

## BAB II

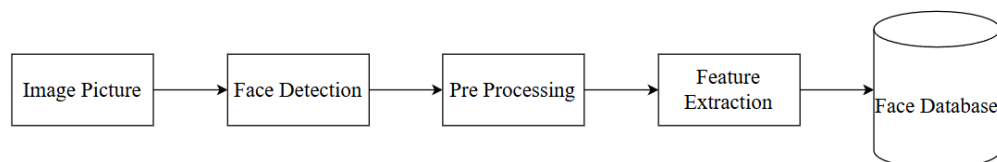
### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Landasan Teori

##### 2.1.1 *Face Recognition*

*Face Recognition* merupakan salah satu teknologi komputasi yang digunakan untuk mengidentifikasi wajah manusia melalui gambar atau video digital (Anwar dkk., 2022). Proses identifikasi wajah dilakukan dengan membandingkan gambar wajah yang didapatkan dengan gambar dataset yang telah tersimpan sebelumnya (Irianto dkk., 2009). Teknologi *Face Recognition* telah mengalami perkembangan pesat sejak pertama kali diciptakan. Saat ini, tidak hanya dapat diterapkan pada gambar atau video biasa, tetapi juga pada citra video secara *real-time* (Putra, 2021).

Secara umum sistem *Face Recognition* melibatkan empat tahap utama, termasuk *detection*, *alignment*, *feature extraction*, dan *matching*. *Detection* dan *alignment* merupakan proses awal yang perlu diselesaikan sebelum tahap *feature extraction* dan *matching* dapat dilakukan (Hanuebi dkk., 2019a). Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Proses *Face Recognition*

Berdasarkan Gambar 2.1 pada tahap *detection*, wajah dipisahkan dari latar belakang dan elemen gambar lain yang bukan wajah. Tahapan *alignment*

diperlukan untuk memastikan lokasi dan ukuran setiap wajah yang terdeteksi lebih akurat. Fitur wajah diukur secara geometri, termasuk ukuran, lokasi, dan pose. Wajah juga dinormalisasikan berdasarkan pencahayaan dan skala keabuan untuk mendapatkan informasi dan membedakan wajah setiap orang. Selanjutnya membandingkan hasil ekstraksi fitur dari input wajah dengan wajah yang ada dalam database. Hasil *Face Recognition* sangat bergantung pada fitur yang diambil untuk mewakili pola wajah dan metode klasifikasi yang digunakan untuk membedakan satu wajah dari yang lain. Sementara itu, proses penempatan wajah dan penyesuaian menjadi dasar untuk mengekstraksi fitur yang efektif (Putra, 2021).

Implementasi dari *Face Recognition* telah banyak dimanfaatkan salah satunya untuk mencegah perilaku menyimpang atau terjadinya itindak kejahatan melalui penerapan sistem keamanan rumah (Dwiparaswati & Hilmawan, 2022). Prosedur penerapan *Face Recognition* dalam sistem keamanan rumah mencakup pengumpulan data berupa gambar seluruh pemilik rumah dalam database. Kamera yang digunakan kemudian mengambil gambar dan membandingkannya dengan data yang ada dalam database. Jika terdapat ketidaksesuaian dengan data gambar, maka orang tersebut dianggap sebagai orang asing (Putri Jutika, 2022).

### **2.1.2 Haar Cascade Classifier**

*Haar Cascade Classifier* atau sering disebut Haar Like Feature merupakan salah satu dari beberapa metode yang digunakan untuk melakukan face detection dan *Face Recognition*. *Haar Cascade Classifier* pertama kali diusulkan oleh Paul Viola dan Michael John dalam jurnalnya yang berjudul “*Rapid Object Detection*

using a *Bossted Cascade of Simple Features*" (Irianto dkk., 2009).

*Haar Cascade Classifier* adalah rectangular (persegi) features, dimana yang dinilai adalah jumlah pixel dari tiap persegi dan bukan berdasarkan nilai dari setiap pixel pada sebuah image. *Haar Cascade Classifier* memiliki berbagai macam features yang memiliki fungsi berbeda-beda seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 *Haar Cascade Classifier*

Berdasarkan Gambar 2.2 *Haar Cascade Classifier* bersifat dua dimensi, satu terang dan satu gelap yang terdiri dari gabungan kotak-kotak hitam dan putih. *Haar Cascade Classifier* memiliki beberapa macam features, diantaranya *Edge features*, *Line features*, dan *Four rectangle features*. Ilustrasi *Haar Cascade Classifier* pada *Face Recognition* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 *Edge Features*

Berdasarkan Gambar 2.3 *Edge features* adalah suatu fitur yang membandingkan dua nilai yang berbeda dari jumlah matriks pixel yang diletakkan pada dua bagian persegi secara vertikal atau horizontal dengan ukuran dan bentuk

matriks yang serupa dengan pembanding. Fitur ini berguna dalam menentukan lokasi alis mata dalam citra. *Line features* adalah fitur yang menghitung total nilai fitur yang terletak di tengah *line features*. Fitur ini digunakan untuk menentukan lokasi hidung dan mulut dalam citra. *Four rectangle features* bertujuan untuk melakukan perhitungan terhadap perbedaan intensitas pixel secara diagonal (Verdiansyah & Solichin, 2023).

*Haar Cascade Classifier* dipilih karena memiliki kelebihan komputasinya yang sangat cepat yang disebabkan prosesnya hanya bergantung pada jumlah pixel dalam persegi, bukan setiap pixel dari sebuah gambar (Isum dkk., 2019). Selain itu, *Haar Cascade Classifier* memiliki proses pengolahan data yang cepat yang sesuai dengan pengambilan video *real-time* (Yulianto dkk., 2022).

### 2.1.3 OPENCV

*OpenCV* merupakan sebuah software library yang dirancang untuk pengolahan citra secara *real-time* dan dinamis, yang awalnya dikembangkan oleh Intel dan saat ini mendapatkan dukungan dari Willow Garage dan Itseez (Zein, 2018). *OpenCV* memungkinkan komputer dapat memiliki kemampuan visual mirip manusia sehingga komputer dapat mengambil keputusan, bertindak, dan mengidentifikasi objek berdasarkan deteksi wajah (Isum dkk., 2019).

*OpenCV* tersedia secara gratis dan dapat dimanfaatkan untuk keperluan komersial maupun nonkomersial tanpa memerlukan pembayaran lisensi (Irianto dkk., 2009). *OpenCV* juga memiliki antar muka yang mendukung bahasa pemrograman *C++*, *C*, *Python* dan *Java*, termasuk untuk sistem operasi *Windows*, *Linux*, *Mac OS*, *iOS* dan *Android* (Zein, 2018).

*OpenCV* dipilih karena merupakan metode yang paling cepat dan memiliki library paling lengkap untuk visi komputer (Muchtar & Apriadi, 2019). Selain itu, *OpenCV* dirancang untuk efisiensi dalam komputasi dan difokuskan pada aplikasi *real-time* (Zein, 2018). Penerapan dari *OpenCV* adalah pada *Human-Computer Interaction* (Interaksi Manusia & Komputer), *Object Identification* (Identifikasi Objek), *Segmentation* (Segmentasi), *Recognition* (Pengenalan), *Face Recognition* (Pengenalan Wajah), *Gesture Recognition* (Pengenalan Gerak Isyarat), *Motion Tracking* (Penjajakan Gerakan), *Ego Motion*, *Motion Understanding* (Pemahaman Gerakan), *Structure From Motion* (Gerakan Dari Struktur) dan Mobile Robotics (Irianto dkk., 2009).

#### **2.1.4 Raspberry Pi**

*Raspberry Pi* merupakan mini computer yang mampu dihubungkan ke monitor komputer serta keyboard. Perangkat umumnya dapat dimanfaatkan untuk proyek elektronik, serta mampu melaksanakan berbagai tugas layaknya komputer desktop. *Raspberry Pi* awalnya dirancang sebagai alat pembelajaran pemrograman digital untuk semua kelompok umur, termasuk menjalankan program perkantoran untuk menghasilkan laporan, membuat dokumen, menjelajahi internet, bahkan memainkan game, serta mampu memutar video berkualitas tinggi (Dwiyatno & Nugraheni, 2019).



Gambar 2. 4 *Raspberry Pi*

Sistem operasi utama *Raspberry Pi* menggunakan Debian GNU/Linux dan bahasa pemrograman Python. Salah satu pengembang sistem operasi untuk *Raspberry Pi* telah merilis sistem operasi yang dikenal sebagai Raspbian, yang dipercaya dapat mengoptimalkan kinerja perangkat *Raspberry Pi*. Sistem operasi Raspbian dibangun berbasis Debian, yang merupakan salah satu distribusi sistem operasi *Linux* (Isum dkk., 2019).

### 2.1.5 Kamera

Kamera yang digunakan pada penelitian ini ialah *webcam* dengan kamera digital yang terhubung ke komputer atau perangkat lain melalui koneksi USB guna menangkap video dan gambar. *Webcam* sering digunakan untuk video conferencing, streaming dan lainnya.

*Webcam* yang digunakan memiliki spesifikasi resolusi *full HD* (1080P) yang memberikan kualitas gambar yang tajam serta jelas, sudut lebar (*Wide Angle*) pada *webcam* yang memungkinkan pengguna untuk menangkap area yang lebih luas dalam satu frame, mikrofon yang digunakan untuk merekam audio, dan konektor USB 2.0 merupakan standar koneksi umum yang digunakan untuk *webcam*.

### **2.1.6 Telegram**

*Telegram* merupakan sebuah aplikasi *Instan Messanging* yang mengizinkan penggunanya untuk mengirim pesan, foto, video, dokumen, dan berbagai konten lainnya tanpa batasan ukuran file, serta mampu mengirim lokasi. *Telegram* juga menawarkan sebuah *API* (Application Programming Interface) dalam bentuk *Telegram Bot API* yang mengizinkan pengguna untuk menciptakan bot sendiri (Irianto dkk., 2009).

*Telegram* dipilih karena pengguna dapat mengirim pesan secara rahasia yang dapat dienkripsi secara end-to-end sebagai lapisan keamanan tambahan. Selain itu, fitur bot pada *Telegram* berfungsi sebagai pemberi peringatan atau notifikasi sehingga dapat memantau keamanan pintu rumah secara online (Arifin & Frenando, 2022).

## 2.2 Penelitian Terkait dan Kebaruan Penelitian

### 2.2.1 State of The Art

Perbandingan penelitian yang berhubungan dengan fokus permasalahan penelitian dan hasil penelitian yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 State Of The Art

No	Konten	Deskripsi
1		
	<b>Paper ke-1</b>	
	Judul paper	Sistem Pendeteksi Kurir Menggunakan Smart Closed Circuit Television (CCTV) Berbasis Internet Of Things (IoT) dengan Media Komunikasi <i>Bot Telegram</i> (Studi Kasus : Rumah Indekost)
	Penulis	Riza Samsinar, Govinda Gatot Aditya, Deni Almanda, Fadlioni, Fachri Amrulloh, Anwar Ilmar Ramdhan
	Jurnal/Konferensi	RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer) Vol. 6 No. 1
	URL	<a href="https://jurnal.umj.ac.id/index.php/resistor/article/view/16485">https://jurnal.umj.ac.id/index.php/resistor/article/view/16485</a>
	Permasalahan	Pada sebuah rumah indekos biasanya terdapat banyak kamar dan penghuni, kondisi tersebut membuat kerabat atau tamu asing kesulitan untuk berkunjung atau mengirimkan paket secara tepat kepada penerima.
	Hasil utama	Memanfaatkan sebuah sistem kamera CCTV menjadi sebuah alat komunikasi berbasis IoT dengan Bahasa pemrograman <i>python</i> untuk mendeteksi gesture tangan menggunakan <i>OpenCV</i>



		dan <i>Mediapipe</i> , yang dapat menyajikan informasi berupa notifikasi <i>email</i> dan <i>Bot Telegram</i> . Waktu optimal rata-rata untuk setiap notifikasi terkirim adalah 18-26 detik. Dengan tingkat akurasi rata-rata pembacaan untuk skenario yang berbeda adalah 100% (sepi), 91% (normal), dan 91% (>2 orang/ramai). Sistem Pendeteksi ini di simpan pada file di google drive menggunakan format H.264 untuk mendapatkan kualitas gambar yang bagus.
	Batasan	Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mendeteksi objek lain selain pembacaan penghitung jari karena keterbatasan apabila penghuni rumah memiliki jumlah yang banyak.
2		
	<b>Paper ke-2</b>	
	Judul paper	Implementasi <i>Face Recognition</i> Secara <i>Real-time</i> Dengan Metode <i>Haar Cascade Classifier</i> Menggunakan <i>OpenCV-Python</i>
	Penulis	Windy Dwiparaswati, Sephikhar Varid Hilmawan
	Jurnal/Konferensi	UG JURNAL VOL.16 Edisi 02 Februari 2022
	URL	<a href="https://ejournal.gunadarma.ac.id/index.php/ugjournal/article/view/6211">https://ejournal.gunadarma.ac.id/index.php/ugjournal/article/view/6211</a>
	Permasalahan	Metode Haar-like feature memproses gambar dalam kotak-kotak, dimana dalam satu kotak terdapat beberapa pixel. Per kotak itu pun kemudian di-proses dan didapatkan perbedaan nilai (threshold) yang menandakan daerah gelap dan terang. Nilai – nilai inilah yang nantinya dijadikan dasar dalam image processing. Lalu untuk gambar bergerak(video), perhitungan dan penjumlahan pixel terjadi secara terus – menerus dan membutuhkan waktu yang lama.
	Hasil utama	Sistem dapat mengenali wajah yang dikenal sebagai pengguna awal pada faktor jarak wajah dekat dan jauh, pada faktor posisi wajah hadap depan dan hadap bawah. Pada faktor pencahayaan terlalu terang dan gelap, dan posisi wajah hadap atas, program menghasilkan output tidak dikenal sebagai pengguna awal karena memiliki nilai akurasi dibawah 60%.

	Batasan	Penelitian selanjutnya diharapkan sistem dapat digunakan pada sistem operasi yang lain, agar dapat digunakan oleh banyak pihak.
<b>3</b>		
	<b>Paper ke-3</b>	
	Judul paper	Pengujian Smart Doorbell Menggunakan Kamera dan Metode Haar-Cascade
	Penulis	Algi Fajardi, Aji Gautama Putrada, Maman Abdurohman
	Jurnal/Konferensi	e-Proceeding of Engineering : Vol.6, No.2 Agustus 2019
	URL	<a href="https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id/pustaka/files/151684/jurnal_eproc/pengujian-smart-doorbell-menggunakan-kamera-dan-metode-haar-cascade.pdf">https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id/pustaka/files/151684/jurnal_eproc/pengujian-smart-doorbell-menggunakan-kamera-dan-metode-haar-cascade.pdf</a>
	Permasalahan	Bel listrik konvensional ini belum bekerja secara efektif karena jika pemilik rumah sedang tidak berada didalam rumah, pemilik rumah tersebut tidak mengetahui kedatangan seorang tamu yang datang kerumahnya.
	Hasil utama	Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa klasifikasi menggunakan upperbody recognition lebih baik dibandingkan dengan <i>Face Recognition</i> dengan nilai rata-rata selisih waktu terdeteksi 6,05 detik pada delay 30 detik dan 6,31 detik pada delay 60 detik dan akurasi sebesar 95%.
	Batasan	Penelitian ini nantinya akan terus berlanjut ke jenjang yang lebih baik lagi dengan penambahan sistem deteksi agar lebih efektif dalam segi waktu ketika mendeteksi dengan mengkombinasikan sistem deteksi, kemudian penambahan fitur-fitur seperti dapat mengenali tamu yang datang, dapat dimonitoring dari jauh, dan dapat mengirim notifikasi lebih dari 1 email tujuan.
<b>4</b>		
	<b>Paper ke-4</b>	
	Judul paper	Perancangan Sistem Pengontrol Keamanan Rumah Dengan Smart CCTV Menggunakan

		Arduino Berbasis <i>Telegram</i>
	Penulis	Dedi Setiawan, Joni Eka Candra, Cosmas Eko Suharyanto
	Jurnal/Konferensi	InfoTekJar : Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan
	URL	<a href="https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/infotekjar/article/view/1598">https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/infotekjar/article/view/1598</a>
	Permasalahan	Umumnya kamera pengawas hanya berfungsi sebagai pengintai atau merekam situasi pada saat itu saja. Sehingga, ketika adanya hal-hal yang mencurigakan pada saat rumah kita tinggalkan dalam keadaan kosong kita tidak tahu dan tidak dapat melakukan tindakan untuk mencegah kejadian yang tidak di inginkan.
	Hasil utama	Hasil perancangan alat smart CCTV menggunakan Arduino ini dapat berfungsi sebagai alat untuk sistem keamanan rumah, dimana saat rumah dalam keadaan kosong maka sensor akan selalu aktif untuk mendeteksi disekitaran lokasi, dan jika terdapat gerakan disekitaran lokasi maka sensor akan mendeteksi kemudian kamera akan memfoto dan mengirimkannya ke aplikasi <i>Telegram</i> , dengan ini jika adanya upaya tindakan kejahatan maka kita dapat mencegahnya dengan mengaktifkan alarm yang dapat dihidupkan melalui aplikasi <i>Telegram</i> .
	Batasan	Penelitian selanjutnya diharapkan sistem tidak terlalu fokus terhadap baik buruknya jaringan internet karena itulah yang mempengaruhi lamanya respon atau proses pengiriman data.
5		
		<b>Paper ke-5</b>
	Judul paper	Sistem Keamanan Pintu Rumah Berbasis Internet of Things via Pesan <i>Telegram</i>
	Penulis	Jaenal Arifin, Jery Frenando, Herryawan
	Jurnal/Konferensi	TELKA, Vol.8, No.1, Mei 2022, pp. 49~59
	URL	<a href="https://telka.ee.uinsgd.ac.id/index.php/TELKA/article/view/telka.v8n1.49-59">https://telka.ee.uinsgd.ac.id/index.php/TELKA/article/view/telka.v8n1.49-59</a>
	Permasalahan	Salah satu keamanan rumah terletak pada keamanan pintu, banyak kejadian pencurian yang berawa dari merusak atau melewati pintu rumah.

	Hasil utama	Sistem bekerja secara otomatis pada saat sensor menangkap gerakan dan kamera langsung mengambil gambar, selanjutnya mengirimkan gambar tersebut ke aplikasi <i>Telegram</i> . Sedangkan sistem bekerja secara manual dengan cara memasukkan perintah lewat <i>Bot Telegram</i> untuk membuka pintu rumah.
	Batasan	Jurnal hanya menampilkan hasil pengujian saja tidak ada gambar dari hasil pendeteksian.
<b>6</b>		
	<b>Paper ke-6</b>	
	Judul paper	Prototype of an Automatic Entrance Gate Security System Using a Facial Recognition Camera Based on The Haarcascade Method
	Penulis	A Suryowinoto, T Herlambang, R Tsusanto, F A Susanto
	Jurnal/Konferensi	ICATECH 2021 Journal of Physics: Conference Series 2117 (2021) 012015
	URL	<a href="https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2117/1/012015/meta">https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2117/1/012015/meta</a>
	Permasalahan	Sebagai aset utama, sangat penting untuk memastikan tingkat keamanan di rumah tetap terjaga sepanjang waktu dan dapat menghindari peristiwa negatif yang tidak diinginkan seperti perampokan dan aktivitas ilegal serta tindakan kriminal lainnya. Sebagai contoh, ketika ada orang asing yang masuk ke dalam rumah tanpa izin.
	Hasil utama	Berdasarkan hasil dari 90 tes pada sistem dengan jarak objek yang bervariasi di kamera (30 cm, 40 cm, 50 cm), rata-rata tingkat keberhasilan tes adalah 91.11%. Dapat disimpulkan bahwa pengenalan wajah dengan metode <i>Haar Cascade</i> dapat diterapkan sebagai sistem keamanan pintu masuk
	Batasan	Penelitian selanjutnya sistem dapat diintegrasikan dengan <i>platform</i> perpesanan atau <i>chatting</i> seperti email, whatsapp, <i>Telegram</i> dan sebagainya
<b>7</b>		
	<b>Paper ke-7</b>	

	Judul paper	Sistem Akses Pintu Berbasis <i>Face Recognition</i> Menggunakan ESP32 Module dan Aplikasi <i>Telegram</i>
	Penulis	Nuraeni, Indah Anggraini, Nurul Isra Humairah B, Indri Pratiwi Ramadhani, Muhammad Sabirin Hadis, Muliadi, Nurzaenab
	Jurnal/Konferensi	Jurnal MediaTIK : Jurnal Media Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer Vol.4 No.3
	URL	<a href="http://eprints.unm.ac.id/30027/1/9.%20Artikel_Sistem%20Akses%20Pintu%20Berbasis%20Face%20Recognition%20Menggunakan%20ESP32.pdf">http://eprints.unm.ac.id/30027/1/9.%20Artikel_Sistem%20Akses%20Pintu%20Berbasis%20Face%20Recognition%20Menggunakan%20ESP32.pdf</a>
	Permasalahan	Kasus pencurian yang terjadi terkadang didukung oleh kelalaian pengguna dalam mengontrol kunci pintu. Beberapa penelitian terkait sistem penguncian pintu berbasis teknologi informasi dan komunikasi telah dikembangkan untuk mengatasi permasalahan tersebut namun membutuhkan biaya yang besar untuk penerapannya.
	Hasil utama	Hasil pengujian yang telah diperoleh adalah rata-rata waktu pengiriman data dari ESP32 ke <i>Telegram</i> selama 4,74 detik dan rata-rata waktu pengontrolan dari <i>Telegram</i> ke Relay adalah 0,81 detik. Sistem kunci pintu yang dibangun dapat membantu pengguna untuk memantau dan mengontrol kunci dari jarak jauh dan dengan biaya implementasi yang rendah sehingga kelalaian pengguna dapat diminimalisir
	Batasan	Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan algoritma pengiriman data dan pengontrolan relay yang lebih baik untuk memperkecil delay waktu yang dibutuhkan agar penggunaan sistem akses pintu berbasis <i>Face Recognition</i> semakin lebih baik.
8		
	<b>Paper ke-8</b>	
	Judul paper	Implementasi <i>Face Recognition</i> Menggunakan Metode <i>Haar-Cascade Classifier</i> Untuk Sistem Keamanan Pintu
	Penulis	Rahmat Irianto, Sidik Prabowo, S.T., M.T., Rahmat Yasirandi, S.T., M.T.

	Jurnal/Konferensi	e-Proceeding of Engineering : Vol.6, No.2 Agustus 2019   Page 8931
	URL	<a href="https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/viewFile/9892/9749">https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/viewFile/9892/9749</a>
	Permasalahan	Kelemahan dari sistem keamanan berbasis <i>what you have</i> seperti kunci, id card, token adalah bisa dicuri, kelupaan, diduplikasi. Kemudian kelemahan sistem keamanan berbasis <i>what you know</i> seperti pin tau <i>password</i> adalah kebanyakan orang menggunakan <i>password</i> yang simpel agar mudah diingat, sehingga mudah ditebak, sedangkan <i>password</i> yang panjang dan berubah-ubah cenderung susah.
	Hasil utama	Sistem dapat bekerja dengan baik bila dikarenakan akurasi yang cukup tinggi selama kondisi ideal pada batasan masalah terpenuhi. Kemudian sistem dapat mengkategorikan <i>user</i> dengan nilai <i>confident</i> lebih rendah dari 67% adalah <i>user unknown</i> sedangkan <i>user</i> dengan nilai <i>confident</i> diatas 70% sebagai <i>user</i> terdaftar pada <i>dataset</i> , sehingga sistem akan membukakan kunci selenoid untuk memberikan akses.
	Batasan	Pengembangan dari penelitian ini yaitu dengan menggunakan algoritma <i>Face Recognition</i> yang lebih ringan agar dapat diproses menggunakan <i>raspberry</i> atau dengan menggunakan <i>microcontroler</i> yang lebih <i>powerfull</i> dibandingkan dengan <i>Raspberry Pi 2</i> . Kemudian mencoba dengan menggunakankamera <i>high resolution</i> untuk dapat menaikkan nilai <i>confident</i> bagi yang terdaftar.
9		
	<b>Paper ke-9</b>	
	Judul paper	Implementasi Sistem Otomatisasi Pintu Dengan <i>Face Recognition</i> Menggunakan Metode Haar-Cascade Dan Local Binary Pattern Pada <i>Raspberry Pi</i>
	Penulis	Willy Andika Putra, Rizal Maulana, Fitri Utaminingrum
	Jurnal/Konferensi	Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN:2548-964X Vol. 2,

		No. 12, Desember 2018, hlm. 6997-7006
	URL	<a href="https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/3825/1513">https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/3825/1513</a>
	Permasalahan	Sistem keamanan yang dimiliki oleh <i>smarthome</i> sebagian besar diimplementasikan pada pintu, misalnya menanamkan sebuah sensor pada pintu agar pintu dapat terkunci secara otomatis. Namun, akan ada banyak kendala ketika menggunakan teknologi sensor salah satunya ialah kebanyakan sensor tidak dapat mengidentifikasi seseorang yang berada didekat pintu.
	Hasil utama	Akurasi pendeteksian wajah menggunakan metode <i>haar-cascade</i> ialah sebesar 76.25%. Akurasi pengenalan wajah atau <i>Face Recognition</i> menggunakan metode <i>Haar Cascade Classifier</i> dan <i>local binary pattern</i> ialah sebesar 65%.
	Batasan	Penelitian selanjutnya sistem dapat diintegrasikan dengan <i>platform</i> perpesanan atau <i>chatting</i> seperti email, whatsapp, <i>Telegram</i> dan sebagainya.
10		
	<b>Paper ke-10</b>	
	Judul paper	Sistem Keamanan Pintu Asrama berbasis Pengenalan Wajah dengan Algoritma <i>Haar Cascade</i>
	Penulis	Ridwan Suhair Anwar, Tasrif Hasanuddin, dan Syahrul Mubarak Abdullah
	Jurnal/Konferensi	Buletin Sistem Informasi dan Teknologi Islam ISSN: 2721-0901 Vol 3, No 3, Agustus 2022, pp. 213-218
	URL	<a href="https://web.archive.org/web/20230122150548id_/https://jurnal.fikom.umi.ac.id/index.php/BUSITI/article/download/1197/pdf">https://web.archive.org/web/20230122150548id_/https://jurnal.fikom.umi.ac.id/index.php/BUSITI/article/download/1197/pdf</a>
	Permasalahan	Saat ini telah banyak dikembangkan sebuah sistem pengamanan akses masuk ke sebuah rumah atau ruangan dengan beberapa verifikasi identitas dengan sistem komputer, baik dengan menggunakan kunci, kartu, password, dan sebagainya. Namun metode ini masih memiliki

		kekurangan seperti keterbatasan manusia dalam mengingat benda dan kombinasi angka yang menyebabkan tidak dapatnya diakses pintu tersebut.
	Hasil utama	Pada penelitian ini, sistem yang di bangun berjalan sesuai dengan apa yang di inginkan. Pada pengujian secara <i>realtime</i> jika wajah di hadapkan pada kamera maka sistem akan otomatis memproses wajah yang terdeteksi. Metode <i>Haar Cascade Classifier</i> sangat ideal digunakan untuk deteksi wajah secara <i>realtime</i> yang di <i>capture</i> dari <i>webcam</i> . Pintu akan terbuka otomatis ketika mengidentifikasi wajah yang terdaftar di <i>database</i> dan Alarm/Buzzer akan berbunyi ketika wajah tamu yang teridentifikasi tidak terdaftar di <i>database</i> .
	Batasan	Pada penelitian berikutnya disarankan menggunakan <i>Raspberry Pi 4</i> agar sistem yang dibangun dapat berkerja dengan baik dan juga disarankan menggunakan kamera dengan HD yang lebih tinggi.
11		
	<b>Paper ke-11</b>	
	Judul paper	Implementasi <i>Face Recognition</i> Berbasis Haar-Cascade Classifier Pada Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Dual-Camera
	Penulis	Sutarti, Siswanto, Alin Putri Jutika
	Jurnal/Konferensi	INFOTECH journal <a href="https://doi.org/10.31949/infotech.v8i2.3610">https://doi.org/10.31949/infotech.v8i2.3610</a> ISSN : 2460-1861
	URL	<a href="https://ejournal.unma.ac.id/index.php/infotech/article/view/3610/2176">https://ejournal.unma.ac.id/index.php/infotech/article/view/3610/2176</a>
	Permasalahan	Pencurian biasanya terjadi pada rumah yang terkesan sepi atau rumah yang terlihat mewah. Sistem pengaman yang biasa digunakan adalah CCTV. Kelemahan CCTV tidak dapat memberitahu pemilik bahwa ada orang asing di depan rumah.
	Hasil utama	Pada penelitian ini melakukan pengujian sistem dengan jarak 50 cm hingga 250 cm. Dari data-data pengujian diketahui bahwa sistem ini dapat membedakan wajah pemilik rumah dan orang



		asing. Perhitungan menunjukkan bahwa prosentase keberhasilan sebesar 99,2% pada jarak 50 cm dan sebesar 92,82% secara keseluruhan. Jika terdeteksi ada orang asing, sistem berhasil mengirimkan notifikasi melalui aplikasi push safer.
	Batasan	Dalam penelitian ini pun peneliti belum mampu menampilkan notifikasi berupa gambar atau hasil deteksi orang asing yang berada di depan rumah.
<b>12</b>		
	<b>Paper ke-12</b>	
	Judul paper	Prevention of Unauthorized Door Access Using <i>Face Recognition</i> Built With <i>Haar Cascade Classifier</i> And Histogram Of Oriented Gradients
	Penulis	Arunkumar N, Kundhan P, John Shahid SK, Sunita Panda, Kamalanathan Chandran
	Jurnal/Konferensi	SSRN Electronic Journal
	URL	<a href="https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3605991">https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3605991</a>
	Permasalahan	Kelemahan dalam sistem kunci pintu tradisional adalah bahwa siapa pun bisa membuka kunci dengan cara menduplikasi atau mencuri kunci, dan tidak mungkin bagi kerabat dan teman untuk masuk ke rumah tanpa berada di sana secara fisik.
	Hasil utama	Dalam sistem ini digunakan metode <i>Haar Cascade</i> yang dilatih oleh <i>OpenCV</i> bersama dengan <i>Histogram of Gradient</i> untuk pengenalan wajah. Pintu akan terbuka ketika wajah pengguna teridentifikasi, jika tidak maka pintu akan tetap tertutup. Jika ditemukan seseorang yang tidak diizinkan, waktu intruksi dan gambar pelanggar akan diambil dan dikirim ke server terpisah di Discord, sehingga pengguna atau admin dapat melihatnya sesuai keinginan.
	Batasan	Dalam kasus pemadaman listrik, pintu mungkin tidak dapat digunakan sehingga perlu ada cadangan daya yang diperlukan.
<b>13</b>		
	<b>Paper ke-13</b>	

	Judul paper	Deteksi Citra Wajah Menggunakan Algoritma <i>Haar Cascade Classifier</i>
	Penulis	Faishal Tirto Nugroho, Enny Itje Sela
	Jurnal/Konferensi	Institut Riset dan Publikasi Indonesia(IRPI)MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science
	URL	<a href="https://journal.irpi.or.id/index.php/malcom">https://journal.irpi.or.id/index.php/malcom</a>
	Permasalahan	Pencahayaan yang tidak konsisten dalam mendeteksi wajah yang tergantung kondisi pencahayaan yang bervariasi, posisi wajah yang tidak stabil dengan wajah yang bergerak atau tidak berada dalam posisi tegak, perbedaan ekspresi wajah pada pengambilan gambar, dan jarak kamera yang mengurangi akurasi deteksi
	Hasil utama	Dapat disimpulkan bahwa deteksi citra wajah menggunakan metode feature Haar sangat efektif. Dengan pelatihan 20 iterasi dan 200 citra, model mencapai akurasi 100%. Pengujian pada 114 data uji menghasilkan akurasi 95,6%. Program ini dapat mendeteksi wajah dengan baik, termasuk yang menghadap ke samping dan atas-bawah, lebih baik dibandingkan penelitian sebelumnya yang hanya mendeteksi wajah yang menghadap lurus. Hasil ini memungkinkan pengembangan sistem deteksi wajah yang lebih luas untuk aplikasi verifikasi dan keamanan.
	Batasan	Penelitian selanjutnya diharapkan dapat memperbanyak dataset yang digunakan.
<b>14</b>		
	<b>Paper ke-14</b>	
	Judul paper	PENDEKATAN <i>HAAR CASCADE</i> YANG EFISIEN UNTUK DETEKSI WAJAH <i>REAL-TIME</i> PADA CITRA DIGITAL DENGAN <i>OPENCV</i>
	Penulis	Ahmad Zaelani , Muhamad Irpan Maulana, Muhammad Rafli, Salsabila Azhari Putri, Perani Rosyani

	Jurnal/Konferensi	Jurnal AI dan SPK : Jurnal Artificial Intelligent dan Sistem Penunjang Keputusan
	URL	<a href="https://jurnalmahasiswa.com/index.php/aidanspk">https://jurnalmahasiswa.com/index.php/aidanspk</a>
	Permasalahan	Penelitian ini membahas perancangan dan penerapan sistem deteksi wajah menggunakan <i>Haar Cascade</i> , termasuk proses pengoptimalan parameter untuk meningkatkan kinerja serta evaluasi sistem di berbagai kondisi pencahayaan dan jarak subjek. Selain itu, penelitian ini juga mencakup integrasi sistem dengan input video <i>real-time</i> , yang memungkinkan deteksi wajah secara langsung dari kamera atau sumber video lainnya. Namun, penelitian ini tidak mencakup aspek lebih lanjut seperti pengenalan wajah atau analisis ekspresi; fokus utamanya adalah pada deteksi wajah saja.
	Hasil utama	Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi ini efektif untuk aplikasi deteksi wajah <i>real-time</i> dan dapat menjadi dasar untuk pengembangan sistem yang lebih kompleks seperti pengenalan wajah atau analisis ekspresi.
	Batasan	Penelitian selanjutnya diharapkan kinerja baik dalam kondisi yang diberikan, perlu pengujian lebih lanjut untuk menilai performa sistem dalam kondisi yang lebih menantang seperti pencahayaan ekstrem, pose wajah yang sangat bervariasi, dan oklusi yang lebih signifikan.
15		
	<b>Paper ke-15</b>	
	Judul paper	Pengujian Smart Doorbell Menggunakan Kamera dan Metode Haar-Cascade
	Penulis	Algi Fajardi, Aji Gautama Putrada, Maman Abdurrohman
	Jurnal/Konferensi	e-Proceeding of Engineering : Vol.6, No.2 Agustus 2019   Page 9336
	URL	-
	Permasalahan	Penelitian ini membahas tentang pengembangan sistem bel pintar yang memanfaatkan teknologi pengenalan wajah untuk mendeteksi kedatangan tamu. Sistem ini dirancang untuk

		memberikan notifikasi kepada pemilik rumah melalui smartphone dan buzzer ketika tamu mendekati pintu.
	Hasil utama	Sistem dirancang dengan memberikan notifikasi pada pemilik rumah tentang kedatangan tamu melalui pengenalan wajah, dengan hasil menunjukkan bahwa klasifikasi menggunakan pengenalan tubuh bagian atas (upper body recognition) lebih efektif dibandingkan pengenalan wajah, dengan akurasi mencapai 95%.
	Batasan	Pengujian sistem hanya dilakukan pada kondisi tertentu tanpa mempertimbangkan variasi lingkungan yang lebih kompleks, penelitian tidak menguji kemampuan sistem untuk memberdakan antara wajah yang dikenali dan gambar atau foto, dan sistem diuji hanya terintegrasi dengan satu platform.

Berdasarkan Tabel 2.1, terdapat beberapa persamaan dan perbedaan dalam konteks latar belakang permasalahan serta hasil penelitian yang telah dilakukan. Umumnya perbedaan latar belakang permasalahan ini meliputi perbedaan dalam pemilihan algoritma atau metode penelitian yang digunakan, objek penelitian, cakupan topik, dan faktor-faktor lain yang dapat berdampak pada hasil penelitian. Oleh karena itu, penelitian yang dilakukan juga memiliki faktor-faktor pembeda yang berdampak pada hasil penelitian, seperti perbedaan dalam cakupan penelitian, jumlah data yang digunakan, objek penelitian yang berbeda, serta berbagai parameter atau indikator yang digunakan dalam penelitian.

### 2.2.2 Matriks Penelitian

Matriks penelitian berisi informasi terkait judul dan ruang lingkup yang berisi metode atau algoritma yang digunakan. Matriks penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Matriks Penelitian

No	Judul	<i>Tools/Metode</i>						
		<i>Haar Cascade</i>	<i>OpenCV</i>	<i>Mediapipe</i>	<i>NodeMCU</i>	<i>RaspberryPi</i>	<i>Wemos D1 R1</i>	<i>ESP32</i>
1	Sistem Pendeteksi Kurir Menggunakan Smart Closed Circuit Television (CCTV) Berbasis Internet Of Things (IoT) dengan Media Komunikasi <i>Bot Telegram</i> (Studi Kasus : Rumah Indekost).		√	√		√		
2	Implementasi <i>Face Recognition</i> Secara <i>Real-time</i> Dengan Metode <i>Haar Cascade Classifier</i> Menggunakan <i>OpenCV-Python</i> .	√	√					

No	Judul	Tools/Metode						
		<i>Haar Cascade</i>	<i>OpenCV</i>	<i>Mediapipe</i>	<i>NodeMCU</i>	<i>Raspberry Pi</i>	<i>Wemos D1 R1</i>	<i>ESP32</i>
3	Perancangan Sistem Pengontrol Keamanan Rumah Dengan Smart CCTV Menggunakan Arduino Berbasis <i>Telegram</i> .				✓			
4	Pengujian Smart Doorbell Menggunakan Kamera dan Metode Haar-Cascade.	✓	✓			✓		
5	Sistem Keamanan Pintu Rumah Berbasis Internet of Things via Pesan <i>Telegram</i> .						✓	
6	Prototype of an Automatic Entrance Gate Security System Using a Facial Recognition Camera Based on The Haarcascade Method.	✓	✓			✓		
7	Sistem Akses Pintu Berbasis <i>Face Recognition</i> Menggunakan ESP32 Module dan Aplikasi <i>Telegram</i> ,							✓

No	Judul	Tools/Metode						
		<i>Haar Cascade</i>	<i>OpenCV</i>	<i>Mediapipe</i>	<i>NodeMCU</i>	<i>Raspberry Pi</i>	<i>Wemos D1 R1</i>	<i>ESP32</i>
8	Implementasi <i>Face Recognition</i> Menggunakan Metode <i>Haar- Cascade Classifier</i> Untuk Sistem Keamanan Pintu.	√				√		
9	Implementasi Sistem Otomatisasi Pintu Dengan <i>Face Recognition</i> Menggunakan Metode Haar- Cascade Dan Local Binary Pattern Pada <i>Raspberry Pi</i> .	√				√		
10	Sistem Keamanan Pintu Asrama berbasis Pengenalan Wajah dengan Algoritma <i>Haar Cascade</i> .	√				√		
11	Implementasi <i>Face Recognition</i> Berbasis Haar-Cascade Classifier Pada Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Dual-Camera.	√	√			√		

No	Judul	Tools/Metode						
		<i>Haar Cascade</i>	<i>OpenCV</i>	<i>Mediapipe</i>	<i>NodeMCU</i>	<i>Raspberry Pi</i>	<i>Wemos D1 R1</i>	<i>ESP32</i>
12	<i>Prevention of Unauthorized Door Access Using Face Recognition Built With Haar Cascade Classifier And Histogram of Oriented Gradients.</i>	√	√			√		
13	Pengujian <i>Smart Doorbell</i> Menggunakan Kamera dan Metode <i>Haar-Cascade</i>	√	√			√		
14	Pendekatan <i>Haar Cascade</i> Yang Efisien Untuk Deteksi Wajah <i>Real-time</i> Pada Citra Digital Dengan <i>OpenCV</i> .	√	√			√		
15	Deteksi Citra Wajah Menggunakan Algoritma <i>Haar Cascade Classifier</i> .	√	√			√		



### 2.2.3 Relevansi Penelitian

Penelitian yang dilakukan memiliki relevansi atau keterkaitan dengan penelitian terkait sebelumnya. Perbandingan terkait relevansi penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Relevansi Penelitian

<b>Peneliti</b>	<i>Algi Fajardi, Aji Gautama Putrada, Maman Abdurohman</i>	<i>Ahmad Zaelani1, Muhamad Irpan Maulana, Muhammad Rafli, Salsabila Azhari Putri, Perani Rosyani</i>	<i>Faishal Tirto Nugroho, Enny Itje Sela</i>
-----------------	--	--	--

<b>Judul</b>	Pengujian Smart Doorbell Menggunakan Kamera dan Metode Haar-Cascade	Pendekatan <i>Haar Cascade</i> Yang Efisien Untuk Deteksi Wajah <i>Real-time</i> Pada Citra Digital Dengan <i>OpenCV</i>	Deteksi Citra Wajah Menggunakan Algoritma <i>Haar Cascade Classifier</i>
<b>Masalah Penelitian</b>	Sistem dirancang dengan memberikan notifikasi pada pemilik rumah tentang kedatangan tamu melalui pengenalan wajah, dengan hasil menunjukkan bahwa klasifikasi menggunakan pengenalan tubuh bagian atas (upper body recognition) lebih efektif dibandingkan pengenalan wajah, dengan akurasi mencapai 95%	Penelitian ini mengulas perancangan dan penerapan sistem deteksi wajah menggunakan <i>Haar Cascade</i> , termasuk pengoptimalan parameter dan evaluasi di berbagai kondisi pencahayaan serta jarak subjek. Selain itu, sistem ini terintegrasi dengan input video <i>real-time</i> untuk deteksi wajah langsung. Namun, fokus penelitian ini hanya pada deteksi wajah,	Pencahayaan yang tidak konsisten dalam mendeteksi wajah yang tergantung kondisi pencahayaan yang bervariasi, posisi wajah yang tidak stabil dengan wajah yang bergerak atau tidak berada dalam posisi tegak, perbedaan ekspresi wajah pada pengambilan gambar, dan jarak kamera yang mengurangi akurasi deteksi

		tanpa membahas pengenalan wajah atau analisis ekspresi.	
<b>Objek Penelitian</b>	Pengenalan wajah.	Pendeteksi Emosi, Pengenalan Wajah.	<i>Face Recognition.</i>
<b>Algoritma/ Metode</b>	<i>Haar Cascade.</i>	<i>Haar Cascade, OpenCV.</i>	<i>Haar Cascade Clasifier, OpenCV.</i>
<b>Batasan</b>	Pengujian sistem hanya dilakukan pada kondisi tertentu tanpa mempertimbangkan variasi lingkungan yang lebih kompleks, penelitian tidak menguji kemampuan sistem untuk membedakan antara wajah yang dikenali dan gambar atau foto, dan sistem diuji hanya terintegrasi dengan satu platform.	Penelitian selanjutnya diharapkan kinerja baik dalam kondisi yang diberikan, perlu pengujian lebih lanjut untuk menilai performa sistem dalam kondisi yang lebih menantang seperti pencahayaan ekstrem, pose wajah yang sangat bervariasi, dan oklusi yang lebih signifikan.	Penelitian selanjutnya diharapkan menunjukkan kinerja yang baik dalam kondisi yang ada, namun perlu dilakukan pengujian lebih lanjut untuk menilai performa sistem dalam kondisi yang lebih menantang, seperti pencahayaan ekstrem, variasi pose wajah, dan oklusi yang lebih signifikan.

Berdasarkan Tabel 2.3 terdapat penelitian yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Dalam penelitian sebelumnya, telah dilakukan deteksi wajah dengan metode Haar Cascade. Jurnal oleh Nugroho dan Sela (2023) menjelaskan penggunaan algoritma *Haar Cascade Classifier* untuk mendeteksi citra wajah. Setelah pelatihan, sistem berhasil mendeteksi wajah menggunakan *OpenCV* yang terhubung dengan *webcam* laptop, dengan hasil pengujian menunjukkan deteksi wajah yang baik. Dalam penelitian selanjutnya oleh Zaelani dkk. (2024), dijelaskan bahwa pendeteksian wajah dilakukan menggunakan metode Haar Cascade. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan ini sangat efektif untuk deteksi wajah secara *real-time*. Selain itu, temuan ini dapat menjadi dasar untuk mengembangkan sistem yang lebih kompleks, seperti pengenalan wajah atau analisis ekspresi. Penelitian yang dilakukan oleh () menunjukkan bahwa sistem smart doorbell berbasis IoT dengan metode Haar Cascade mampu memberikan notifikasi kepada pemilik rumah melalui email dan suara modul buzzer ketika tamu mendekati pintu. Pengujian menunjukkan bahwa klasifikasi menggunakan metode face recognition. Klasifikasi menggunakan metode paling efektif dengan melakukan pengenalan wajah (face recognition). Rata-rata waktu deteksi sistem mencapai 6,05 detik pada delay 30 detik.

Penelitian ini menawarkan inovasi dengan memanfaatkan aplikasi Telegram sebagai platform komunikasi, menggunakan *API* untuk mengembangkan bot yang dapat mengirimkan notifikasi, mengelola data, dan berinteraksi dengan pengguna secara efisien. Dengan mengintegrasikan deteksi wajah menggunakan metode Haar Cascade dan notifikasi melalui *Bot Telegram*, sistem ini mampu memberikan

informasi secara *real-time*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan sistem yang memadukan teknologi pengenalan wajah dengan notifikasi melalui *Bot Telegram*, menghasilkan solusi yang inovatif.