

Pengenalan Plat Nomor dan Wajah Pengendara Menggunakan *Convolutional Neural Network* dan Metode Absolute Difference pada Sistem Gerbang Otomatis

Khamzul Rifki, Joko Priambodo, dan Arif Musthofa
Departemen Teknik Elektro Otomasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
E-mail: joko.priambodo@its.ac.id

Abstrak—Pencatatan identitas kendaraan dan pengendara di PT. XY merupakan proses pertama yang harus dilalui oleh pengendara sebelum masuk lingkungan pabrik. Dalam proses pencatatan manual membutuhkan proses yang cukup lama. Pengenalan Plat Nomor Dan Wajah Pengendara Menggunakan Convolutional Neural Network Dan Metode Absolute Difference Pada Sistem Gerbang Otomatis dapat mengenali dan memberikan akses kepada kendaraan yang terdaftar dalam sistem untuk memasuki lingkungan pabrik. Proses ini tidak akan membutuhkan waktu yang lama karena data yang ada dapat langsung tersinkron dengan data yang telah tercatat dalam sistem. Pada proyek akhir ini proses deteksi wajah menggunakan *haar-cascade* sedangkan metode ekstraksi citra menggunakan *Histogram of Oriented Gradient (HOG)*, untuk proses pengenalan wajah menggunakan *library face recognition*. Sedangkan pengenalan plat nomor menggunakan metode *Convolutional Neural Network*. Pengujian wajah mendapatkan akurasi 100% ketika wajah tanpa penghalang. Untuk deteksi dan pembacaan plat nomor mendapatkan akurasi 97,1% untuk akurasi dan 94% untuk pembacaan plat.

Kata Kunci—Pengenalan Wajah, Pengenalan Plat Nomor, *Convolutional Neural Network*, *Histogram of Oriented Gradient (HOG)*.

I. PENDAHULUAN

PENCATATAN identitas dan pengendara di PT. XY merupakan proses pertama yang harus dilalui oleh kendaraan sebelum masuk lingkungan pabrik. Pencatatan dimulai dari nomer kendaraan, nama pengendara dan darimana kendaraan berasal dilakukan untuk memverifikasi apakah truk tersebut sesuai dengan data yang ada di pabrik. Dalam proses pencatatan manual membutuhkan proses yang cukup lama mulai pengendara turun, mengisi formulir lalu kembali ke masuk kendaraan lagi sehingga tak jarang dapat menimbulkan antrean kendaraan yang panjang. Selain itu dalam proses pencatatan manual kadang data yang ada tidak sesuai dengan keadaan riil dalam pabrik karena proses sinkronisasi yang membutuhkan waktu yang cukup lama.

Dengan adanya pengenalan plat nomor dan wajah pengendara menggunakan convolutional neural network dan metode absolute difference pada sistem gerbang otomatis dapat menjadi solusi efektif untuk mengatasi diatas. Sistem Otomatisasi Gerbang Berbasis Citra Plat Nomor dan Wajah Pengendara dapat mengenali dan memberikan akses kepada pengendara yang terdaftar dalam sistem untuk memasuki lingkungan pabrik. Proses ini tidak akan membutuhkan waktu yang lama karena data yang ada dapat langsung tersinkron dengan data yang telah tercatat dalam sistem.

Pada proyek akhir ini akan menggabungkan proses pengenalan wajah pengendara dan pengenalan plat nomor kendaraan. Metode untuk pengenalan plat nomor kendaraan menggunakan CNN (*Convolutional Neural Network*), sedangkan untuk proses pengenalan wajah pengendara menggunakan *library face-recognition*. Dalam proses *matching data* antara wajah dan plat dengan *database* menggunakan metode *absolute difference*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengenalan Plat Nomor

Pengenalan plat nomor kendaraan bermanfaat untuk mengenali identitas dari kendaraan. Pengenalan plat nomor pada kendaraan tersebut dilakukan secara otomatis, yaitu dilakukan proses pembacaan karakter dari citra nomor plat yang tertangkap sistem untuk mengenali karakter apa saja yang terdapat pada citra. Manfaat dari LPR ialah dapat mengenali identitas dari kendaraan yang terbaca oleh sistem. Sehingga ketika sistem dapat mengenali identitas dari kendaraan tersebut maka dapat dilakukan proses pengawasan serta pembatasan kendaraan mana saja yang diperbolehkan memasuki sebuah kawasan, seperti area parkir, jalan tol, sebuah kompleks perumahan ataupun tempat yang ingin awasi lainnya

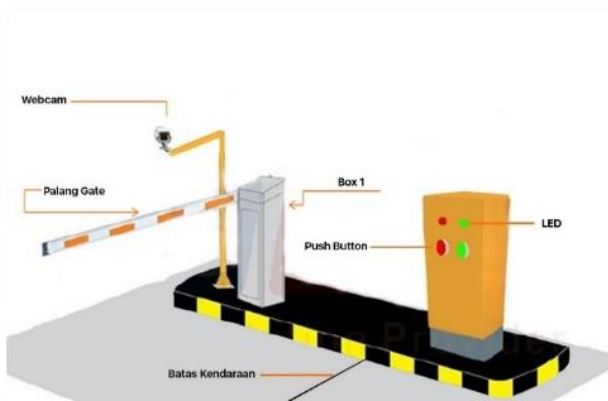
B. Pengenalan Wajah

Pengenalan wajah adalah salah satu metode pengenalan yang berorientasi pada wajah. pengenalan ini dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu: Dikenali dan Tidak dikenali, setelah dilakukan perbandingan dengan pola yang sebelumnya sudah disimpan dalam database. Metode ini juga harus mampu mengenali objek bukan wajah. Perhitungan model pengenalan wajah memiliki beberapa masalah. Kesulitan muncul ketika wajah direpresentasikan dalam suatu pola yang berisikan informasi unik yang membedakan dengan wajah lain.

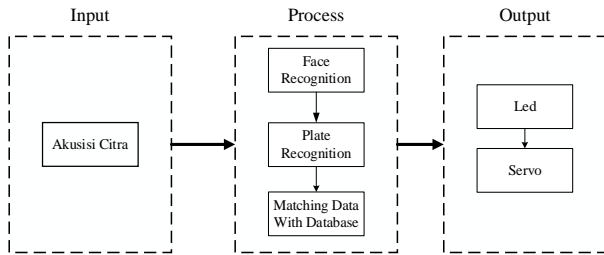
Pengenalan wajah ditinjau dari posisi rotasi sangat berpengaruh terhadap akurasi pengenalan wajah. Rotasi posisi wajah terdapat 3 jenis kemungkinan, antara lain: menoleh ke kiri atau ke kanan, menggeleng ke kiri atau ke kanan, dan mendongak ke atas atau ke bawah. Secara ideal wajah dapat diidentifikasi dengan baik adalah wajah yang menghadap ke sensor kamera secara tegak lurus [1].

C. Convolutional Neural Network

Convolutional Neural Network (CNN) adalah pengembangan dari Multilayer Perceptron (MLP) yang



Gambar 1. Desain 3D sistem.



Gambar 2. Diagram blok sistem keseluruhan.

didesain untuk mengolah data dua dimensi. CNN termasuk dalam jenis Deep Neural Network karena kedalaman jaringan yang tinggi dan banyak diaplikasikan pada data citra. Pada kasus klasifikasi citra, MLP kurang sesuai untuk digunakan karena tidak menyimpan informasi spasial dari data citra dan menganggap setiap piksel adalah fitur yang independen sehingga menghasilkan hasil yang kurang baik.

Convolutional Neural Network menggabungkan tiga pokok arsitektur, yaitu *local receptive fields*, *shared weight* yang berupa *filter*, dan *spatial subsampling* yang berupa *Pooling*. Konvolusi atau yang biasa disebut dengan *Convolution* merupakan matriks yang berfungsi untuk melakukan *filter*. Arsitektur yang dimiliki oleh *Convolutional Neural Network* seperti yang dapat dilihat pada gambar 1 adalah sebagai berikut [2]:

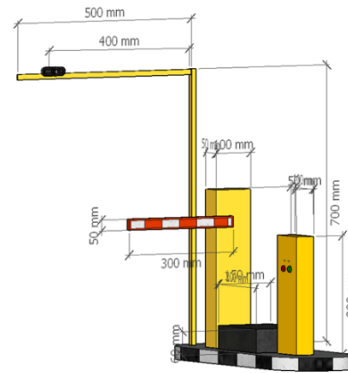
1) *Convolutional Layer*

Convolution layer melakukan operasi konvolusi pada output dari lapisan sebelumnya. *Layer* tersebut adalah proses utama yang mendasari sebuah CNN.

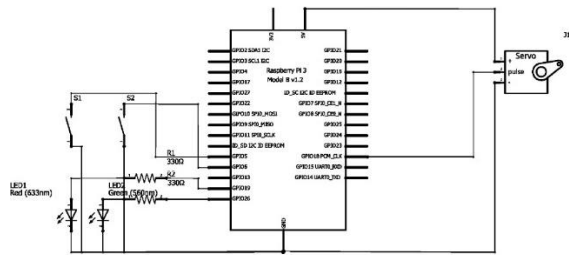
Tujuan konvolusi pada data citra adalah untuk mengekstraksi fitur dari citra input. Konvolusi akan menghasilkan *transformasi linear* dari data *input* sesuai informasi spasial pada data. Bobot pada *layer* tersebut menspesifikasikan kernel konvolusi yang digunakan, sehingga kernel konvolusi dapat dilatih berdasarkan input pada CNN.

2) *Pooling Layer*

Pooling Layer merupakan lapisan yang menggunakan fungsi dengan *feature map* sebagai masukan dan mengolahnya dengan berbagai macam operasi statistik berdasarkan nilai piksel terdekat. *Pooling layer* pada model CNN biasanya disisipkan secara teratur setelah beberapa *convolution layer*. *Pooling layer* yang dimasukkan di antara lapisan konvolusi secara berturut-turut dalam arsitektur model *Convolutional Neural Network* dapat secara progresif mengurangi ukuran volume output pada *feature map*,



Gambar 3. Desain mekanik prototype gerbang.



Gambar 4. Rangkaian wiring sistem.

sehingga jumlah parameter dan perhitungan di jaringan berkurang, serta untuk mengendalikan *overfitting*.

3) *Full Connected Layer*

Fully connected layer merupakan lapisan dimana semua neuron aktivasi dari lapisan sebelumnya terhubung semua dengan neuron di lapisan selanjutnya. *Fully connected layer* biasanya digunakan dalam penerapan *Multi Layer Perceptron (MLP)* dan bertujuan untuk melakukan transformasi pada dimensi data agar dapat diklasifikasikan secara linear.

Perbedaan antara *fully connected layer* dan biasanya adalah neuron di *convolution layer* terhubung hanya ke daerah tertentu pada input, sedangkan *fully connected layer* mempunyai neuron yang secara keseluruhan terhubung. Namun, kedua lapisan tersebut masih mengoperasikan produk dot, sehingga fungsinya tidak begitu berbeda

D. *Raspberry*

Raspberry Pi adalah mikrokontroler atau sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip IC, sehingga sering disebut single chip microcomputer. Mikrokontroler merupakan sistem komputer yang mempunyai salah satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik [3].

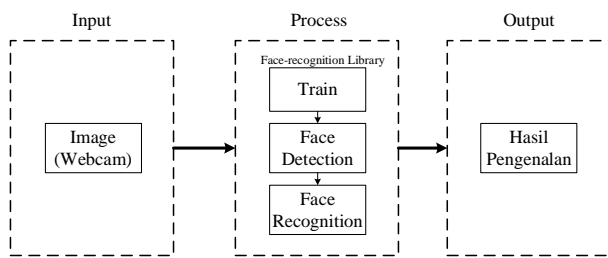
III. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

A. *Desain Sistem*

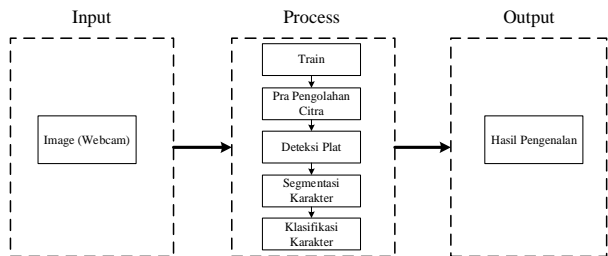
Desain sistem yang akan dibangun pada proyek akhir ini ditunjukkan pada Gambar 1, untuk implementasi proyek akhir ini berupa *prototype* seperti yang sudah tertera pada tujuan proyek akhir ini.

B. *Perancangan Sistem*

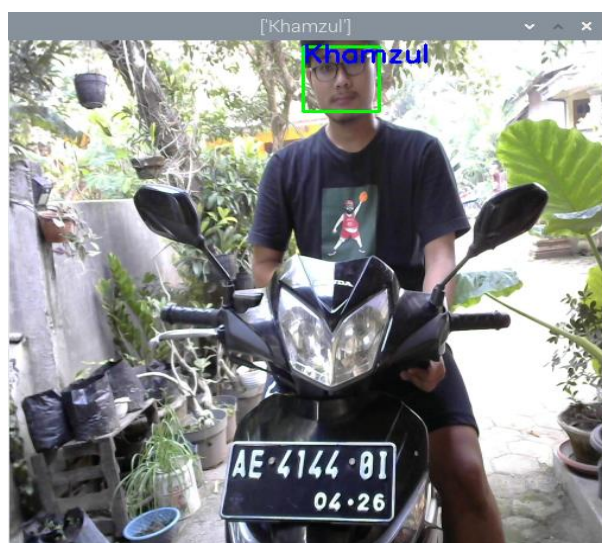
Sistem yang dibuat merupakan *prototype* gerbang berbasis citra plat kendaraan dan wajah pengendara. Sistem ini menggunakan Raspberry Pi 4 sebagai mikrokontroler dan mikroprocessor. Dalam sistem terdapat komponen penyusunan berikut penjelasannya:



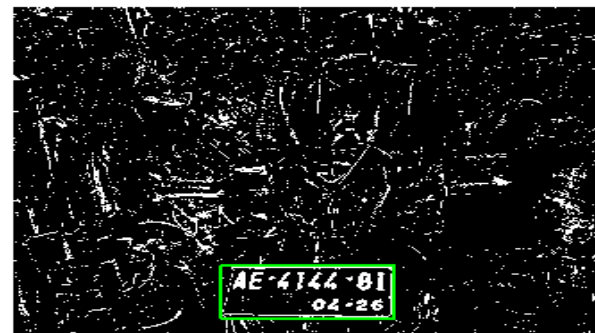
Gambar 5. Diagram blok pengenalan wajah.



Gambar 6. Diagram blok pengenalan citra plat nomor.



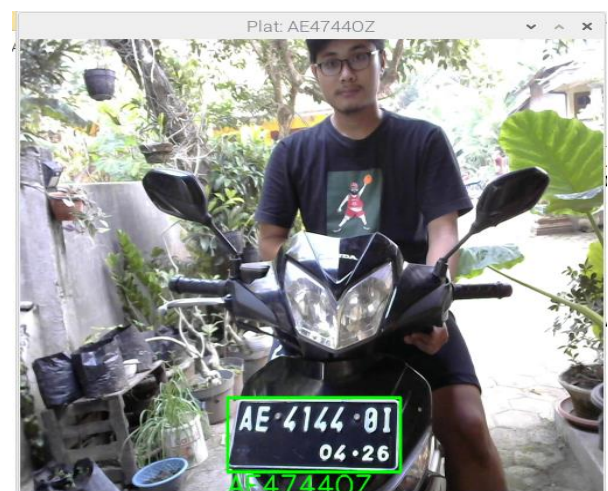
Gambar 7. Hasil pengenalan wajah.



Gambar 8. Deteksi plat nomor.



Gambar 9. karakter terurut.



Gambar 10. Plat nomor terbaca.

1) *Komponen Webcam*

Komponen pertama pada sistem ini yaitu webcam sebagai sensor visual untuk mengambil citra plat kendaraan dan wajah pengendara.

2) *Komponen Push Button*

Komponen push button berfungsi sebagai trigger untuk memulai sistem dan sebagai tombol emergency apabila led merah menyala.

3) *Komponen Servo*

Komponen servo berfungsi untuk menggerakkan palang gerbang.

4) *Komponen Face Recognition*

Subsistem Face Recognition berfungsi untuk proses pengenalan wajah yaitu mencocokkan citra wajah yang ditangkap oleh webcam dengan data wajah yang telah didaftarkan.

5) *Komponen Plate Recognition*

Subsistem plate recognition berfungsi untuk proses pengenalan plat kendaraan yang terbaca.

6) *Komponen Subsistem Matching Data*

Subsistem matching data with database berfungsi untuk mencocokkan wajah dan plat nomor kendaraan yang telah didaftarkan (Gambar 2).

C. *Perancangan Mekanik*

Desain perancangan mekanik dapat dilihat pada Gambar 3. Terdapat 2 box yang akan digunakan pada proyek akhir ini agar dapat bekerja dengan apa yang telah direncanakan.

Box pertama yaitu sebagai tempat dimana servo dan palang gerbang diletakkan. Box pertama mempunyai dimensi 10 cm x 5 cm x 40 cm. Box kedua sebagai tempat dari led dan push button memiliki dimensi yang lebih kecil yaitu 10 cm x 5 cm x 30 cm. Material yang akan digunakan dalam pembuatan box adalah akrilik 1 mm.

D. *Perancangan Rangkaian Elektronik*

Pengkabelan atau wiring berfungsi sebagai I/O untuk mengontrol sudut putaran servo, led dan push button. Raspberry Pi bertugas untuk mendapatkan sinyal yang diberikan push button dan memberikan sinyal ke led dan motor servo. Perancangan wiring dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 1.

Pengujian pengenalan wajah percobaan 1

No	Nama	Terdaftar/Tidak	Hasil Pengenalan
1	Khamzul	Terdaftar	Khamzul
2	Ibu	Terdaftar	Ibu
3	Arsyad	Terdaftar	Arsyad
4	Bapak	Terdaftar	Bapak
5	Ramadhan	Terdaftar	Ramadhan
6	Inin	Terdaftar	Inin
7	Mas Arnov	Terdaftar	Mas Arnov
8	Rosyida	Terdaftar	Rosyida
9	Irchas	Terdaftar	Irchas
10	Ilham	Terdaftar	Ilham
11	Pradana	Tidak Terdaftar	Unknown
12	Khamzul	Tidak Terdaftar	Unknown

Tabel 2.

Pengujian pengenalan wajah percobaan 2

No	Nama	Terdaftar/Tidak	Hasil Pengenalan
1	Khamzul	Terdaftar	Khamzul
2	Ibu	Terdaftar	Ibu
3	Arsyad	Terdaftar	Arsyad
4	Bapak	Terdaftar	Bapak
5	Ramadhan	Terdaftar	Ramadhan
6	Inin	Terdaftar	Inin
7	Mas Arnov	Terdaftar	Mas Arnov
8	Rosyida	Terdaftar	Rosyida
9	Irchas	Terdaftar	Irchas
10	Ilham	Terdaftar	Ilham
11	Pradana	Tidak Terdaftar	Unknown
12	Khamzul	Tidak Terdaftar	Unknown

Tabel 3.

Pengujian pengenalan wajah percobaan 3

No	Nama	Terdaftar/Tidak	Hasil Pengenalan
1	Khamzul	Terdaftar	Khamzul
2	Ibu	Terdaftar	Ibu
3	Arsyad	Terdaftar	Arsyad
4	Bapak	Terdaftar	Bapak
5	Ramadhan	Terdaftar	Ramadhan
6	Inin	Terdaftar	Inin
7	Mas Arnov	Terdaftar	Mas Arnov
8	Rosyida	Terdaftar	Rosyida
9	Irchas	Terdaftar	Irchas
10	Ilham	Terdaftar	Ilham
11	Pradana	Tidak Terdaftar	Unknown
12	Khamzul	Tidak Terdaftar	Unknown

E. Perancangan Perangkat Lunak

Pengenalan wajah dapat dilakukan setelah melakukan training dan menghasilkan sebuah model, model tersebut digunakan untuk melakukan pengenalan pada wajah pada foto. Jalankan program dan hadapkan wajah pada web camera kemudian wajah akan dideteksi kemudian dikenali dengan muncul nama di bagian wajah. Nama tersebut didapat setelah sistem mengenali wajah dengan cara mencocokkan wajah yang ada di kamera dengan wajah yang ada pada database. Diagram blok pengenalan wajah ditunjukkan pada Gambar 5.

Untuk cara kerja dari pengenalan plat nomor cukup sederhana dalam menjalankan fungsi. Pada sistem umum diagram alur yang dibangun dijelaskan pada Gambar 6.

F. Implementasi

Tahap implementasi merupakan tahap pembuatan alat dengan menggunakan acuan dari proses desain yang telah dilakukan. Proses implementasi ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sistem secara riil.

Tabel 4.

Pengujian deteksi plat nomor horizontal dengan jarak 120 cm

No	Plat	Hasil Pembacaan	Nilai Komponen Confusion Matrix			
			TP	FP	TN	FN
1	AE4144OI	AE4744OD	8	0	0	0
2	W9242GF	W9242GF	7	0	0	0
3	AE4258OI	AE4258OZ	8	0	0	0
4	AD3492CX	AD3492CX	8	0	0	0
5	AE5526DL	AE5526DL	8	0	0	0
6	AE3833PL	AE3833PL	8	0	0	0
7	AE4920OM	B4920M	6	2	0	0
8	AE3848OI	E3848Q	6	2	0	0
9	AE5620CL	AE5620CL	8	0	0	0
10	AE2254BU	AE2254BU	8	0	0	0
11	AE5722BZ	AE5122BZ	8	0	0	0
12	AE3768BB	AE3168BB	8	0	0	0
13	B3156TVT	B3756TVT	8	0	0	0
14	AE5956OE	AE5956OE	8	0	0	0
15	AE4741PK	AE4747P	8	1	0	0
16	AE3387FS	AE3387FS	8	0	0	0
17	AD3631ATE	AD3T87ATE	9	0	0	0
18	DA6603OT	DA6603OT	8	0	0	0
19	AE6765HR	AE6765HR	8	0	0	0
20	AE3254BO	AE3254BO	8	0	0	0
21	Plat Kosong	Tidak Tersegmentasi	0	0	8	0
22	AE3809DE	AE3809DE	8	0	0	0

Tabel 5.

Hasil confusion matrik deteksi horizontal 120 cm

P/N	T	F
P	164	5
N	8	0

Tabel 6.

Pengujian pembacaan plat nomor horizontal dengan jarak 120 cm

No	Plat	Hasil Pembacaan	Nilai Komponen Confusion Matrix	
			Benar	Salah
1	AE4144OI	AE4744OD	6	2
2	W9242GF	W9242GF	7	0
3	AE4258OI	AE4258OZ	7	1
4	AD3492CX	AD3492CX	8	0
5	AE5526DL	AE5526DL	8	0
6	AE3833PL	AE3833PL	8	0
7	AE4920OM	B4920M	5	1
8	AE3848OI	E3848Q	5	1
9	AE5620CL	AE5620CL	8	0
10	AE2254BU	AE2254BU	8	0
11	AE5722BZ	AE5122BZ	7	1
12	AE3768BB	AE3168BB	7	1
13	B3156TVT	B3756TVT	7	1
14	AE5956OE	AE5956OE	8	0
15	AE4741PK	AE4747P	6	1
16	AE3387FS	AE3387FS	8	0
17	AD3631ATE	AD3T87ATE	7	2
18	DA6603OT	DA6603OT	8	0
19	AE6765HR	AE6765HR	8	0
20	AE3254BO	AE3254BO	8	0
21	Plat Kosong	Tidak Tersegmentasi	8	0
22	AE3809DE	AE3809DE	8	0

1) Pengenalan Wajah

a) Training Dataset

Proses pertama yang harus dilalui adalah pembuatan *dataset*, *web camera* sudah berada posisi siap untuk merekam wajah user. Proses akuisi citra dilakukan dengan menekan tombol enter untuk menyimpan citra tangkapan. Gambar atau citra yang sudah tersimpan kemudian dimasukkan ke folder sendiri bernama *dataset*.

Tabel 7.
Database plat dan wajah

Plat	Wajah
AE5526DL	Khamzul
W9242GF	Bapak
AD3492CX	Irchas
AE4258OI	Ibu
AE3833PL	Mas Arnov

Tabel 8.
Hasil pengujian keseluruhan tanpa menggunakan absolute difference

X1(Database)		X2(Input)		Hasil
Plat(x11)	Wajah (x21)	Hasil Pembacaan (x11)	Nama Pengenalan (x21)	Kondisi Gerbang
AE5526DL	Khamzul	AE5526DL	Khamzul	Terbuka
AE4258OI	Ibu	AE4258OZ	Khamzul	Tertutup
W9242GF	Bapak	W9242DF	Bapak	Terbuka
AD3492CX	Irchas	AD3492CX	Khamzul	Terbuka
AD3492CX	Irchas	AD3492CX	Irchas	Terbuka
AE5526DL	Khamzul	AE5526DL	Irchas	Terbuka
AE4258OI	Ibu	AE425OY	Ibu	Tertutup
AE3833PL	Mas Arnov	AE3833PL	Mas Arnov	Terbuka
AD3492CX	Irchas	AD3492CX	Ibu	Terbuka
AD3492CX	Irchas	AD3492CX	Bapak	Terbuka
W9242GF	Bapak	W9242GF	Khamzul	Terbuka
W9242GF	Bapak	W9242GF	Irchas	Terbuka
AE3833PL	Mas Arnov	AE3833PL	Irchas	Terbuka
AE3833PL	Mas Arnov	AE3833PL	Khamzul	Terbuka
AE3833PL	Mas Arnov	AE3833PL	Pradana	Tertutup
AE3833PL	Mas Arnov	AE3833PL	Ilham	Tertutup

Tabel 9.
Hasil pengujian keseluruhan

X1(Database)		X2(Input)		Hasil
\8g	Wajah (x21)	Hasil Pembacaan (x11)	Nama Pengenalan (x21)	Kondisi Gerbang
AE5526DL	Khamzul	AE5526DL	Khamzul	Terbuka
AE4258OI	Ibu	AE4258OZ	Khamzul	Tertutup
W9242GF	Bapak	W9242DF	Bapak	Terbuka
AD3492CX	Irchas	AD3492CX	Khamzul	Tertutup
AD3492CX	Irchas	AD3492CX	Irchas	Terbuka
AE5526DL	Khamzul	AE5526DL	Irchas	Tertutup
AE4258OI	Ibu	AE425OY	Ibu	Tertutup
AE3833PL	Mas Arnov	AE3833PL	Mas Arnov	Terbuka
AD3492CX	Irchas	AD3492CX	Ibu	Tertutup
AD3492CX	Irchas	AD3492CX	Bapak	Tertutup
W9242GF	Bapak	W9242GF	Khamzul	Tertutup
W9242GF	Bapak	W9242GF	Irchas	Tertutup
AE3833PL	Mas Arnov	AE3833PL	Irchas	Tertutup
AE3833PL	Mas Arnov	AE3833PL	Khamzul	Tertutup
AE3833PL	Mas Arnov	AE3833PL	Pradana	Tertutup
AE3833PL	Mas Arnov	AE3833PL	Ilham	Tertutup

b) Face Detection dan Face Recognition

Proses selanjutnya yang dilakukan adalah mengubah citra tangkapan menjadi grayscale. Citra yang telah diubah menjadi grayscale akan proses untuk mendeteksi apakah ada wajah dalam citra tersebut menggunakan haar-cascade ekstraksi citra History of Oriented Gradients (HOG). Citra wajah yang telah terdeteksi akan dikenali dengan mengubah citra menjadi 128-d vector yang nantinya akan disimpan dengan nama file "encodings.pickle". Proses pengenalan wajah dilakukan dengan cara mencocokkan 128-d vector yang ditangkap citra dengan 128-d vector yang telah dilatih dan disimpan dalam file "encodings.pickle". Hasil pengenalan wajah ditunjukkan pada Gambar 7.

2) Pengenalan Plat Nomor

a) Training Dataset

Proses train akan memakan waktu cukup lama tergantung kekuatan pada perangkat yang digunakan pada proses ini saya menggunakan Google Colab untuk mempercepat proses training. Google Colab adalah coding environment bahasa pemrograman Python dengan format "notebook" atau dengan kata lain ibaratnya Google meminjamkan kita komputer secara gratis untuk membuat program atau melakukan pengolahan data dari Google.

b) Pra-Pengolahan Citra

Proses pra-pengolahan citra ini berfungsi untuk mempersiapkan citra agar mudah dalam mendeteksi plat.

Tabel 10.
Hasil analisis pengujian keseluruhan

Skema	Kondisi Gerbang Pengujian	Kondisi Gerbang Seharusnya
Wajah dan plat nomor yang terdeteksi sesuai dengan database	Tertutup	Tertutup
Wajah dan Plat nomor yang terdeteksi namun tidak sesuai dengan database	Tertutup	Tertutup
Wajah dan plat nomor yang terdeteksi tidak terdapat pada database	Tertutup	Tertutup

Banyak hal yang dapat mempengaruhi suatu citra seperti cuaca, intensitas cahaya, dan beberapa hal lain seperti bayangan yang nantinya dapat mempengaruhi data hasil.

3) Deteksi Plat

Citra yang dihasilkan dari pra-pengolahan terlihat bahwa bagian plat nomor membentuk garis kotak. Fungsi *countours* melakukan deteksi plat dari hasil citra prapengolahan yang mana kontur atau area plat bisa terlihat dengan lumayan jelas, saling berhubungan membuat suatu area. Dari semua area kontur pada citra, untuk mendapatkan area plat nomor, dibuat filter berdasarkan *aspect ratio* dan lebarnya, jika lebarnya lebih dari atau sama dengan 200 *pixel* dan *aspect rationya* kurang dari atau sama dengan 4 maka area tersebut akan dianggap plat nomor. Hasil dari deteksi *countours* dapat dilihat pada Gambar 8.

4) Segmentasi Karakter

Untuk mendapatkan kandidat karakternya dilakukan filter terhadap kontur dengan berdasarkan lebar dan tingginya, yaitu apabila tingginya dalam rentang 40-60 piksel dan lebarnya lebih dari 10 piksel (Gambar 9).

5) Klasifikasi Karakter

Proses yang dilakukan disini yaitu proses pengenalan karakter menggunakan model hasil dari proses pelatihan yang telah dilakukan CNN tadi. Pada proses pengujian tadi maka dihasilkan beberapa karakter hasil klasifikasi dan dilakukan penggabungan karakter dan angka sehingga sistem dapat membaca dan mengenali plat nomor. Hasil dari pengenalan karakter plat nomor dapat dilihat pada Gambar 10.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

A. Pengujian dan Analisis Pengenalan Wajah

Dari Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3 dilakukakan pengujian perulang percobaan dengan variabel tanpa penghalang memberikan hasil yang didapat adalah semua wajah berhasil dideteksi dan dapat dikenali. Begitupun pada variabel dengan helm, hasil yang didapatkan adalah semua wajah dapat dikenali. Pada variabel dengan masker memberikan hasil yang berbeda, hanya pada satu-dua wajah yang bisa dikenali.

B. Pengujian Pengenalan Plat Nomor

Pengujian pengenalan plat nomor dilakukan dengan citra horizontal di ruangan terbuka dengan jarak 100,120, dan 150 cm. Namun hasil pengujian yang ditampilakn hanya jarak ketika 120 cm. Pengujian dilakukan dengan webcam Logitech c270 beresolusi 960x1280 piksel.

Berdasarkan Tabel 4 pengujian deteksi plat nomor horizontal dengan jarak 120 cm didapatkan hasil berupa:

Dari Tabel 5 dapat diambil nilai performansi sistem seperti akurasi, presisi, dan recall dengan perhitungan yang telah dijabarkan pada persamaan 1, persamaan 2 dan persamaan 3. Dengan hasil akurasi sebesar 97,1%, presisi sebesar 97,1% dan *recall* sebesar 100%.

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \tag{1}$$

$$Presisi = \frac{TP}{TP + FP} \tag{2}$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \tag{3}$$

Keterangan:

TP = *True Positive*

TN = *True Negative*

FP = *False Positive*

FN = *False Negative*

Dari Tabel 6 didapatkan jumlah data yang benar sejumlah 152 sedangkan data yang salah sejumlah 11. Dari data tersebut didapatkan nilai akurasi sebesar 94%

C. Pengujian Keseluruhan

Pada pengujian kali ini dilakukan untuk pengujian *matching data* wajah dan plat nomor kendaraan. Database yang telah dibuat ditunjukkan pada Tabel 7. Pengujian yang dilakukan pada Tabel 8 adalah pengujian tanpa metode *absolute difference* yang dilakukan dengan jarak 120 cm. Dari **Error! Reference source not found.** didapatkan hasil bahwa gerbang akan terbuka jika wajah pengendara dan plat nomor kendaraan telah terdaftar dalam database meskipun plat dan wajah tidak sesuai pasangannya.

Dari Tabel 9 didapatkan hasil bahwa gerbang akan terbuka hanya jika wajah pengendara dan plat nomor kendaraan mempunyai nilai yang sama seperti wajah dan plat nomor yang telah didaftarkan sebelumnya pada *database*.

Pengujian diatas mempunyai kesamaan yaitu gerbang akan terbuka jika hanya wajah pengendara dan plat nomor yang terbaca sama dengan apa yang telah didaftarkan dalam *database*, apabila hanya wajah pengendara saja yang dikenali gerbang tidak akan terbuka dan juga sebaliknya apabila plat nomor kendaraan saja yang terbaca maka gerbang tidak akan terbuka (Tabel 10).

Proses *matching database* yang digunakan adalah *absolute difference*. Jadi setiap input wajah dan plat yang terkenalli harus mempunyai nilai yang sama dengan nilai *database* sehingga apabila plat dan wajah memiliki nilai yang hampir sama gerbang tidak akan terbuka. *Absolute difference* yang ditentukan pada proyek akhir ini adalah 0 untuk gerbang terbuka dan 1 untuk nilai gerbang tertutup.

Nilai 0 yang digunakan karena jika hasil operasi *absolute* sama dengan 0 berarti nilai input mempunyai nilai yang sama dengan nilai *database*. Sedangkan apabila nilai hasil operasi *absolute difference* tidak sama dengan 0 berarti nilai input mempunyai nilai yang berbeda dengan *database*. Secara matematis proses *matching* yang digunakan dapat ditulis sebagai berikut:

$$X1 = |Plat(x11) + Wajah (x21)$$

Nilai $X1$ merupakan nilai yang sudah terdaftar dalam database. Sedangkan nilai $X2$ merupakan nilai input dari hasil pembacaan

$$X2 = |\text{Plat}(x11) + \text{Wajah}(x21)|$$

Gerbang hanya akan terbuka jika nilai hasil operasi absolute difference bernilai 0. Apabila nilai y tidak sama dengan 0 maka gerbang tidak akan terbuka, karena nilai input dan nilai yang terdapat dalam database mempunyai selisih perbedaan. Maka dapat ditulis dalam persamaan berikut:

$$y = |X1 - X2| = 0$$

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pengujian diatas, dapat diambil kesimpulan : (1) Sistem pengenalan wajah pengendara

dengan ekstraksi ciri *Histogram of Oriented Gradient* dan *library face recognition* dapat mengenali wajah pengendara dengan akurasi sebesar 100% ketika wajah tanpa penghalang.

(2) Sistem pengenalan wajah (*library face-recognition*) dan pembacaan plat nomor kendaraan (*Convolutional Neural Network*) dengan metode *absolute difference* memiliki akurasi tertinggi ketika pengujian dilakukan dengan citra horizontal dan jarak 120 cm.

DAFTAR PUSTAKA:

- [1] D. Triyadi and J. Adler, "Sistem Otomatisasi Gerbang dengan Pengolahan Citra Membaca Nomor Plat Kendaraan, Universitas Komputer Indonesia, 2014.
- [2] T. F. Kusumaningrum and others, "Implementasi Convolution Neural Network (CNN) untuk Klasifikasi Jamur Konsumsi di Indonesia Menggunakan Keras, Universitas Islam Indonesia, 2018.
- [3] Sumardi, *Mikrokontroler: Belajar AVR Mulai dari Nol*, 1st ed. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013.