontroler pada suatu rangkaian dengan tegangan pada mikrokontroler yang berbeda.

2.1.11 Resistor



Gambar 2. 11 Resistor

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/Bb7CYrwvm8kxBFhU7>)

Resistor adalah komponen elektronika yang digunakan untuk mengendalikan atau mengatur arus listrik dalam rangkaian elektronik. Resistor dapat digunakan dalam berbagai macam rangkaian elektronika seperti mengatur kecerahan lampu dan melindungi produk elektronika dari arus yang terlalu tinggi (C. Amara, 2023). Penelitian ini memanfaatkan resistor untuk membagi tegangan pada arus listrik yang diterima dari esp32 ke sensor cahaya.

2.1.12 Arduino *Software IDE (Integrated Development Environment)*



Gambar 2. 12 Arduino IDE

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/RzUcYGYuBUKpuwtB9>)

Arduino *IDE (Integrated Development Environment)* adalah perangkat lunak yang digunakan untuk membuat kode pemrograman. Arduino *IDE* bisa digunakan untuk mengedit, membuat, meng-*upload* kode pemrograman (Erintafifah, 2021). Penulisan program pada arduino *IDE* memiliki struktur dasar berupa *void setup ()* {} dan *void loop ()* {}. *Void setup* digunakan untuk menjalankan program hanya satu

kali sedangkan *void loop* digunakan untuk menjalankan program secara terus-menerus.

2.1.13 Confusion Matrix

Confusion matrix atau matrix kebingungan adalah tabel yang digunakan untuk menggambarkan kinerja dari model klasifikasi pada data uji. Tujuan dari *confusion matrix* adalah untuk menganalisis hasil prediksi yang dibuat oleh model, untuk mempermudah peneliti memahami kelebihan dan kekurangan model dalam mengklasifikasikan data. *Confusion matrix* dibagi menjadi 4 bagian penting yaitu:

Tabel 2. 1 *Confusion Matrix*

		Nilai sebenarnya	
		<i>Positive</i> (1)	<i>Negative</i> (0)
Nilai prediksi	<i>Positive</i> (1)	TP	FP
	<i>Negative</i> (0)	FN	TN

Berikut penjelasan tabel di atas:

- True positive (TP)* yaitu ketika model memprediksi bahwa data yang dimasukkan adalah manusia dan benar bahwa itu adalah manusia.
- True negative (TN)* yaitu ketika model memprediksi bukan manusia dan kenyataannya memang benar objek tersebut bukan manusia.
- False positive (FP)* yaitu ketika model memprediksi bahwa objek adalah manusia tapi sebenarnya dia adalah bukan manusia.
- False positive (FP)* yaitu ketika model memprediksi bukan manusia tapi pada kenyataannya objek tersebut adalah manusia.

Dari *confusion matrix* di atas kita dapat menghitung nilai akurasi, presisi, *recall* dan *f1-score*. Akurasi adalah evaluasi yang dilakukan untuk mengetahui seberapa baik model dalam memprediksi data. Berikut persamaan matematika untuk nilai akurasi:

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

Presisi adalah perbandingan nilai prediksi yang benar untuk kelas positif dari total prediksi positif yang dilakukan. Berikut persamaan matematis untuk nilai presisi:

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

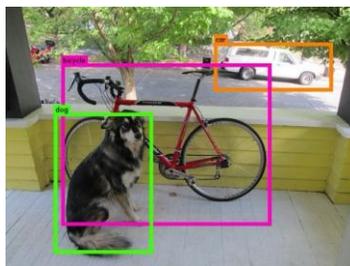
Recall atau sensitivitas adalah metrik yang digunakan untuk mengukur seberapa baik model dalam mengidentifikasi kelas positif dengan benar atau perbandingan antara jumlah prediksi yang benar dengan prediksi benar ditambah dengan prediksi salah. Berikut persamaan matematis untuk nilai *recall*:

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

F1-score adalah metrik yang digunakan untuk menunjukkan keseimbangan antara nilai presisi dan sensitivitas (*recall*). Nilai *f1 score* terbaik adalah 100%, maka semakin mendekati nilai 100% maka semakin baik pula tingkat keberhasilan model dalam mendeteksi objek (Rina, 2023). Berikut persamaan matematis untuk nilai F1-Score:

$$F1\ Score = 2 \frac{recall \times precision}{recall + precision}$$

2.1.14 Algoritma *YOLO* (you only look once)



Gambar 2. 13 Hasil Deteksi Algoritma *YOLO*

(Sumber : <https://images.app.goo.gl/vsLu5omsmC9ZjwwC6>)

Algoritma *YOLO* (*you only look once*) adalah salah satu algoritma yang digunakan untuk mendeteksi objek secara *real-time* algoritma ini membagi gambar menjadi beberapa grid. Hasil pembagiannya itu untuk menentukan objek apa yang di deteksi oleh setiap grid. Selanjutnya, *bounding box* untuk menghilangkan grid yang saling tumpang tindih untuk menampilkan hasil deteksi objek (Kantinit, 2023).

Penelitian ini menggunakan algoritma *YOLO* dalam mendeteksi objek dengan bantuan *platform* Edge Impulse. Edge Impulse adalah *platform* yang dirancang bagi pengembang agar dapat secara efisien mengumpulkan data, melatih model dan menggabungkannya ke dalam aplikasi. Hal ini memungkinkan inovasi yang cepat di bidang komputasi edge, memfasilitasi perangkat yang lebih cerdas dan lebih responsif di seluruh industri seperti *IoT*, robotika, dan teknologi seluler. (Krisna, 2024a)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Wulandari et al., 2022) tentang perbandingan implementasi metode *deep learning* pada deteksi objek di bawah air dengan membandingkan kinerja *Faster-RCNN*, *SSD*, *Retina Net*, *YOLOv3*, *YOLOv4* dan *YOLOv5*. Keenam model dilatih menggunakan *dataset RUIE*, kemudian hasilnya diuji dan diukur dengan melihat nilai *FPS* untuk membandingkan seberapa cepat model dapat mendeteksi objek dalam gambar; selain itu *LAMR* dan *thresholding mAP* juga diterapkan untuk mengukur akurasi deteksi. Berdasarkan perbandingan *mAP* algoritma *YOLOv5* menghasilkan nilai 88,61% lebih besar daripada *RetinaNet* yang menghasilkan 18,43%, *Faster R-CNN* 17,41%, Algoritma *YOLOv3* 77,87% dan *YOLOv4* 75,08% sedangkan pada *FPS YOLOv5* menghasilkan 62,5, *Retina Net* 1,1 *YOLOv3* 10,7 dan *YOLOv4* 12,9. Hal ini membuktikan bahwa algoritma *YOLOv5* merupakan model deteksi objek yang paling baik dari deteksi objek lainnya.

Berdasarkan penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa algoritma *YOLO* merupakan algoritma deteksi objek sehingga dapat digunakan dalam sistem keamanan, pengawasan pengenalan wajah dan lain sebagainya.

2.2 Penelitian Terkait

Tabel 2. 2 Penelitian Terkait

No	Judul / Penulis	Hasil	Perbedaan	Persamaan
1	Sistem Absensi Mahasiswa Berbasis Pengenalan Wajah Menggunakan Algoritma <i>YOLOv5</i> (Susanti et al., 2023)	Hasil akurasi deteksi wajah kurang lebih 80%. Dari dataset kurang lebih 1500 gambar, dengan ukuran foto 640 x 640 <i>pixel</i> , 16 <i>batch</i> dengan <i>epoch</i> sebanyak 100. Pada penelitian ini model mendapatkan <i>mAP</i> , <i>precision</i> dan <i>Recall</i> sebanyak 99%.	-Penelitian Sebelumnya (PC/laptop) -Penelitian Sekarang (<i>ESP32</i> , <i>ESP32 Cam</i> , sensor cahaya, dan <i>Fingerprint Scanner</i>)	-Algoritma <i>YOLO</i>
2	<i>Smart Home</i> Monitoring Pintu Rumah Dengan Identifikasi Wajah Menerapkan kamera <i>ESP32</i> Berbasis <i>IOT</i> (Yanto et al., 2022).	Proses identifikasi wajah dengan menginput wajah ke dalam <i>ESP32 Cam</i> , jika hasil idenfikasi wajah sesuai dengan yang diinput ke sistem kamera <i>ESP32Cam</i> maka <i>relay</i> secara otomatis memberikan perintah untuk membuka pintu ke <i>magnetic solenoid</i> agar pintu dibuka. Pengujian alat melalui metode <i>experimental (trial and</i>	-Penelitian Sebelumnya (<i>Smart Home</i> menggunakan mikrokontroler USB TTL board) -Penelitian Sekarang (<i>Fingerprint Scanner</i> , <i>ESP32</i> , sensor cahaya)	- <i>ESP32 Cam</i> - <i>solenoid doorlock</i>

		<i>error</i>) alat berjalan dengan baik dan membantu untuk pemilik rumah dalam meningkatkan keamanan rumah dengan rentang jarak 5-10 cm.		
3	Deteksi Pelanggaran Parkir Pada Bahu Jalan Tol Dengan <i>Intelligent Transportation System</i> Menggunakan Algoritma <i>YOLO</i> .(Yusfian et al., 2022)	Sistem Deteksi Pelanggaran Parkir Pada Bahu Jalan Tol Dengan <i>Intelligent Transportation System</i> Menggunakan Algoritma (<i>Yolo</i>) dapat mendeteksi pelanggaran pada bahu jalan tol dengan hasil <i>training</i> yang terbaik pada <i>learning rate</i> 0.06 dengan <i>max batches</i> 4000 serta nilai mAP 97.96% dan akurasi yang dihasilkan mencapai 80%	-Penelitian Sebelumnya (Komputer/ laptop) -Penelitian Sekarang (<i>Fingerprint Scanner, ESP32, fingerprint scanner, sensor cahaya dan Keypad</i>)	- <i>ESP32 cam</i> -Algoritma <i>YOLO</i>
4	Keamanan Brankas Menggunakan E-Ktp Dan Notifikasi Via Telegram Berbasis <i>IoT</i> (Ali et al., 2021).	Sistem keamanan brankas berbasis telegram dapat memberikan notifikasi atau pemberitahuan ketika brankas dalam keadaan waspada dan bahaya. Hasil pengujian sensor HCRSR04, Sensor api (<i>flame</i>), dan sensor Modul GSP Neo 6 dapat bekerja dengan baik dan presentase nilai <i>error</i> yang dihasilkan dari pengujian tersebut adalah 0.98 meter.	-Penelitian Sebelumnya (Sensor HCRSR04, sensor <i>flame</i> (api), sensor modul <i>GSP Neo 6</i>). -Penelitian Sekarang (<i>Fingerprint</i>	- <i>solenoid doorlock</i> -Telegram bot

			<i>scanner, ESP32 Cam dan Keypad)</i>	
5	<p><i>Prototype</i> Sistem Keamanan Ruang Server Otomatis Menggunakan <i>ESP32 Cam</i> Dan Algoritma <i>YOLO (You Only Look Once)</i>(Saputra & Chandra, 2022).</p>	<p>Jika sensor PIR mendeteksi gerakan manusia maka <i>buzzer</i> akan berbunyi dan sistem akan <i>capture</i> objek di depannya untuk dikirimkan ke web server dan pada metode pendeteksian dengan algoritma <i>YOLO</i>, sistem akan mengidentifikasi nama objek gambar yang terdeteksi. Berdasarkan hasil pengujian <i>Prototype</i> bekerja dengan baik ditandai dengan aktifnya <i>buzzer</i> dan teridentifikasinya objek pada aplikasi sistem yang dibuat menggunakan python.</p>	<p>-Penelitian Sebelumnya (sensor <i>PIR (passive infrared)</i> dan <i>buzzer</i>).</p> <p>-Penelitian Sekarang (<i>ESP32, Fingerprint Scanner, Keypad</i>)</p>	<p>-Algoritma <i>YOLO</i></p> <p>- <i>ESP32 Cam</i></p>
6	<p>Sistem Keamanan Pada Peternakan Sapi Menggunakan Kamera Termal Dan Metode Algoritma <i>YOLO</i> (Nayottama et al., 2023).</p>	<p>Sistem keamanan menggunakan <i>speaker</i> dan sistem komunikasi IoT kepada aplikasi android pengguna, sehingga ketika terdeteksi adanya penyusup, maka akan dilakukan pemrosesan gambar dan deteksi pada model dilatih menggunakan Jetson Nano. Kemudian gambar dan log persentase deteksi akan <i>di-upload</i> untuk dikirimkan ke</p>	<p>- Penelitian Sebelumnya (Kamera Termal dan Jetson Nano)</p> <p>-Penelitian Sekarang (<i>ESP32 Cam, ESP32, Fingerprint Scanner</i>)</p>	<p>-Algoritma <i>YOLO</i></p>

		<i>smartphone</i> pengguna serta alarm dinyalakan.		
7	Penerapan ESP32-CAM dan TinyML dalam Klasifikasi Gambar Buah dan Sayuran (Revormasi Ziliwu et al., 2024)	ESP32-CAM dan TinyML sebagai solusi yang efisien dan proses yang sangat mudah untuk klasifikasi gambar buah dan sayuran. ESP32-CAM merupakan perangkat yang sangat sederhana, murah, dan mudah untuk diprogram, memungkinkan pengguna untuk melakukan klasifikasi dengan biaya rendah dan tanpa memerlukan pengetahuan pemograman yang mendalam.	-Penelitian Sebelumnya (Komputer/laptop) -Penelitian Sekarang (<i>ESP32, Fingerprint Scanner</i> dan <i>keypad, LDR, LCD</i>).	-ESP32- <i>Cam</i>
8	Sistem Keamanan Berlapis Pada Pintu Menggunakan <i>RFID, Fingerprint</i> Dan <i>Keypad</i> Dengan <i>Output</i> Suara Berbasis <i>IoT ESP32</i> (Erika & Elfizon, 2023).	Sistem keamanan berlapis pada pintu menggunakan <i>RFID, Fingerprint</i> dan <i>keypad</i> dengan <i>output</i> suara berbasis <i>IoT ESP32</i> diaktifkan menggunakan <i>inputan</i> keamanan berupa <i>penginputan</i> kartu, sidik jari serta <i>password</i> pada <i>keypad</i> dan jika benar maka akan membuka kunci beberapa saat dan tertutup secara otomatis.	-Penelitian Sebelumnya (<i>RFID</i>) -Penelitian Sekarang (<i>ESP32 Cam</i>)	- <i>Fingerprint</i> - <i>Keypad</i> - <i>ESP32</i>
9	Penggunaan Metode <i>YOLO</i> Pada Deteksi	<i>YOLO</i> adalah metode yang efisien dan efektif untuk deteksi objek dalam berbagai aplikasi,	-Penelitian Sebelumnya	-Algoritma <i>YOLO</i>

	Objek: Sebuah Tinjauan Literatur Sistematis (Alfarizi et al., 2023).	seperti kendaraan otonom, sistem keamanan, dan pengenalan wajah, dan lain sebagainya. Penggunaan <i>YOLO</i> dapat memberikan hasil deteksi objek yang cepat dan dapat diandalkan, dengan pertimbangan terhadap kelemahan dan tantangan yang perlu diperhatikan.	(Tinjauan Literatur) -Penelitian Sekarang (<i>ESP32, Fingerprint, ESP32 Cam</i> dan <i>Keypad</i>)	
10	Rancang Bangun Sistem Pengecekan <i>Safety Helmet</i> Dan Masker Pada Proyek Pembangunan Dengan Metodologi <i>YOLOv5</i> Dengan Mikrokontroler <i>ESP32</i> Sebagai Indikator (Sebayang et al., 2023)	<i>YOLOv5</i> yang diprogram akan mengirimkan sebuah kalimat berupa “ <i>off</i> ” dan “ <i>on</i> ” kepada mikrokontroler <i>ESP32</i> melalui serial monitor, jika <i>YOLOv5</i> mendeteksi pekerja dengan APD lengkap maka program akan mengeluarkan <i>output</i> suara dan mengirimkan kalimat “ <i>off</i> ” pada mikrokontroler, kemudian kalimat tersebut akan dibaca dan akan membuka solenoid selama 6 detik. Dari penelitian tersebut <i>YOLOv5</i> berhasil mendeteksi <i>safety helmet</i> dan masker dengan nilai <i>mAP</i> 50 sebesar 0,995 dan <i>FI-score</i> sebesar 0,997 dan <i>ESP32</i> berhasil memberikan indikator dengan nilai keberhasilan 100% dari 20 kali percobaan.	-Penelitian Sebelumnya (serial monitor, lampu <i>LED</i> , <i>speaker</i> , Baterai dan kamera) -Penelitian Sekarang (<i>Fingerprint Scanner, ESP32 Cam</i> , sensor cahaya dan <i>Keypad</i>)	- <i>ESP32</i> -Algoritma <i>YOLO</i>

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang sudah dijelaskan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Implementasi algoritma *YOLO (you only look once)* pada rancangan *Prototype* sistem keamanan laci kasir dengan menggunakan *ESP32* dan *ESP32 cam* sebagai mikrokontroler dapat berjalan dengan baik. Sistem dapat mengirimkan informasi yang ada pada laci ke telegram dan *LCD*.
2. Berdasarkan hasil uji dengan menggunakan perbandingan data *training* dan *testing* 70:30, 80:20 dan 90:10. Diperoleh nilai akurasi tertinggi pada pengujian 90:10 dengan warna *RGB* dan nilai *presicion* sebesar 0.8776, *recall* sebesar 0.9149 dan *F1 score* sebesar 0.8958 atau 89.58%.
3. Performa pelatihan sistem pada *dataset* baik pada nilai *learning rate* 0,01 dengan *color RGB*.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diberikan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Menggunakan kamera yang memiliki kualitas yang lebih baik dari *ESP32 cam*.
2. Jika peneliti selanjutnya masih menggunakan *ESP32 cam* sebaiknya perlu dipertimbangkan ulang karena pencahayaan yang kurang baik pada kamera dapat menyebabkan kesalahan pada deteksi objek.
3. Menggunakan algoritma deteksi objek lainnya agar performa sistem dapat dibandingkan dengan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfarizi, D., Pangestu, R., Aditya, D., Setiawan, M., & Rosyani, P. (2023). Penggunaan Metode YOLO pada deteksi objek: Sebuah Tinjauan Literatur Sistematis. *Jurnal AI Dan SPK : Jurnal Artificial Intelligent Dan Sistem Penunjang Keputusan*, 1, 54–63.
- Ali, M., Wibowo, S., & Sasmito, A. (2021). keamanan brankas menggunakan e-ktip dan notifikasi via telegram berbasis IoT(Internet of Things). *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 5(1), 589–596.
- Amara, cindy. (2023, August 16). *Mikrokontroler Adalah: Pengertian, Fungsi dan Jenisnya*. Ilmu Elektronika. <https://ilmuelektro.id/mikrokontroler-adalah/>
- Amara, C. (2023a, June 21). *Relay: Pengertian, Simbol, Fungsi, Jenis dan Cara Kerja Relay*. Ilmu Elektro. <https://ilmuelektro.id/relay/>
- Amara, C. (2023b, August 18). *Resistor Adalah: Pengertian, Jenis Beserta Fungsinya*. Ilmu Elektronika. <https://ilmuelektro.id/resistor-adalah/>
- Andre, D. (2023, April 17). *Perkembangan Teknologi Informasi : Dampaknya Sampai Saat Ini*. Toffeedev. <https://toffeedev.com/blog/business-and-marketing/perkembangan-teknologi-informasi/>
- Bilqis, A. (2023, November 23). *Cash Drawer: Makin Santai Bertransaksi dengan Mesin Kasir yang Praktis*. Nasabahmedia. https://nasabahmedia.com/cara-kerja-cash-drawer/#Apa_Itu_Cash_Drawer
- Erika, tiara, & Elfizon. (2023). sistem keamanan berlapis pada pintu menggunakan RFID, fingerprint dan keypad dengan output suara berbasis IoT ESP32. *Teknik Elektro Indonesia*, 4, 226–234.
- Erintafifah. (2021, October 8). *Mengenal Perangkat Lunak Arduino IDE*. Kmtech.Id. <https://www.kmtech.id/post/mengenal-perangkat-lunak-arduino-ide>
- Ernanda Dwi. (2023, April 2). *Cash Drawer Adalah: Pengertian dan Manfaatnya Bagi Bisnis*. Majoo. <https://majoo.id/solusi/detail/cash-drawer-pengertian-dan-manfaatnya-bagi-bisnis>
- Faelectronics. (2022, July 16). *Spesifikasi Selenoid Door Lock (Pengertian dan Fungsi)*. Elektronika Program. <https://elektronikaprogram.blogspot.com/2022/07/spesifikasi-selenoid-door-lock.html>

- Hen Ka. (2023, October 4). *Apa itu solenoid doorlock?* Quora.
- Imron, I., Satria, B., Karim, S., & Ramadhani, F. (2024). Cloud Storage for Object Detection using ESP32-CAM. *DeepL*, 5(2), 50–57.
<https://doi.org/10.51967/tepiian.v5i2.2994>
- javasiana. (2022, May 29). *Bot Telegram: Pengertian, Fungsi, Rekomendasi, dan Cara Membuatnya*. Javasiona. https://javasiona.com/bot-telegram/#google_vignette
- Kamoln, A., & Sampebatu, L. (n.d.). *RANCANG BANGUN PROTOTIPE PENGAMAN RUANGAN DENGAN INPUT KODE PIN DAN MULTI SENSOR BERBASIS MIKROKONTROLLER*. 6(1). <https://doi.org/10.31851/ampere>
- Kantinit. (2023, July 7). *Apa Itu Algoritma YOLO? Arsitektur, Cara Kerja dan Kelebihan*. KantinIT. https://kantinit.com/kecerdasan-buatan/apa-itu-algoritma-yolo-arsitektur-cara-kerja-dan-kelebihan/#google_vignette
- Kho, D. (2024, February 7). *Pengertian Sensor Fingerprint (Sidik Jari) – Prinsip Kerja dan Jenis-jenisnya*. Teknik Elektro.
<https://teknikelektronika.com/pengertian-sensor-fingerprint-sidik-jari-prinsip-kerja-dan-jenis-jenisnya/>
- Krisna, R. (2024a, July 9). *Object Detection Using ESP32-CAM and Edge Impulse*. Circuit Digest. <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/object-recognition-using-esp32-cam-and-edge-impulse>
- Krisna, R. (2024b, July 9). *Object detection using ESP32-CAM and Edge Impulse*. Circuit Digest. <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/object-recognition-using-esp32-cam-and-edge-impulse>
- Maulana, K. (2022, December 30). *Apa Itu ESP32, Salah Satu Modul Wi-Fi Poppuler*. Anak Teknik Indonesia.
<https://www.anakteknik.co.id/krysnayudhamaulana/articles/apa-itu-esp32-salah-satu-modul-wi-fi-poppuler>
- Nayottama, H., Rivai, M., & Pirngadi, H. (2023). sistem keamanan pada peternakan sapi use kamera termal dan algoritma yolo. *Jurnal Teknik ITS*, 12(1), A96–A101.
- Prasetyo, E. (2022, November 12). *Sensor Cahaya LDR : Pengertian dan Cara Kerjanya*. Arduino Indonesia. <https://www.arduinoindonesia.id/2022/11/sensor-cahaya-ldr-pengertian-dan-cara-kerjanya.html>

- Purnama, A. (2024, April 13). *Matrix Keypad 4×4 Untuk Mikrokontroler*. Elektronika Dasar. <https://elektronika-dasar.web.id/matrix-keypad-4x4-untuk-mikrokontroler/>
- Revormasi Ziliwu, J., Setyawan, C., & Budiati, H. (2024). Penerapan ESP32-CAM dan TinyML dalam Klasifikasi Gambar Buah dan Sayuran. *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 13, 584–595. www.kaggle.com
- Rina. (2023, June 12). *Memahami Confusion Matrix: Accuracy, Precision, Recall, Specificity, dan F1-Score untuk Evaluasi Model Klasifikasi*. Medium. <https://esairina.medium.com/memahami-confusion-matrix-accuracy-precision-recall-specificity-dan-f1-score-610d4f0db7cf>
- Sadisi, D. (2023, March 24). *Mengenal ESP32-CAM dan Cara Menggunakannya*. Medium. <https://medium.com/@dedeadiessadisi/mengenal-esp32-cam-dan-bagaimana-cara-menggunakannya-fc324f50885>
- Saputra, ferdy, & Chandra, J. (2022). *Prototype sistem Keamanan ruang Server Otomatis Menggunakan ESP32 Cam Dan Algoritma YOLO (You Only Look Once)*. *Jurnal TICOM (Technology Information and Communication)*, 11, 62–67.
- Sebayang, D. A., Gusman, A., Care, D., & Shandyasa, W. (2023). *RANCANG BANGUN SISTEM PENGECEKAN SAFETY HELMET DAN MASKER PADA PROYEK PEMBANGUNAN DENGAN METODELOGI YOLOv5 DENGAN MIKROKONTROLER SEBAGAI INDIKATOR* (Vol. 10, Issue 4).
- Susanti, L., Daulay, N. K., & Intan, B. (2023). Sistem Absensi Mahasiswa Berbasis Pengenalan Wajah Menggunakan Algoritma YOLOv5. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 10(2), 640. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v10i2.6032>
- Verdianto, D. A. (2023, December 14). *LCD*. Teknogram. <https://teknogram.id/kamus/lcd/>
- Wulandari, N., Ardiyanto, I., & Nugroho, H. (2022). *PERBANDINGAN IMPLEMENTASI METODE DEEP LEARNING PADA DETEKSI OBJEK DI BAWAH AIR* [Tesis]. Universitas Gajah Mada.
- Yanto, B., Basorudin, B., Anwar, S., Lubis, A., & Karmi, K. (2022). Smart Home Monitoring Pintu Rumah Dengan Identifikasi Wajah Menerapkan Camera ESP32 Berbasis IoT. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi Dan Komputer)*, 11(1), 53–59. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v11i1.1180>

Yusfian, M., Setianingsih, C., & Astuti, R. (2022). Deteksi Pelanggaran Parkir Pada Bahu Jalan Tol Dengan Intelligent Transportation System Menggunakan Algoritma YOLO. *Telkom University*, 9, 1064–1069.