

Motion Sensing and Image Capturing Based on Smart Camera

1st Andrean Maullana Atmaja
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
andreanmaullana@student.telkom
university.ac.id

2nd IG. Prasetya Dwi Wibawa
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
prasdwibawa@telkomuniversity.ac.id

3rd Willy Anugrah Cahyadi
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
waczze@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Semakin berkembangnya zaman dan kemajuan ilmu teknologi khususnya pada bidang *computer vision*, mulai diterapkan konsep otomatisasi yang dilakukan oleh mesin tanpa memerlukan tenaga manusia. Penelitian ini merancang *smart door system* yang mengaplikasikan *2-Step verification* atau verifikasi berlapis dengan *step* pertamanya adalah pengenalan wajah dan *step* keduanya adalah pendeteksian *sequence* pose jari dengan menggunakan *Convolution Neural Network (CNN)* dengan metode *MobileNetV2*. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, pengujian akurasi pengenalan wajah dengan jarak 50 cm - 150 cm dari kamera mendapatkan total rata-rata akurasi mencapai 90,5%, rata-rata *precision* 87,3%, dan rata-rata *recall* sebesar 86,2%. Sedangkan pengujian akurasi per-pose jari mendapat hasil rata-rata akurasi mencapai 82,2%, pengujian dilakukan dengan jarak 50 cm dari kamera. Untuk pengujian sistem secara keseluruhan mendapatkan rata-rata waktu 30,85 detik dan mendapat akurasi sebesar 100%. Dalam pengujian notifikasi dan *sequence* pose jari mendapat rata-rata akurasi sebesar 100% untuk kedua pengujian.

Kata kunci—*Smart Door System*, *2-Step verification*, *Computer Vision*, *MobileNetV2*., *Convolution Neural Network (CNN)*

I. PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya zaman dan kemajuan ilmu teknologi khususnya pada bidang *computer vision*, mulai diterapkannya konsep otomatisasi yang dilakukan oleh mesin tanpa memerlukan tenaga manusia. Kebutuhan akan suatu sistem keamanan yang bisa di pantau dan mampu memberi tanda peringatan dari jarak jauh semakin meningkat [1].

Pada umumnya perancangan *smart door system* hanya menggunakan *face recognition* untuk proses verifikasinya, salah satunya adalah *Image Processing Technique for Smart Home Security Based On the Principal Component Analysis (PCA) Methods*. Penelitian tersebut membahas tentang sistem keamanan pintu rumah berbasis pengenalan wajah menggunakan *Raspberry Pi* sebagai pusat sistem, dengan hasil waktu respons rata-rata untuk deteksi wajah adalah 1,35 detik. Tetapi, pada alat ini user harus memasukkan *password* secara manual untuk mengaktifkan *face recognition* [2].

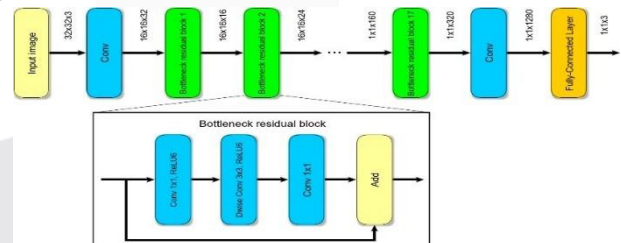
Berdasarkan penelitian sebelumnya, perlu dirancang suatu sistem *smart door* dengan mengaplikasikan *2-Step verification* atau verifikasi berlapis dengan *step* pertamanya adalah pengenalan wajah dan *step* keduanya adalah pendeteksian *sequence* pose jari. Karena penelitian yang telah dilakukan hanya mampu mendeteksi wajah saja dan masih ada kemungkinan untuk

dilakukan pemalsuan wajah oleh orang yang tidak bertanggung jawab.

II. KAJIAN TEORI

A. MobileNetV2

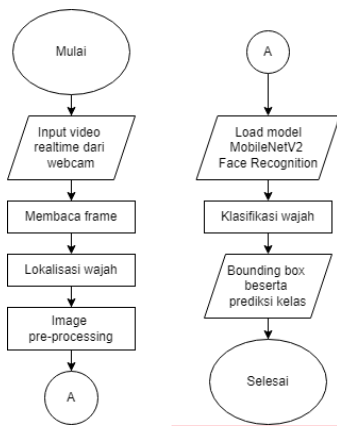
Pada tahun 2018 diperkenalkanlah *MobileNetV2* untuk mendukung pengembangan *MobileNet* generasi sebelumnya. *MobileNetV2* bertindak sebagai model yang sesuai untuk melakukan pengenalan gambar di mana mereka dapat bertindak sebagai komponen inti dalam fase ekstraksi fitur. Sebelum melakukan proses pengenalan, *MobileNetV2* harus dilatih pada dataset untuk menghindari kesalahan saat pendeteksian dan mempercepat proses belajar [3]. Pada model *MobileNetV2* terdapat dua jenis blok, yaitu *residual block* dengan *stride* bernilai 1 dan blok lainnya dengan *stride* bernilai 2. Dua blok ini memiliki 3 lapisan pada arsitekturnya. Lapisan pertama merupakan 1×1 *convolutional layer* dengan *ReLU6* sebagai fungsi aktivasi. Layer kedua adalah konvolusi *depthwise*, kemudian diikuti oleh 1×1 *convolutional layer* secara *linear* [4].



Gambar 1. Arsitektur MobileNetV2

B. Face Recognition

Teknologi pengenalan wajah secara digital atau lebih sering dikenal dengan *face recognition*. Secara umum cara kerjanya adalah dengan mengkonversikan foto, sketsa, dan gambar video menjadi serangkaian angka, yang disebut dengan *faceprint* kemudian membandingkannya dengan rangkaian angka lain yang mewakili wajah-wajah yang sudah dikenal [5].



Gambar 2. Diagram Alir Face Recognition

C. Hand Recognition

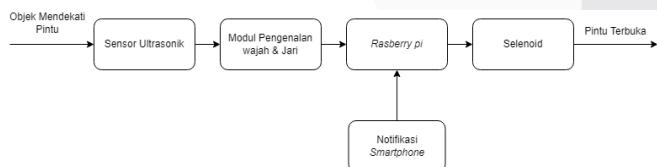
Sejarah *Hand Recognition* untuk kontrol komputer dimulai dengan penemuan antarmuka kontrol berbasis sarung tangan. Penemuan ini berangsur-angsur berkembang dengan pengembangan *accelerometer* yang jauh lebih akurat. Beberapa perkembangan dalam sistem berbasis sarung tangan akhirnya menawarkan kemampuan untuk mewujudkan pengenalan berbasis *computer vision* tanpa sensor yang melekat pada sarung tangan [6].

III. METODE

Pada tugas akhir ini akan dibuat sebuah sistem pendeteksian pose jari dan pengenalan wajah untuk sistem keamanan rumah dengan menggunakan metode *MobileNetV2*. Dalam proses pengerjaannya, sistem ini akan terbagi dalam tiga tahapan yaitu perancangan blok diagram sistem, perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

A. Diagram Blok Sistem

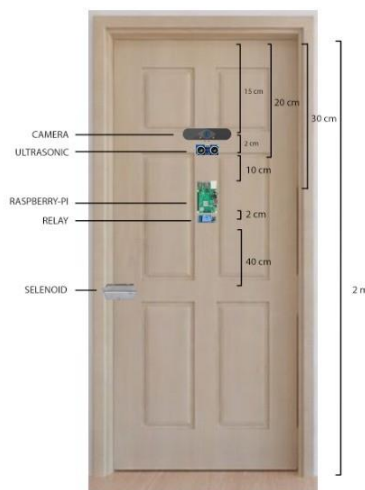
Pada penelitian ini, konfigurasi sistem secara keseluruhan menggunakan beberapa sistem yang akan dikonfigurasi sehingga dapat bekerja sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.



Gambar 3. Diagram blok sistem

Sistem dimulai dari keberadaan objek yang mendekati pintu, kemudian objek tersebut akan terdeteksi oleh sensor ultrasonik yang akan men-trigger kamera menyala. setelah kamera menyala, gambar yang ditangkap akan menjadi input untuk *raspberry pi* melakukan pendeteksian *sequence* pose jari ataupun wajah. Jika wajah dan *sequence* pose jari dapat dikenali dan selenoid terbuka, sistem otomatis mengirim notifikasi ke *smartphone* pemilik properti bahwa pintu terbuka.

B. Desain Perangkat Keras

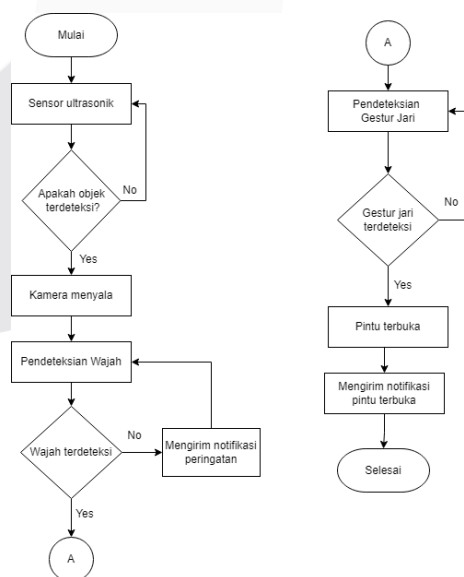


Gambar 4. Desain perangkat keras

Perangkat yang digunakan pada tugas akhir adalah sensor ultrasonik, *Raspberry Pi 4 Model B*, *Webcam Xiaomi Xiaov 1080* yang jarak dengan lantai ± 150 cm dan jarak ke bagian paling atas pintu ± 45 cm, *Adaptor raspberry pi 4*, *Adjustable Power Supply*, *relay*, dan *selenoid door lock*. Perangkat-perangkat ini akan dirangkai sehingga menjadi sebuah alat yang memiliki tinggi ± 2 m dan dapat digunakan untuk mengenali wajah, mendeteksi *sequence* pose jari sekaligus mengirim notifikasi ke *smartphone* pemilik properti.

C. Diagram Alir Keseluruhan Sistem

Diagram Alir Keseluruhan sistem dibuat untuk menggambarkan cara kerja sistem yang akan dibuat.



Gambar 5. Diagram Alir Keseluruhan sistem

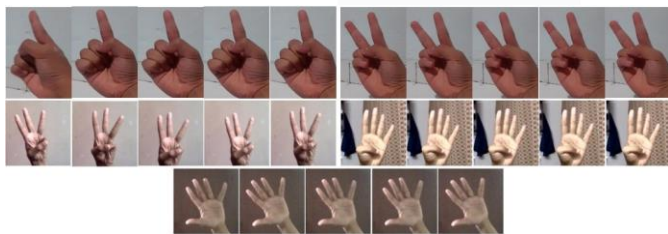
Diagram Alir Keseluruhan sistem menunjukkan jalanya proses dari alat yang dimulai dari sensor Ultrasonik yang bekerja. Apabila Sensor Ultrasonik mendeteksi sebuah objek untuk men-trigger kamera menyala. Selanjutnya kamera akan melakukan pengenalan wajah, apabila wajah yang tertangkap kamera tidak dikenali maka sistem akan mengirim notifikasi peringatan ke aplikasi *smartphone*. Proses selanjutnya yaitu pendeteksian *sequence* pose jari. Pendeteksian tersebut akan menghasilkan sebuah nilai yang sesuai dengan angka yang ditunjukkan pada pose jari. Nilai-nilai tersebut akan menciptakan sebuah kode *sequence* tertentu. Kode *sequence* yang telah ditentukan adalah 2 2 2. Apabila *sequence* pose jari telah terdeteksi benar, maka pintu akan terbuka lalu sistem akan mengirim notifikasi ke *smartphone* bahwa pintu terbuka.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan membahas hasil pengujian sistem pengenalan wajah dan pendeteksian *sequence* pose jari dan diintegrasikan dengan sistem notifikasi. Pengujian sistem diperlukan untuk mengetahui performa dari sistem yang telah dirancang.

A. Pengumpulan Dataset

Pengumpulan dataset dilakukan dengan cara mengambil gambar masing-masing kelas yang terdiri dari 1600 gambar pose jari dan 330 gambar wajah dengan kualitas pencahayaan yang bagus. Dataset diambil dengan menggunakan kamera dari *webcam Xiaomi Xiaov 1080* dengan jarak ± 50 cm. Pengambilan dataset pose jari dilakukan dengan mengambil gambar jari yang menunjukkan angka satu sampai lima, dengan posisi tampak dalam dan luar tangan, serta menggunakan tangan bagian kiri dan kanan. Sedangkan pengambilan dataset wajah dilakukan dengan mengambil gambar dari posisi wajah tampak depan menghadap kamera.



Gambar 6. Dataset pose jari



Gambar 7. Dataset wajah

Jumlah *dataset* yang digunakan dalam sistem ini yaitu 12.413 gambar, yang terdiri dari 1600 gambar pose jari dengan

6 kelas. Selain itu, terdapat 330 gambar wajah dalam 6 kelas yang berbeda.

B. Pengujian Sensor Ultrasonik

Prinsip Kerja sensor *Ultrasonik* (HCSR-04) adalah dengan dipancarkannya sinyal oleh pemancar *ultrasonik*. Sinyal yang dipancarkan tersebut kemudian akan merambat sebagai sinyal/gelombang bunyi dengan kecepatan bunyi yang berkisar 344 m/s. Setelah sinyal tersebut sampai di penerima *ultrasonik*, kemudian sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jaraknya.

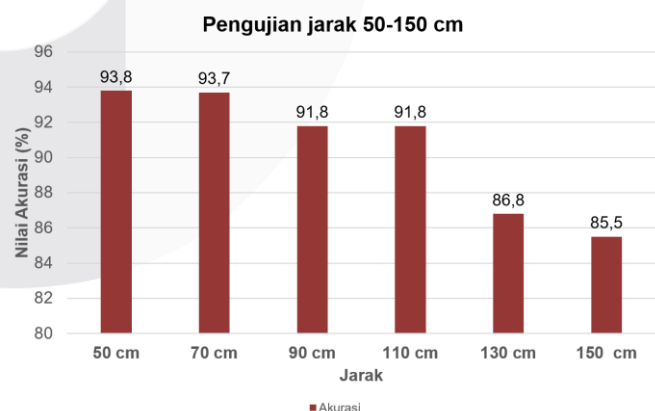
Tabel I
PENGUJIAN SENSOR ULTRASONIK

No.	Kondisi kamera	Jarak sebenarnya (cm)	Jarak Pada Sensor (cm)
1	Menyala	$50 \pm 1,159$	50
2	Menyala	$70 \pm 0,694$	70
3	Menyala	$150 \pm 2,639$	150
4	Tidak menyala	170 ± 0	Tidak terdeteksi
5	Tidak menyala	190 ± 0	Tidak terdeteksi

Berdasarkan Tabel I dapat dilihat bahwa jarak objek sebenarnya dengan jarak pengukuran dari sensor *ultrasonik* (HCSR-04) menunjukan hasil yang tidak jauh berbeda. Pada kolom tabel jarak sebenarnya terdapat nilai standar deviasi. Untuk jarak 150 cm dan 190 cm hasilnya tidak terdeteksi pada sensor dan tidak menyalakan kamera, dikarenakan sensor *ultrasonik* sebelumnya sudah ditetapkan jarak maksimal mendeteksi objek hanya sampai 150 cm.

C. Pengujian akurasi Sistem Pengenalan Wajah

Pengujian ini menggunakan kamera *Xiaomi Xiaov 1080* dengan menghitung akurasi pada setiap pendeteksian wajah. Pengujian dilakukan dengan posisi wajah menghadap lurus menghadap kamera dengan jarak 50 cm - 150 cm dari kamera. Pengujian dilakukan sebanyak 30 kali percobaan dan untuk setiap Pengujian wajah dilakukan dengan kondisi normal dan pada siang hari.

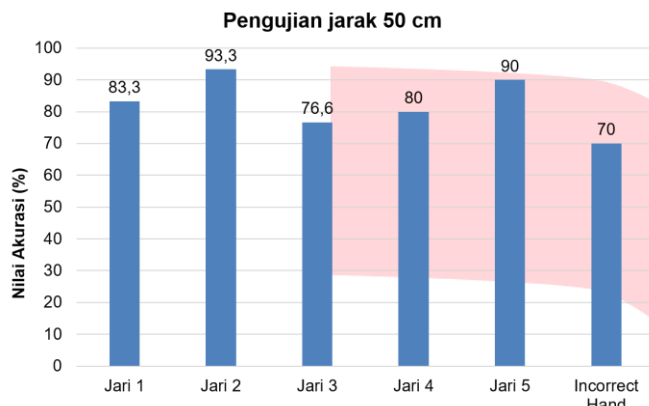


Gambar 8. Grafik diagram nilai akurasi pengujian wajah

Hasil dari pengujian pengenalan wajah mendapatkan rata-rata akurasi mencapai 90,5%, rata-rata *precision* 87,3%, dan rata-rata *recall* sebesar 86,2%.

D. Pengujian per-karakter pose jari

Pengujian ini menggunakan kamera *Xiaomi Xiaov 1080*. Pengujian dilakukan dengan posisi Jari menghadap lurus menghadap kamera dengan jarak 50 cm dari kamera dan melakukan gerakan pose jari angka satu sampai lima dan pose *incorrect hand* atau pose jari yang salah. Pengujian dilakukan sebanyak 30 kali percobaan dimulai dari pose jari angka satu sampai lima dan yang terakhir pose jari *incorrect hand* untuk mengetahui eror dari tiap karakter pose jari yang di uji.



Gambar 9. Grafik diagram nilai akurasi pengujian jari

Hasil dari pengujian per-Karakter pose jari mendapat hasil akurasi paling tinggi yaitu 93,3% untuk pose jari angka 2, untuk akurasi paling rendah yaitu 70,0% untuk pose jari *incorrect hand*, dan untuk Rata-rata akurasi mencapai hasil 82,2%.

E. Pengujian Sequence Pose Jari

Pengujian dilakukan dengan posisi jari lurus menghadap kamera dengan jarak 50 cm dari kamera dan melakukan gerakan pose jari untuk menciptakan *sequence* kode yang sudah di tentukan sebelumnya yaitu 2 2 2, Apabila *sequence* kode yang dimasukan sesuai dengan yang sudah ditentukan maka akan muncul "*correct password*" dan pintu terbuka, namun apabila *password* salah akan muncul tulisan "*incorrect password*".

Tabel II
PENGUJIAN Sequence POSE JARI

No	Sequence Pose Jari	Status	Selenoid	Notifikasi	Akurasi
1	2 2 2	Correct Password	Terbuka	Terkirim	100%
2	2 1 2	Incorrect Password	Tidak Terbuka	Terkirim	100%
3	4 4 4	Incorrect Password	Tidak Terbuka	Terkirim	100%
4	4 5 2	Incorrect Password	Tidak Terbuka	Terkirim	100%
5	2 2 5	Incorrect Password	Tidak Terbuka	Terkirim	100%

Hasil dari pengujian akurasi sistem notifikasi mendapatkan rata-rata akurasi sebesar 100%. Dengan ditandai apabila

kondisi *sequence* pose jari menunjuka angka 2 2 2 status akan "*correct password*" dan selenoid akan terbuka. Namun, jika kondisi *sequence* pose jari menunjukan selain *sequence* 2 2 2 maka status akan "*incorrect password*" dan selenoid tidak akan terbuka.

F. Pengujian Sistem Notifikasi

Pengujian dilakukan dengan menghitung akurasi pengiriman notifikasi atau sistem pemberitahuan pada *smartphone* pemilik properti apabila status "*door open*" ketika kondisi pintu terbuka ataupun "*door close*" ketika kondisi pintu tertutup dan juga status "*unknown person trying open*" apabila terdeteksi orang asing yang mencoba memasuki rumah.

Tabel III
PENGUJIAN SISTEM NOTIFIKASI

Nama	Deteksi Wajah	Deteksi Pose Jari	Selenoid	Status pada aplikasi	Akurasi
Andreas	Terdeteksi Benar	Terdeteksi Benar	Terbuka		100%
Matsing	Terdeteksi Benar	Terdeteksi Benar	Terbuka		100%
Faritz	Terdeteksi Benar	Terdeteksi Benar	Terbuka		100%
Akin	Terdeteksi Benar	Terdeteksi Benar	Terbuka		100%
Hilmy	Terdeteksi Benar	Terdeteksi Benar	Terbuka		100%

Hasil dari pengujian akurasi sistem notifikasi mendapatkan rata-rata akurasi sebesar 100%. Dengan ditandai apabila kondisi pendeteksian wajah dan pose jari terdeteksi benar dan selenoid terbuka maka *status* pada aplikasi *smartphone* akan menunjukkan tampilan "*door open*". Sedangkan apabila pendeteksian wajah dan pose jari terdeteksi salah maka *status* pada aplikasi *smartphone* akan menampilkan "*unknown person trying open*".

G. Pengujian sistem keseluruhan, yaitu pengenalan wajah, pendeteksian pose jari, dan penampilan notifikasi

Pengujian sistem keseluruhan meliputi mengetahui waktu dan juga akurasi yang dibutuhkan sistem mulai dari mengenali wajah setelah itu melakukan pendeteksian *sequence* pose jari hingga pintu terbuka dan sistem mengirimkan notifikasi ke *smartphone* pemilik properti.

Tabel IV
PENGUJIAN SISTEM KESELURUHAN

Nama	Deteksi Wajah	Deteksi Pose Jari	Waktu (detik)	Selenoid	Notifikasi	Akurasi
Andre	Benar	Benar	24,40	Terbuka	Terkirim	100%
Matus	Benar	Benar	28,50	Terbuka	Terkirim	100%
Faritz	Benar	Benar	30,05	Terbuka	Terkirim	100%
Akin	Benar	Benar	40,45	Terbuka	Terkirim	100%
Hilmy	Benar	Benar	55,02	Terbuka	Terkirim	100%
Rata-rata waktu				30,85 detik		
Rata-rata akurasi				100%		

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel IV mengenai keseluruhan sistem, pengujian terhadap semua kelas menghasilkan

waktu yang beragam. Waktu rata-rata yang dibutuhkan sistem yaitu 30,85 detik dan mendapatkan rata-rata akurasi sebesar 100%, terhitung ketika sensor ultrasonik mendeteksi adanya objek di depan pintu, sampai proses akhir yaitu pintu terbuka dan mengirim notifikasi ke *smartphone* pemilik properti.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan selama proses perancangan serta pengujian perangkat yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Perancangan sistem *smart door lock* menggunakan pengenalan wajah dan pendeteksian gestu jari dengan metode *MobileNetV2* mampu bekerja dengan sangat baik dan mencapai tingkat akurasi yang cukup baik.
- 2) Hasil Pengujian akurasi pengenalan wajah dengan jarak pengujian sejauh 50 cm - 150 cm dari kamera, mendapat total rata-rata akurasi mencapai 90,5%, rata-rata *precision* 87,3%, dan rata-rata *recall* sebesar 86,2%.
- 3) Hasil pengujian akurasi per-pose jari dengan jarak 50 cm dari kamera, mendapatkan hasil rata-rata akurasi mencapai 82,2%
- 4) Hasil Pengujian akurasi sistem notifikasi mendapatkan rata-rata akurasi sebesar 100%.
- 5) Hasil pengujian sequence pose jari mendapatkan hasil rata-rata akurasi sebesar 100%.
- 6) Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan dengan melakukan pengenalan wajah, pendeteksian pose jari dan menamapilkan notifikasi *smartphone* pemilik properti mendapatkan hasil waktu yang sangat beragam, dengan rata-rata waktu 30,85 detik dan rata-rata akurasi sebesar 100%.

REFERENSI

- [1] F. Aman and C. Anitha, "Motion sensing and image capturing based smart door system on android platform," in *2017 International Conference on Energy, Communication, Data Analytics and Soft Computing (ICECDS)*. IEEE, 2017, pp. 2346–2350.
- [2] R. P. Rizki, E. A. Z. Hamidi, L. Kamelia, and R. W. Sururie, "Image processing technique for smart home security based on the principal component analysis (pca) methods," in *2020 6th International conference on wireless and telematics (ICWT)*. IEEE, 2020, pp. 1–4.
- [3] G. Q. O. Pratamasunu, O. I. R. Farisi, and M. Jannah, "Pengenalan wajah mahasiswa universitas nurul jadid pada video menggunakan metode haar cascade dan deep learning," *COREAI: Jurnal Kecerdasan Buatan, Komputasi dan Teknologi Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 25–34, 2020.
- [4] R. O. Ekoputris, "Mobilenet: Deteksi objek pada platform mobile," May 2018. [Online]. Available: <https://medium.com/nodeflux/mobilenet-deteksi-objek-pada-platform-mobile-bbbf3806e4b3>
- [5] S. Sriyati, A. Setyanto, and E. E. Luthfi, "Literature review: Pengenalan wajah menggunakan algoritma convolutional neural network," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIKomSiN)*, vol. 8, no. 2, 2020.
- [6] A. H. Mustofa, "Kontrol gerak robot menggunakan hand gesture recognition berbasis neural network backpropagation," Ph.D. dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2019.