

SKRIPSI
SISTEM PENGAMAN RUANG MELALUI PENGENALAN
WAJAH MENGGUNAKAN METODE *SINGLE SHOT*
***DETECTOR* (SSD)**

Disusun dan diajukan oleh

YUYUN
D041 18 1014



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2023

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**SISTEM PENGAMAN RUANG MELALUI PENGENALAN WAJAH
MENGUNAKAN METODE *SINGLE SHOT DETECTOR* (SSD)**

Disusun dan diajukan oleh:

YUYUN

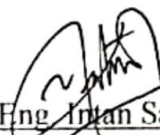
D041 18 1014


Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada Tanggal 1 September 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing I,


Pembimbing II,


Prof. Dr. Eng. Intan Sari Areni., ST., MT.
NIP. 19750203 200012 2 002


Azran Budi Arief, ST., MT.
NIP. 19890201 201903 1 007

Ketua Departemen Teknik Elektro,




Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T., IPM
NIP. 19691026 199412 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Yuyun
NIM : D041181014
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

SISTEM PENGAMAN RUANG MELALUI PENGENALAN WAJAH MENGUNAKAN METODE SINGLE SHOT DETECTOR (SSD)

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitnya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklasifikasikan dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 1 September 2023

Yang Menyatakan



ABSTRAK

Yuyun. *Sistem Pengaman Ruang Melalui Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Single Shot Detector (SSD)* (dibimbing oleh Intan Sari Areni dan Azran Budi Arif).

Salah satu teknologi yang banyak digunakan sejak beberapa tahun terakhir hingga kini adalah *face recognition*. Teknologi *face recognition* banyak digunakan masyarakat sebagai sistem pengaman. Entah itu pengaman ruang, pengaman pada *smartphone* dan juga beberapa digunakan pada sistem absensi pada suatu kelas. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem pengaman ruang dengan mengimplementasikan sistem pengenalan wajah menggunakan metode *Single Shot Detector* (SSD). Sistem ini bekerja dengan dua mode yaitu mode *secure* dan mode *lock door*. Mode *secure* berfungsi ketika *user* mengirim pesan ke telegram bot untuk mengaktifkan sensor PIR sehingga ketika terdeteksi pergerakan, maka secara otomatis kamera akan menangkap gambar dan mengirimnya ke *user* melalui aplikasi telegram. Adapun mode *lock door* berfungsi ketika *user* akan mengakses ruangan. Dalam hal ini sistem *face recognition* akan beroperasi, dimana ketika sistem berhasil mengenali wajah maka secara otomatis *relay* akan mengubah kondisi *solenoid* menjadi terbuka. Adapun untuk membuka secara manual *solenoid lock door* yang tertutup dapat menggunakan *push button*. Pada penelitian ini diperoleh hasil bahwa sistem dapat mendeteksi pergerakan objek sejauh 9 meter dari arah depan sementara dari arah samping sebesar 15 derajat hingga 165 derajat. Adapun sistem *face recognition* dapat mengenali wajah dengan jarak terjauh yaitu 180 cm. Sistem *face recognition* bekerja secara akurat pada nilai toleransi 0,5 sementara pada nilai toleransi 0,4 terjadi *false rejection* dan pada nilai toleransi 0,6 terjadi *false acceptance*. Sistem *face recognition* hanya dapat mengenali wajah dari 3 pose yang berbeda yaitu pada posisi serong kiri, serong kanan dan juga dari arah depan.

Kata kunci : *Face recognition, Single Shot Detector, secure, solenoid lock door.*

ABSTRACT

Yuyun. Room Security System Through Face Recognition Using Single Shot Detector (SSD) Method (supervised by Intan Sari Areni and Azran Budi Arif).

One of the widely used technologies in recent years is face recognition. Face recognition technology is commonly employed by individuals as a security system, whether it's for securing a room, securing smartphones, or even for attendance systems in classrooms. The objective of this research is to develop a room security system by implementing a face recognition system using the Single Shot Detector (SSD) method. The system operates in two modes: the secure mode and the lock door mode. In the secure mode, when a user sends a message to the Telegram bot to activate the Passive Infrared (PIR) sensor, the camera automatically captures an image upon detecting movement and sends it to the user via the Telegram application. On the other hand, the lock door mode is used when a user wants to access the room. In this case, the face recognition system comes into operation. Once the system successfully recognizes the face, the relay automatically switches the solenoid condition to open. Additionally, a push button can be manually used to open the closed solenoid lock door. The results obtained from this research indicate that the system can detect object movements up to a distance of 13 meters vertically, while horizontally it can cover a range of 15 to 165 degrees. The face recognition system can recognize faces at a maximum distance of 180 cm. The face recognition system works accurately with a tolerance value of 0.5, while a tolerance value of 0.4 results in false rejections, and a tolerance value of 0.6 leads to false acceptances. The face recognition system can only recognize faces from three different poses, namely the left profile, right profile, and frontal view.

Keywords : *Face recognition, Single Shot Detector, secure, solenoid lock door.*

DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	x
KATA PENGANTAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Mikrokontroler.....	5
2.1.1 ESP32-CAM	6
2.1.2 ESP8266.....	8
2.2 Sensor <i>Passive Infra Red</i> (PIR)	9
2.3 Telegram	11
2.4 <i>Visual Studio Code</i> (VS Code)	12
2.5 <i>Software Arduino IDE (Integrated Development Environment)</i>	13
2.6 <i>Relay</i>	14
2.7 <i>Solenoid Lock Door</i>	15
2.8 <i>Face Recognition</i>	15
2.9 <i>Single Shot Detector</i> (SSD)	17
2.10 <i>Open Computer Vision</i> (Open CV).....	18

2.11 Server	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Lokasi penelitian.....	21
3.2 Waktu penelitian.....	21
3.3 Alat dan Bahan.....	21
3.4 Blok diagram sistem kerja alat secara keseluruhan	23
3.5 <i>Flowchart</i> sistem kerja alat secara keseluruhan.....	24
3.6 <i>Flowchart</i> sistem <i>face recognition</i>	25
3.7 Perancangan Sistem Kerja Alat	26
3.7.1 Perancangan <i>Hardware</i>	26
3.7.2 Perancangan <i>Software</i>	28
3.8 Pengujian Sistem Kerja Alat.....	30
3.8.1 Pengujian kinerja sensor	30
3.8.2 Pengujian koneksi WIFI.....	32
3.8.3 Pengujian koneksi mikrokontroler ke aplikasi telegram	33
3.8.4 Pengujian <i>face recognition</i>	33
3.8.5 Pengujian kinerja <i>face recognition</i>	38
3.8.6 Pengujian <i>solenoid lock door</i>	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Hasil pengujian <i>hardware</i>	41
4.1.1 Pengujian jarak sensor dalam mendeteksi pergerakan	42
4.1.2 Pengujian kamera ESP32-CAM.....	43
4.2 Hasil pengujian <i>software</i>	44
4.2.1 Pengujian koneksi mikrokontroler ke jaringan WIFI.....	44
4.2.2 Pengujian <i>time delay</i> kamera mengambil gambar	45
4.2.3 Pengujian sistem <i>face detection</i>	47
4.2.4 Pengujian akurasi <i>face recognition</i>	47

4.2.5 Pengujian <i>face recognition</i> dengan <i>relay on</i>	51
4.2.6 Pengujian <i>face recognition</i> dengan 2 wajah sekaligus	51
4.2.7 Pengujian jarak deteksi wajah	52
4.2.8 Pengujian 5 pose berbeda	55
4.2.9 Pengujian <i>delay</i> program <i>face recognition</i>	56
4.2.10 Pengujian kondisi <i>solenoid lock door ON/OFF</i>	57
BAB V PENUTUP	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Blok diagram mikrokontroler.....	5
Gambar 2 <i>Layout</i> modul ESP32-CAM	7
Gambar 3 <i>Layout</i> modul ESP8266.....	8
Gambar 4 Sensor <i>Passive infra red</i>	9
Gambar 5 Blok daigram sensor PIR.....	11
Gambar 6 Tampilan <i>software</i> arduino	14
Gambar 7 <i>Relay</i>	14
Gambar 8 Proses pengenalan wajah.....	16
Gambar 9 Arsitektur <i>Single Shot Detector</i>	18
Gambar 10 Blok diagram sistem kerja alat secara keseluruhan.....	23
Gambar 11 <i>Flowchart</i> sistem kerja alat secara keseluruhan	24
Gambar 12 <i>Flowchart</i> sistem <i>face recognition</i>	25
Gambar 13 <i>Hardware</i> sistem kerja alat	26
Gambar 14 <i>Flowchart</i> perancangan <i>software</i> mikrokontroler	29
Gambar 15 Tampilan perancangan <i>face recognition</i> pada VS Code	29
Gambar 16 Tampilan pengujian <i>delay</i> pada <i>serial monitor</i>	32
Gambar 17 Program tampilan awal <i>chatbot</i> telegram.....	33
Gambar 18 Folder dataset	34
Gambar 19 Hasil <i>cropping</i> wajah	34
Gambar 20 Hasil citra <i>greyscale</i>	35
Gambar 21 Hasil citra <i>resizing</i>	36
Gambar 22 Hasil perakitan alat.....	41
Gambar 23 Tampilan <i>streaming</i> kamera ESP32-CAM	43
Gambar 24 Tampilan koneksi WIFI pada komputer.....	44
Gambar 25 Tampilan koneksi WIFI pada ESP32-CAM.....	44
Gambar 26 Tampilan koneksi WIFI pada ESP8266	45
Gambar 27 Tampilan pengujin notifikasi pada aplikasi telegram	46
Gambar 28 Hasil deteksi 2 gambar sekaligus	52
Gambar 29 Grafik jarak sistem mendeteksi wajah	54
Gambar 30 Grafik <i>delay face recognition</i>	57
Gambar 31 Kondisi <i>solenoid</i> tertutup	57

Gambar 32 Kondisi <i>solenoid</i> terbuka.....	58
Gambar 33 Kondisi <i>solenoid</i> tertutup setelah 10 detik	58
Gambar 34 Kondisi <i>solenoid</i> terbuka ketika <i>push button</i> ditekan	59

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Spesifikasi modul ESP32-CAM.....	7
Tabel 2 Alat dan bahan	21
Tabel 3 Keterangan gambar	27
Tabel 4 Koneksi PIN komponen.....	27
Tabel 5 Kode program <i>face detection</i>	36
Tabel 6 Pengujian jarak sensor PIR dari arah depan.....	42
Tabel 7 Pengujian jarak sensor PIR dari arah samping.....	42
Tabel 8 Pengujian kinerja <i>delay</i> kamera ke telegram	46
Tabel 9 Hasil data <i>training face detection</i>	47
Tabel 10 Hasil pengujian <i>face recognition</i>	48
Tabel 11 Hasil pengujian wajah yang tidak ada di dalam <i>database</i>	49
Tabel 12 Hasil pengujian <i>delay relay</i> ON.....	51
Tabel 13 Hasil uji jarak deteksi wajah dengan nilai toleransi 0,4.....	52
Tabel 14 Hasil uji jarak deteksi wajah dengan nilai toleransi 0,5.....	53
Tabel 15 Hasil uji jarak deteksi dengan nilai toleransi 0,6	53
Tabel 16 Hasil pengujian 5 pose wajah.....	55
Tabel 17 Hasil uji <i>delay</i> sistem mengenali wajah.....	56

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadirat Allah SWT. Atas berkat rahmat dan kuasa-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Sistem Pengaman Ruang Melalui Pengenalan Wajah Menggunakan Metode *Single Shot Detector* (SSD)”. Tak lupa penulis selalu memanjatkan sholawat atas junjungan nabi Muhammad SAW, selaku suri tauladan bagi umat muslim.

Tujuan penyusunan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat kelulusan pada Pendidikan Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Pada penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang selalu menjadi tempat terbaik mengadu segala keluh kesah, selalu menjadi penolong atas setiap kerumitan dan tentunya yang telah memudahkan penulis selama proses penyusunan skripsi.
2. Rasulullah Muhammad SAW selaku sosok yang selalu menjadi panutan terbaik, pemberi pedoman sehingga penulis tidak berputus asa dan selalu gigih menyelesaikan skripsi ini.
3. Orang tua tercinta, Ibu Turni dan Bapak Rusdin serta keluarga besar yang selalu memberikan doa terbaiknya, selalu menjadi *support system* terbaik sehingga skripsi ini dapat selesai pada waktu yang tepat.
4. Ibu Prof. Dr. Eng. Intan Sari Areni, S.T., M.T. selaku pembimbing I dan Bapak Azran Budi Arief, S.T., M.T. selaku pembimbing II yang selalu meluangkan waktunya untuk membimbing penulis, memberikan saran, masukan serta motivasi yang sangat bermanfaat dalam penulisan skripsi ini.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Syafruddin Syarif, M.T. selaku penguji I dan Ibu Andini Dani Achmad, S.T., M.T. selaku penguji II yang selalu memberikan kritik dan saran yang sangat membangun dalam penulisan skripsi ini.
6. Bapak/ Ibu Dosen dan seluruh Staff Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu,

pengalaman serta banyak membantu penulis untuk kelancaran proses penyusunan skripsi ini.

7. Saudara Muh. Al-Kautsar Hasril dan saudara Sainal Abidin yang sangat banyak memberi ilmu dan membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini.
8. Teman-teman seperjuangan di ruang komputer lab telkom, Isnay, Gentel, dan Miya yang selalu berbagi cerita, partner mengeluh, partner ngampus setiap hari, terima kasih telah menemani berjuang selama ini.
9. Teman-teman TTH yang telah kebersamai penulis sejak maba, partner *healing* dan selalu memberikan motivasi hingga akhir perkuliahan ini.
10. Teman-teman CAL18RATOR yang telah kebersamai melewati segala proses menjadi mahasiswa baik suka maupun duka, yang telah mewarnai hari-hari penulis selama masa perkuliahan.
11. Teman-teman pengurus himpunan yang telah memberikan banyak pengalaman menarik selama menjabat. Terima kasih untuk waktunya.
12. Adik Procez20r yang selalu membantu penulis kapanpun penulis membutuhkan bantuan.
13. Terima kasih kepada diri sendiri yang telah jatuh bangun melewati proses penulisan skripsi ini. Terima kasih telah kuat dan bertahan hingga akhir.

Akhir kata penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penulis. Penulis berharap dengan adanya laporan tugas akhir yang dibuat ini dapat bermanfaat bagi pembaca sebagai bahan referensi dalam membuat penelitian yang serupa nantinya.

Makassar, 7 Agustus 2023

Yuyun

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang setiap tahunnya selalu mengalami peningkatan tentu mendorong masyarakat untuk ikut beradaptasi menikmati kecanggihan teknologi tersebut. Pesatnya perkembangan teknologi di era moderen ini membuat masyarakat lebih nyaman dalam mengerjakan suatu pekerjaan, tidak hanya kenyamanan tetapi efisiensi juga menjadi faktor yang sangat berpengaruh terhadap berkembangnya teknologi. Salah satu teknologi yang banyak digunakan sejak beberapa tahun terakhir hingga kini adalah *face recognition*. Teknologi *face recognition* banyak digunakan masyarakat sebagai sistem pengaman. Entah itu pengaman ruang, pengaman pada *smartphone* dan juga beberapa digunakan pada sistem absensi pada suatu kelas.

Berangkat dari teknologi canggih, dapat dilihat bahwa perkembangan dunia yang sejauh ini semakin moderen tentu meningkatkan juga kebutuhan hidup di berbagai kalangan masyarakat. Alat-alat yang semakin canggih tentu sangat menggiurkan untuk dimiliki dan hal tersebut tidak memandang umur, baik dikalangan anak-anak, remaja maupun orang dewasa. Namun, terkadang kondisi ekonomi menjadi penghambat untuk memiliki barang-barang canggih tersebut. Oleh karena itu, banyak orang yang rela melakukan apa saja demi memiliki barang mewah nan canggih tersebut. Salah satu yang sangat marak terjadi akhir-akhir ini adalah kasus pencurian. Adanya kasus pencurian yang banyak terjadi ini tentu meresahkan masyarakat setempat.

Penelitian mengenai sistem keamanan menggunakan metode pengenalan wajah sudah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, sehingga penulis melakukan studi literatur terhadap penelitian-penelitian tersebut. Penelitian yang pertama berjudul “Implementasi Metode *Single Shot Detector* (SSD) untuk pengenalan wajah” yaitu penelitian yang membahas tentang implementasi metode SSD sebagai pengenalan wajah. Dimana diperoleh hasil bahwa metode SSD yang digunakan memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam mendeteksi wajah dari pada proses pengenalan wajah atau identifikasi. Dalam

proses mendeteksi wajah dengan menggunakan metode SSD memiliki tingkat akurasi 100% dengan sudut kamera berada di posisi depan wajah, sementara tingkat akurasi dengan berbagai sudut pandang kamera adalah 88%. (Sukusvieri, 2020). Adapun penelitian yang kedua berjudul “Perbandingan Metode Deteksi Wajah Menggunakan *OpenCV Haar Cascade*, *OpenCV Single Shot Multibox Detector* (SSD) dan *DLib CNN*” pada penelitian ini membandingkan 3 metode dalam deteksi wajah yaitu *OpenCV Haar Cascade*, *OpenCV Single Shot Multibox Detector* (SSD) dan *Dlib CNN*. Dimana pada pendeteksian wajah difokuskan pada lima kondisi tantangan yang ada yaitu deteksi wajah pada halangan posisi kepala, memakai masker wajah, pencahayaan, latar gambar yang memiliki banyak noise, perbedaan ekspresi. Dimana data uji diambil secara acak di google dengan acuan satu gambar lebih dari satu wajah yang dideteksi dengan posisi liar. Hasil analisis perbandingan uji gambar pada kondisi liar menunjukkan bahwa *OpenCV haar cascade* memiliki lebih banyak kelemahan dengan prosentase kinerja 20% dibandingkan deteksi wajah menggunakan *OpenCV SSD* dan *Dlib CNN*. (Farokhah, 2021). Kemudian penelitian yang ketiga berjudul “Rancang Bangun Sistem Keamanan dan Pemantau Tamu pada Pintu Rumah Pintar Berbasis *Raspberry Pi* dan *Chat Bot Telegram*” pada penelitian ini merancang sebuah alat untuk memantau tamu yang dilengkapi dengan sistem keamanan dengan menggunakan *microprocessor Raspberry Pi* untuk memproses data yang akan dikirim ke *Chat Bot Telegram*. Data yang dikirimkan ke *Chat Bot Telegram* nantinya akan diakses oleh *smartphone* berupa gambar tamu yang di ambil oleh kamera *raspberry pi*. Alat ini memiliki dua mode yaitu mode *smart* yang digunakan untuk mengambil gambar tamu saat tamu menekan tombol bel dan mode *secure* yang digunakan untuk mengambil gambar orang yang berada di depan pintu secara otomatis dengan menggunakan sensor PIR. (Muslimin et al., 2019).

Berdasarkan penelitian-penelitian yang diuraikan sebelumnya maka penulis telah membuat sistem pengaman dengan mengimplementasikan sistem pengenalan wajah dengan menggunakan metode *single shot detector*. Alat yang dibuat terdiri dari dua mode yaitu mode *secure* dimana apabila sensor mendeteksi pergerakan maka sistem akan secara otomatis mengirim notifikasi

ke pengguna melalui aplikasi telegram berupa pesan dan gambar kemudian mode *door lock* yaitu sistem *face recognition* yang akan membuka *solenoid lock door* yang terkunci ketika wajah dikenali. Pada penelitian ini menggunakan modul ESP32-CAM sebagai mikrokontroler sekaligus sebagai kamera dan juga menggunakan modul ESP8266 sebagai mikrokontroler yang akan mengaktifkan *relay*. Penelitian ini menerapkan sistem pengenalan wajah dengan menggunakan metode *Single Shot Detector (SSD)* untuk mengenali wajah pemilik rumah, sehingga ketika wajah pemilik rumah terdeteksi maka secara otomatis *solenoid lock door* akan terbuka. Oleh karena itu, judul yang diangkat oleh penulis adalah “**Sistem Pengaman Ruang Melalui Pengenalan Wajah Menggunakan Metode *Single Shot Detector (SSD)*”**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah yang diangkat yaitu :

1. Bagaimana membuat alat pengaman ruang dengan mengimplementasikan sistem pengenalan wajah menggunakan metode *Single Shot Detector* ?
2. Bagaimana unjuk kerja alat pengaman ruang dengan mengimplementasikan sistem pengenalan wajah menggunakan metode *Single Shot Detector* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah :

1. Mampu membuat sistem pengaman ruang dengan mengimplementasikan sistem pengenalan wajah menggunakan metode *Single Shot Detector*.
2. Mengetahui unjuk kerja sistem alat pengaman ruang yang dibuat.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan pada penelitian ini adalah :

1. Bagi masyarakat, diharapkan dapat memberikan rasa aman dengan alat yang akan dibuat.

2. Bagi penulis, sebagai bentuk pembelajaran kepada penulis dalam beradaptasi dengan perkembangan teknologi, khususnya dalam implementasi teknologi *face recognition*.
3. Bagi Institusi Pendidikan Departemen Teknik Elektro & pada bidang Teknologi Telekomunikasi dan Informasi, penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi ilmiah untuk mengembangkan penelitian yang berhubungan dengan topik sistem pengaman cerdas.

1.5 Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini pembahasan akan difokuskan pada :

1. Penelitian ini menghasilkan *prototype* sistem pengaman ruang.
2. Penelitian ini mendeteksi pergerakan objek.
3. Penelitian ini mendeteksi wajah sesuai yang ada pada *database*.
4. Penelitian ini masih bisa mendeteksi wajah berupa foto.
5. Penelitian ini memanfaatkan komputer sebagai server.
6. Penelitian ini akan mengirimkan notifikasi berupa pesan dan gambar kepada pengguna melalui aplikasi telegram.

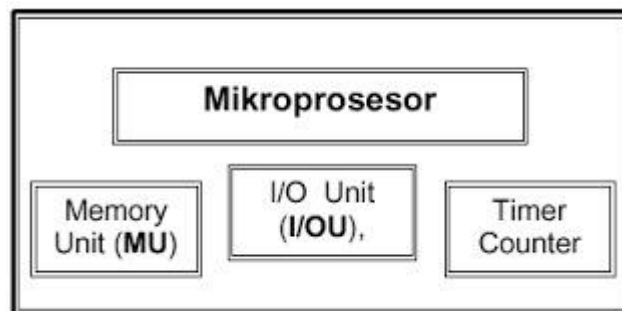
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem keamanan merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan dalam kehidupan sehari-hari. Menurut KBBI, aman adalah bebas dari bahaya, bebas dari gangguan, terlindung atau tersembunyi, tidak dapat diambil orang, pasti, tidak meragukan, tidak mengandung risiko, sedangkan keamanan menurut KBBI adalah keadaan aman atau ketentraman. Jadi pada dasarnya setiap orang memerlukan keamanan entah pada dirinya sendiri maupun pada apa yang mereka miliki. Adapun teori-teori pendukung penelitian ini diuraikan sebagai berikut.

2.1 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah komputer mikro dalam satu chip tunggal. Mikrokontroler memadukan CPU, ROM, RWM, I/O paralel, I/O seri, *counter-timer*, dan rangkaian *clock* dalam satu chip seperti terlihat pada Gambar 1. Dengan kata lain, mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus (Qrimly, 2017).



Gambar 1 Blok diagram mikrokontroler
(Sumber : Imersa-lab.com)

Agar sebuah mikrokontroler dapat berfungsi, maka mikrokontroler tersebut memerlukan komponen eksternal yang kemudian disebut dengan sistem minimum. Untuk membuat sistem minimum paling tidak dibutuhkan sistem *clock* dan *reset*, walaupun pada beberapa mikrokontroler sudah menyediakan sistem *clock* internal, sehingga tanpa rangkaian eksternal pun mikrokontroler dapat beroperasi (Manengal et al., 2014)

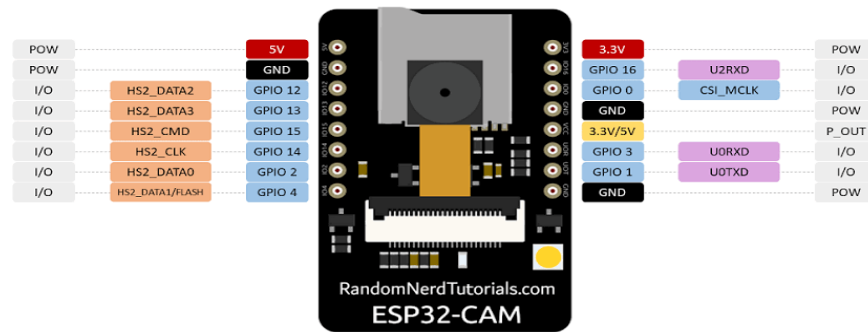
Untuk merancang sebuah sistem berbasis mikrokontroler, diperlukan perangkat keras dan perangkat lunak, yaitu sistem minimum mikrokontroler, *software* pemrograman dan kompiler, serta *downloader*. Yang dimaksud dengan sistem minimum adalah sebuah rangkaian mikrokontroler yang sudah dapat digunakan untuk menjalankan sebuah aplikasi. Sebuah IC mikrokontroler tidak akan berarti bila hanya berdiri sendiri. Pada dasarnya, sebuah sistem minimum mikrokontroler AVR memiliki prinsip dasar yang sama dan terdiri dari 4 bagian, yaitu:

1. Prosesor, yaitu mikrokontroler itu sendiri,
2. Rangkaian *reset* agar mikrokontroler dapat menjalankan program mulai dari awal,
3. Rangkaian *clock*, yang digunakan untuk memberi detak pada CPU,
4. Rangkaian catu daya, yang digunakan untuk memberi sumberdaya.

Pada mikrokontroler jenis-jenis tertentu (misalnya AVR), poin 2 dan 3 sudah tersedia di dalam mikrokontroler tersebut dengan frekuensi yang telah diatur oleh produsen (umumnya 1MHz, 2MHz, 4MHz, dan 8MHz), sehingga pengguna tidak memerlukan rangkaian tambahan. Namun bila pengguna ingin merancang sistem dengan spesifikasi tertentu (misalnya komunikasi dengan PC atau *handphone*), maka pengguna harus menggunakan rangkaian *clock* yang sesuai dengan karakteristik PC atau HP tersebut, biasanya menggunakan kristal 11,0592 MHz, untuk menghasilkan komunikasi yang sesuai dengan *baud rate* piranti yang dituju (Immersia, 2014).

2.1.1 ESP32-CAM

Modul ini merupakan sebuah modul WIFI yang sudah dilengkapi dengan kamera. Dari modul ini kita bisa gunakan untuk berbagai keperluan, contoh untuk CCTV, mengambil gambar dan sebagainya. Fitur lain yaitu kita bisa mendeteksi wajah (*face detection*) dan pengenalan wajah (*face recognition*)(Adjie, 2020). Berikut adalah *layout* dari modul ESP32-Cam :



Gambar 2 Layout modul ESP32-CAM
(Sumber : RandomNetTutorials.com)

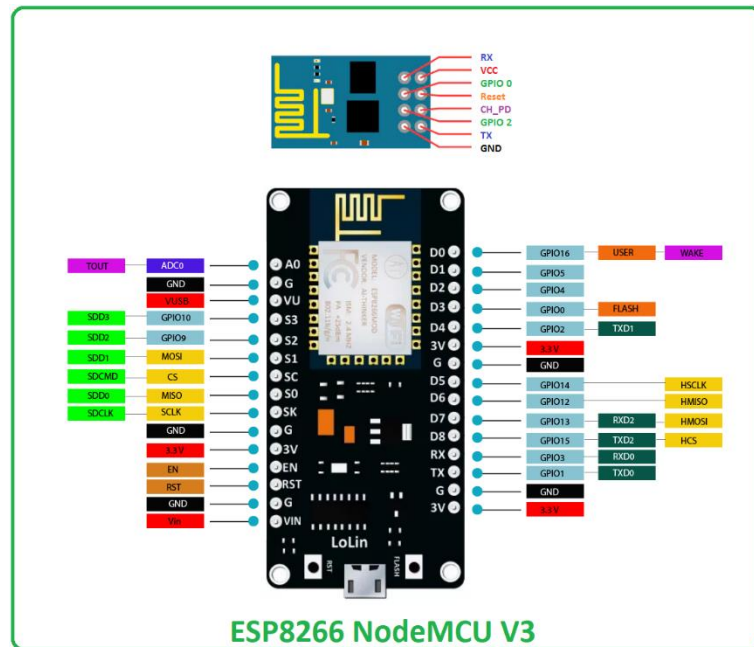
ESP32-CAM adalah sebuah platform yang dapat memantau secara *realtime* dengan menerapkan kamera dan modul wifi yang ada di dalamnya. Untuk melakukan pengaturan pada ESP32-CAM dibutuhkan FTDI USB to TTL yang kemudian dihubungkan modul *camera* dan perangkat personal komputer atau laptop. Untuk memasukkan coding program ke dalam ESP32-CAM diperlukan sebuah aplikasi *open source* yang dapat mengupload program yang di peruntukkan untuk modul esp32cam tersebut dengan menggunakan arduino IDE (Setiawan, D., Dkk.2022). Berikut adalah spesifikasi modul :

Tabel 1 Spesifikasi modul ESP32-CAM

Parameter	Spesifikasi
Module Model	ESP32-CAM
SPI FLASH	Default 32 bit
RAM	520KB SRAM + 4M PSRAM
Bluetooth	Bluetooth 4.2 BR/EDR and BLE
WIFI	802.11 b/g/n
Support Interface	UART, SPI, I2C, PWM
Support TF card	MAX Support 4G
IO Port	9
UART Baudrate	Default 115200 bps

2.1.2 ESP8266

Modul ESP8266 atau yang lebih sering dikenal NodeMCU adalah sebuah *board* elektronik yang berbasis *chip* ESP8266 dengan kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler dan juga koneksi internet (WiFi). Terdapat beberapa pin I/O sehingga dapat dikembangkan menjadi sebuah aplikasi *monitoring* maupun *controlling* pada proyek IOT. ESP8266 dapat diprogram dengan *compiler*-nya Arduino, menggunakan Arduino IDE. Bentuk fisik dari ESP8266 ESP 8266, terdapat port USB (mini USB) sehingga akan memudahkan dalam pemrogramannya (Dewi, 2019).



Gambar 3 *Layout* modul ESP8266
(Sumber : theengineeringprojects.com)

Modul ESP8266 merupakan sebuah modul WIFI erbaguna yang bersifat SoC (*System on Chip*) sehingga pemrograman dapat dilakukan langsung di modul tanpa memerlukan mikrokontroler. Sebagai modul Wi-fi, ESP8266 dapat berjalan sebagai adhoc akses poin atau klien sekaligus. Meskipun sudah dapat diprogram, namun untuk dapat berkomunikasi dengan modul lain masih membutuhkan Arduino karena terbatasnya jumlah GPIO (*General Purpose Input Output*) sesuai dengan jenisnya (Mursyid, 2020).

2.2 Sensor *Passive Infra Red* (PIR)

Sensor adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah besaran mekanis, magnetik, panas, sinar, dan kimia menjadi besaran listrik berupa tegangan, resistansi dan arus listrik. Sensor sering digunakan untuk pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian (Madoi, 2018).

PIR merupakan sebuah sensor berbasis *infrared*. Akan tetapi, tidak seperti sensor *infrared* kebanyakan yang terdiri dari IR LED dan fototransistor. PIR tidak memancarkan apapun seperti IR LED. Sesuai namanya “*Passive*”, sensor ini hanya merespon energi dari pancaran sinar inframerah pasif yang dimiliki oleh setiap benda yang terdeteksi olehnya. Benda yang dapat dideteksi oleh sensor ini biasanya adalah tubuh manusia.



Gambar 4 Sensor *Passive infra red*
(Sumber : abudawud.wordpress.com)

Di dalam sensor PIR ini terdapat bagian-bagian yang mempunyai perannya masing-masing, yaitu *Fresnel Lens*, *IR Filter*, *Pyroelectric sensor*, *amplifier*, dan *comparator*.

a. *Fresnel Lens*

Lensa *fresnel* pertama kali digunakan pada tahun 1980an. Digunakan sebagai lensa yang memfokuskan sinar pada lampu mercusuar. Penggunaan paling luas pada lensa *fresnel* adalah pada lampu depan mobil. Namun kini, lensa *fresnel* pada mobil telah ditiadakan diganti dengan lensa plain polikarbonat. Lensa *fresnel* juga berguna dalam pembuatan film, tidak hanya karena kemampuannya untuk memfokuskan sinar terang, tetapi juga karena intensitas cahaya yang relatif konstan di seluruh lebar berkas cahaya.

b. IR Filter

IR Filter dimodul sensor PIR ini mampu menyaring panjang gelombang sinar *infrared* pasif antara 8 sampai 14 mikrometer, sehingga panjang

gelombang yang dihasilkan dari tubuh manusia yang berkisar antara 9 sampai 10 mikrometer ini dapat dideteksi oleh sensor.

c. *Pyroelectric Sensor*

Seperti tubuh manusia yang memiliki suhu tubuh kira-kira 32 derajat *celcius*, yang merupakan suhu panas yang khas yang terdapat pada lingkungan. Pancaran sinar inframerah inilah yang kemudian ditangkap oleh *pyroelectric* sensor yang merupakan inti dari sensor PIR ini sehingga menyebabkan *proelectric* sensor yang terdiri dari *galium nitrida*, *caesium nitrat* dan *litium tantalate* menghasilkan arus listrik. Mengapa bisa menghasilkan arus listrik? Karena pancaran sinar inframerah pasif ini membawa energi panas. Material *pyroelectric* bereaksi menghasilkan arus listrik karena adanya energi panas yang dibawa oleh *infrared* pasif tersebut. Prosesnya hampir sama seperti arus listrik yang terbentuk ketika sinar matahari mengenai solar *cell*.

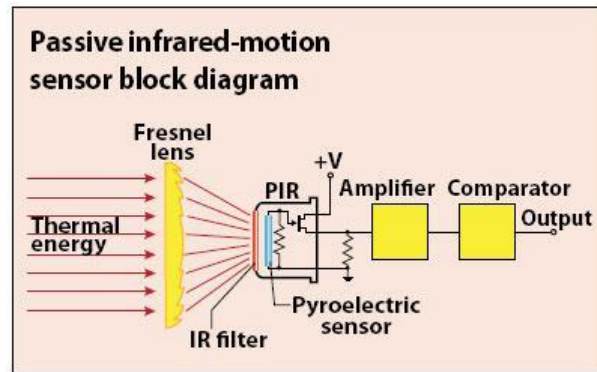
d. *Amplifier*

Sebuah sirkuit *amplifier* yang ada menguatkan arus yang masuk pada material *pyroelectric*.

e. Komparator

Setelah dikuatkan oleh *amplifier* kemudian arus dibandingkan oleh komparator sehingga menghasilkan output.

Sensor PIR ini bekerja dengan menangkap energi panas yang dihasilkan dari pancaran sinar inframerah pasif yang dimiliki setiap benda dengan suhu benda diatas nol mutlak. Seperti tubuh manusia yang memiliki suhu tubuh kirakira 32 derajat *celcius*, yang merupakan suhu panas yang khas yang terdapat pada lingkungan. Berikut adalah blok diagram dari sensor PIR.



Gambar 5 Blok daigram sensor PIR

(Sumber : elektronikahendry.com)

Pancaran infra merah masuk melalui lensa *fresnel* dan mengenai sensor *pyroelektrik*, karena sinar infra merah mengandung energi panas maka sensor *pyroelektrik* akan menghasilkan arus listrik. Sensor *pyroelektrik* terbuat dari bahan *galium nitrida (GaN)*, *cesium nitrat (CsNo3)* dan *litium tantalate (LiTaO3)*. Arus listrik inilah yang akan menimbulkan tegangan dan dibaca secara analog oleh sensor. Kemudian sinyal ini akan dikuatkan oleh penguat dan dibandingkan oleh komparator dengan tegangan referensi tertentu (keluaran berupa sinyal 1-bit). Jadi sensor PIR hanya akan mengeluarkan logika 0 dan 1, 0 saat sensor tidak mendeteksi adanya perubahan pancaran infra merah dan 1 saat sensor mendeteksi infra merah (Madoi 2018).

Ketika manusia berada di depan sensor PIR dengan kondisi diam, maka sensor PIR akan menghitung panjang gelombang yang dihasilkan oleh tubuh manusia tersebut. Panjang gelombang yang konstan ini menyebabkan energi panas yang dihasilkan dapat digambarkan hampir sama pada kondisi lingkungan disekitarnya. Ketika manusia itu melakukan gerakan, maka tubuh manusia itu akan menghasilkan pancaran sinar inframerah pasif dengan panjang gelombang yang bervariasi sehingga menghasilkan panas berbeda yang menyebabkan sensor merespon dengan cara menghasilkan arus pada material *pyroelectric*nya dengan besaran yang berbeda beda. (Ningsih, 2010).

2.3 Telegram

Telegram adalah aplikasi layanan pengirim pesan dengan fokus pada kecepatan dan keamanan. Kita dapat menggunakan Telegram di semua perangkat

kerja pada saat yang bersamaan, pesan kita dapat tersinkronisasi dengan mulus di sejumlah ponsel, tablet, ataupun komputer (Windows, Mac, dan Linux).

Telegram hampir mirip dengan *WhatsApp*, meski keduanya memiliki kelebihan dan kekurangan berbeda. Telegram memiliki ukuran file lebih kecil dibanding aplikasi kirim pesan lainnya, sehingga lebih mudah dijalankan. Telegram bisa digunakan untuk berkirim pesan teks, foto, video, audio, dan berbagai macam berkas. Keunggulan yang tak dimiliki dari *platform* berkirim pesan lain dibanding Telegram adalah aplikasi ini mampu bertukar dokumen dalam ukuran yang sangat besar. Telegram bisa berbagi file dengan ukuran hingga 1,5 GB per file-nya. Fitur berkirim file di Telegram lebih bervariasi, mulai dari doc, zip, mp3 dan masih banyak lagi.

Menurut riset yang dilakukan oleh firma riset Sensor Tower bahwa pada awal tahun 2021 ini sejumlah pengguna *WhatsApp* berbondong-bondong beralih ke Telegram, dimana menurutnya aplikasi Telegram telah diunduh sebanyak 2,2 juta pengguna di platform android (*Playstore*) dan IOS (*App Store*). Sementara jumlah unduhan *WhatsApp* mengalami penurunan signifikan, yakni sebesar 11 persen dalam tujuh hari pertama tahun 2021 dibanding periode sebelumnya. Firma riset aplikasi App Annie juga melaporkan penurunan pengguna *WhatsApp*. Peringkat *WhatsApp* di daftar aplikasi terpopuler, baik di Android dan iOS, tercatat menurun. Banyaknya pengguna yang beralih dari *WhatsApp* ke Telegram ini menyusul digulirkannya kebijakan privasi dan persyaratan layanan baru oleh *WhatsApp*. Para pengguna *WhatsApp* mendapatkan notifikasi pembaruan kebijakan tersebut sejak Kamis (7/1/2021) (Riyanto, P.G, 2021).

2.4 Visual Studio Code (VS Code)

Visual studio code (VS Code) merupakan sebuah *software* yang sangat ringan, tetapi handal yang dibuat dan dikembangkan oleh Microsoft untuk melakukan sistem operasi multiplatform yang berarti tersedia juga untuk versi Mac, Linux dan Windows. *Visual studio code* ini secara langsung dapat mendukung berbagai bahasa pemrograman seperti JavaScript, Typescript dan Node.js serta bahasa pemrograman yang lain dengan bantuan plugin yang dapat dipasang via *market place* *visual studio code* seperti (C++, C#, Go, Java dan lain-lain). Terdapat

banyak fitur-fitur yang terdapat di visual studio *code* seperti *Git integration*, *intellisense*, *debugging* dan fitur ekstensi yang mampu menambah kemampuan teks *editor*. Fitur-fitur ini akan terus berkembang seiring bertambahnya versi dari teks *editor* ini. Pembaharuan secara berkala dari versi visual studio *code* yang dilakukan setiap bulan dan merupakan pembeda visual studio *code* dengan teks editor yang lain. Teks editor dari visual studio *code* juga bersifat *open source* sehingga siapapun dapat berkontribusi dalam pengembangannya (Permana 2019).

2.5 Software Arduino IDE (*Integrated Development Environment*)

Arduino memakai *software processing* untuk diaplikasikan dalam menulis program kedalam Arduino processing ini sendiri merupakan penggabungan antara bahasa C++ dan bahasa Java. *Software* Arduino dapat di install di berbagai *operating system (OS)* 9 *Linux*, *Mac OS* dan *Windows*. *Software* arduino yang biasa digunakan adalah *software IDE* . IDE Arduino adalah *software* yang sangat canggih dan dapat di program menggunakan Java (Prihatmoko, C. R, 2021). IDE Arduino terdiri dari:

1. *Editor* program, adalah jendela yang memungkinkan pengguna untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.
2. *Compiler*, adalah fitur untuk mengubah kode program (*Bahasa Processing*) menjadi kode biner. *Compiler* perlu dilakukan dalam hal ini. Karena sebuah mikrokontroler tidak bisa memahami bahasa *processing*.
3. *Uploader*, adalah fitur untuk memuat kode biner dari computer yang diteruskan ke memori pada board arduino.



Gambar 6 Tampilan *software* arduino
(Sumber : Olahan pribadi)

2.6 Relay

Relay merupakan komponen elektronika berupa saklar atau *switch* elektrik yang dioperasikan secara listrik dan terdiri dari 2 bagian utama yaitu Elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak Saklar/*Switch*). Komponen elektronika ini menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Berikut adalah simbol dari komponen *relay* (Virgusta, Y. D, 2020).



Gambar 7 *Relay*
(Sumber : ecadio.com)

Pada dasarnya, *Relay* terdiri dari 4 komponen dasar yaitu : *Electromagnet (Coil)*, *Armature*, *Switch Contact Point* (Saklar) dan *Spring*. *Contact Point Relay* terdiri dari 2 jenis yaitu :

- *Normally Close (NC)* yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi CLOSE (tertutup)

- *Normally Open* (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi OPEN (terbuka)

karena *relay* merupakan salah satu jenis dari saklar, maka istilah *pole* dan *throw* yang dipakai dalam saklar juga berlaku pada *relay*. Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai istilah *pole and throw* :

- *Pole* : Banyaknya Kontak (*Contact*) yang dimiliki oleh sebuah *relay*
- *Throw* : Banyaknya kondisi yang dimiliki oleh sebuah kontak (*Contact*).

2.7 Solenoid Lock Door

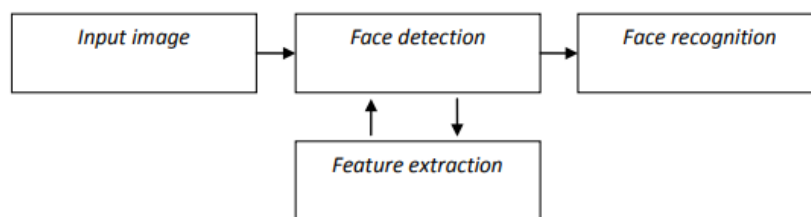
Solenoid Door Lock adalah salah satu *solenoid* yang difungsikan khusus sebagai *solenoid* untuk pengunci pintu elektronik. *Solenoid* ini mempunyai dua sistem kerja, yaitu *Normaly Close* (NC) dan *Normaly Open* (NO). Perbedaannya adalah jika cara kerja *solenoid* NC apabila diberi tegangan, maka *solenoid* NO adalah kebalikannya dari *Solenoid* NC. Biasanya kebanyakan *solenoid door lock* membutuhkan input tagangan kerja 12V DC tetapi ada juga *solenoid Door Lock* yang hanya membutuhkan *input* tegangan output dari pin IC digital. Namun jika anda menggunakan *Solenoid Door Lock* yang 12V DC. Berarti anda membutuhkan *power supply* 12V dan sebuah *relay* untuk mengaktifkannya (Uno, A 2020).

Agar *solenoid door lock* bisa bekerja, diperlukan bantuan *relay* dan *power supply*. *Power supply* memberikan daya 12V kepada *relay* dan *solenoid door lock* sehingga tegangannya berubah menjadi 5V dengan pin *positive power supply* terhubung ke NO *relay*, *negative power supply* (Basabilik, 2021).

2.8 Face Recognition

Face recognition merupakan bagian dari teknik biometrik yang sangat membantu dalam mengidentifikasi wajah seseorang. *Face recognition* banyak digunakan untuk sistem keamanan, pengidentifikasian tindakan kriminal dan terdapat pada perangkat - perangkat mobile. Tujuan dari sistem *face recognition* adalah untuk mengurangi terjadinya kesalahan ketika sistem dilakukan secara manual. *Face Recognition* juga merupakan suatu teknologi yang sedang berkembang sekarang ini dalam mengenali individu, yang banyak menarik kalangan peneliti maupun industri (Jurnawi 2020).

Pengenalan wajah merupakan proses untuk mengidentifikasi citra wajah yang tidak diketahui dengan metode komputasi dan membandingkannya dengan data wajah yang tersimpan. Proses ini dilakukan dengan membandingkan wajah yang belum dikenali dengan wajah yang terdapat pada *database* untuk proses pengenalan. Berbagai manfaat dari pengenalan wajah, seperti kriminalitas, sistem akses ruangan, pencarian penjahat, dan interaksi manusia dengan komputer. Dalam proses untuk mengenali wajah, citra wajah dapat diambil dari jarak yang jauh untuk orang yang akan diidentifikasi. Pengenalan wajah memiliki tiga proses, yaitu: deteksi wajah, ekstraksi ciri dan klasifikasi citra wajah atau pengenalan wajah.



Gambar 8 Proses pengenalan wajah
(Sumber : Olahan pribadi)

1. *Input image*, merupakan citra yang diperoleh dari proses akuisisi (pengambilan citra) menggunakan kamera atau webcam.
2. *Face detection*, merupakan proses pendeteksian yang dilakukan untuk mengambil posisi wajah dalam proses pengenalan.
3. *Feature extraction*, merupakan proses mendapatkan nilai karakteristik dari sebuah citra dengan menggunakan teknik pengolahan citra.
4. *Face recognition*, merupakan hasil identifikasi dari citra *input* sebelumnya. Proses ini akan membandingkan nilai ciri dari citra *input* dengan kumpulan citra yang disimpan pada *database* (Ibrahim, 2020).

Pengenalan wajah adalah teknologi komputer untuk menentukan lokasi wajah, ukuran wajah, deteksi fitur wajah dan pengabaian citra latar, selanjutnya dilakukan identifikasi citra wajah. Pengenalan wajah melibatkan banyak variabel, misalnya citra sumber, citra hasil pengolahan citra, citra hasil ekstraksi dan data profil seseorang. Dibutuhkan juga alat pengindera berupa sensor kamera dan metode untuk menentukan apakah citra yang ditangkap oleh webcam tergolong

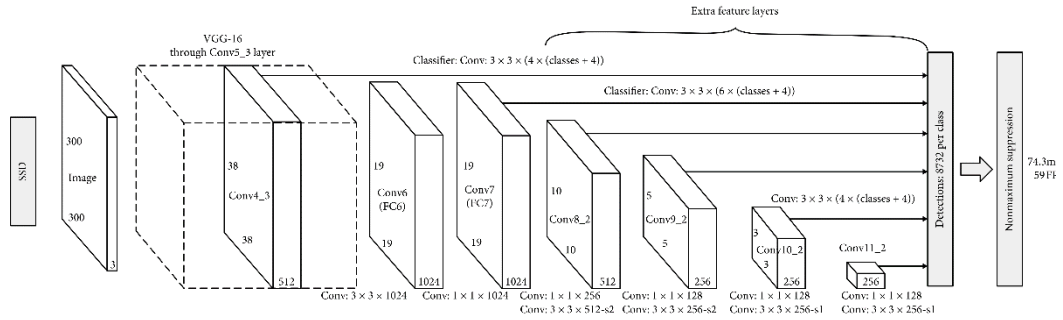
wajah manusia atau bukan, sekaligus untuk menentukan informasi profil yang sesuai dengan citra wajah yang dimaksud (Suprianto et al, 2013).

2.9 Single Shot Detector (SSD)

Single Shot Detector (SSD) adalah sebuah metode untuk mengenali atau mendeteksi sebuah object pada suatu gambar dengan menggunakan *single deep neural network* dan salah satu algoritma deteksi *object* yang paling populer karena kemudahan implementasi, serta akurasi yang baik relatif terhadap komputasi yang dibutuhkan. *Deep learning* merupakan salah satu subset dari *machine learning* atau pembelajaran mesin yang terinspirasi dari struktur dari otak manusia. Seperti halnya manusia membuat keputusan dengan menganalisa menggunakan rangkaian pemikiran logis yang terstruktur, *deep learning* mengimitasinya dengan sebuah algoritma yang dinamakan *neural network* (Sukusvieri, 2020). SSD merupakan algoritma deep learning yang mendiskritisasi ruang output dari kotak pembatas menjadi satu set kotak standar pada berbagai rasio dan skala aspek per lokasi peta fitur. Metode ini menerapkan fitur kotak pembatas untuk memperkirakan lokasi objek yang dideteksi (Hui. j, 2018).

Metode *Single Shot Detector* (SSD) ini termasuk kedalam deteksi object secara *real time*. Arsitektur SSD termasuk kedalam jenis *Convolutional Neural Network* (CNN), yang merupakan salah satu jenis *Neural Network* yang biasa digunakan pada data *image* (Fuady et al., 2020).

Arsitektur dari CNN dibagi menjadi 2 bagian besar, *Feature Extraction Layer* dan *Convolutional Layer*. Dimana pada bagian *Feature Extraction Layer* ini adalah melakukan *encoding* dari sebuah *image* menjadi *features* yang merepresentasikan gambar tersebut. Sedangkan bagian *Convolutional Layer* terdiri dari *neuron* yang tersusun sedemikian rupa sehingga membentuk sebuah filter dengan panjang dan tinggi (pixels).



Gambar 9 Arsitektur Single Shot Detector

(Sumber : researchgate.net)

Dari gambar 9 dapat dilihat arsitektur dari algoritma SSD yang dibangun dari arsitektur VGG-16 yang dimana digunakan sebagai jaringan dasar karena kinerjanya yang kuat dalam melakukan klasifikasi gambar yang berkualitas tinggi. Pada bagian feature extraction layer. Secara umum metode SSD mempunyai rumus sederhana dalam menentukan *default boxes* dan *scale default boxes*, dimana N merupakan jumlah *default boxes*, L_{conf} = *loss classification*, L_{loc} = *loss localization*, L = *prediction box* dan g = *truth ground box*, untuk menentukan *default boxes* dapat dilihat pada rumus berikut :

$$L(x, c, l, g) = \frac{1}{N} (L_{conf}(x, c) + \alpha L_{loc}(x, l, g)) \quad (1)$$

Rumus *default boxes*

Sedangkan untuk menentukan *scale default boxes* dapat dilihat pada rumus di bawah ini :

$$S_k = S_{min} + \frac{S_{max} - S_{min}}{m-1} (k - 1), k \in [1, m] \quad (2)$$

Rumus *scale default boxes*

Dimana S_{min} adalah lapisan skala terendah, S_{max} lapisan skala tertinggi dan S_k adalah input pixels (Sukusvieri, 2020).

2.10 Open Computer Vision (Open CV)

Open Computer Vision (OpenCV) merupakan library *open source* yang tujuannya dikhususkan untuk melakukan pengolahan citra. Maksudnya adalah agar komputer mempunyai kemampuan yang mirip dengan cara pengolahan visual pada manusia. (Zulkhaidi & Maria, 2019).

Open CV dapat digunakan pada bahasa pemrograman C, C++ maupun *Python*, serta memiliki fungsi untuk pengolahan citra (*image processing*) tingkat rendah dan algoritma tingkat tinggi . Algoritma yang terdapat pada *Open CV* dapat digunakan untuk *face detection*, *feature matching*, dan *tracking*. Teknik-teknik yang terdapat di dalam pengolahan citra (*image processing*) menggunakan *Open CV* diantaranya yaitu (Jurnawi 2020) :

a. Filter Gambar (*Image Filtering*)

Teknik ini berperan dalam memodifikasi atau meningkatkan kualitas suatu gambar. Proses *filtering* gambar terdiri dari dua jenis, yaitu : Yang pertama penyaringan gambar linier, dimana nilai piksel *output* diperoleh dari kombinasi *linear* dari nilai-nilai piksel *input*. Yang kedua adalah penyaringan gambar *non-linier*, dimana nilai *output* bukan fungsi linier dari inputnya.

b. Tranformasi Gambar (*Image Transformation*)

Transformasi gambar menghasilkan gambar baru dari dua sumber atau lebih yang mengarah kepada fitur atau sifat tertentu yang menarik dan lebih baik dari pada gambar masukan aslinya. Transformasi gambar merupakan dasar dalam menerapkan operasi aritmatika sederhana ke data gambar. Pengurangan gambar sering digunakan untuk mengidentifikasi perubahan yang terjadi antara gambar yang dikumpulkan pada waktu yang berbeda.

c. *Object Tracking*

Object tracking adalah proses menemukan objek (atau beberapa objek) sesuai urutan gambar. Ini adalah salah satu komponen paling penting dalam berbagai aplikasi dalam visi komputer (*computer vision*), seperti pengawasan, interaksi antara komputer dengan manusia, dan pencitraan medis.

d. *Feature Detection*

Feature detection merupakan proses menemukan ciri khusus dari gambar secara visual, seperti garis, tepi atau sudut. Dan akan sangat membantu dalam menemukan struktur gambar yang rumit.

2.11 Server

Server adalah seperangkat komputer yang berisi program-program yang mampu menghasilkan informasi dan informasi tersebut didistribusikan kepada komputer *client* yang mengaksesnya. Server secara sederhana dapat berupa satu buah komputer untuk beberapa layanan aplikasi, atau jika jaringannya lebih kompleks dan rumit, maka server dapat disetting hanya untuk memberikan satu atau beberapa layanan saja (Suryana & Kuningan, 2018).

Cara kerja server sederhana yaitu, bekerja sesuai dengan permintaan *client*. Sebagai contoh, sebuah komputer yang dijalankan sedang bekerja mencari informasi yang dibutuhkan oleh *client*. Maka, server akan memperoleh informasi – informasi apa saja yang menjadi kebutuhan *client*. Sehingga *client* dapat mengakses isi *website* tersebut. Komputer yang dijadikan server lain dari pada yang lain, biasanya dirancang lebih berbeda dari komputer – komputer klien. Dari spesifikasi perangkat juga sudah berbeda, spesifikasi yang digunakan untuk server jauh lebih tinggi karena memproses data yang cukup besar, sedangkan sistem operasinya menggunakan sistem operasi khusus server yaitu *Linux Ubuntu Server* atau *Windows Server* (Kurniasih W, 2023).