

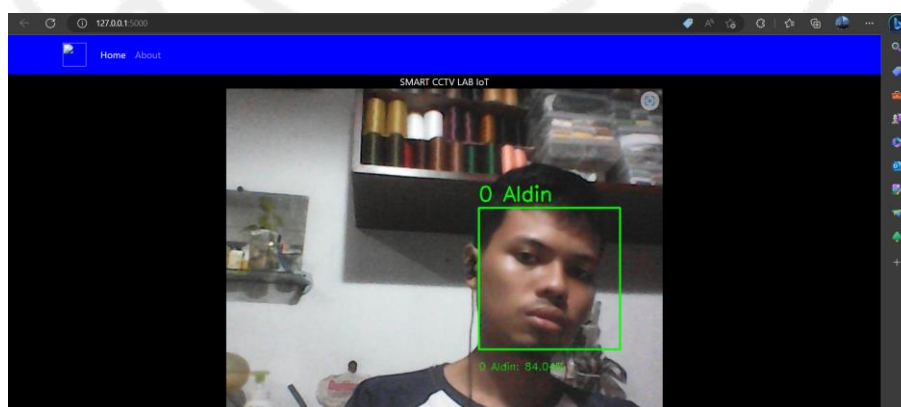
## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Perancangan Sistem

Pada sub bab ini akan dibahas mengenai hasil dari perancangan *software*. Perancangan *software* meliputi merusakan proses pembuatan algoritma untuk pendeteksian wajah, pembuatan model keras dan SVM, serta pembuatan *website* untuk melakukan pengujian.

#### 4.1.1 Pembuatan Sistem dan Website

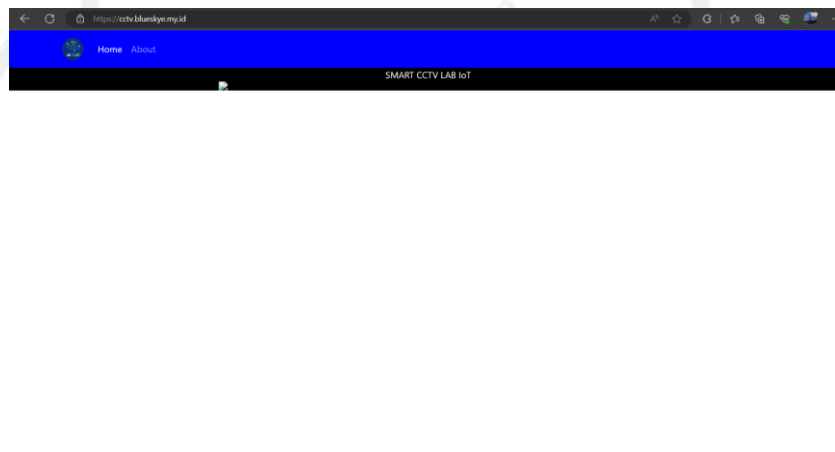
Pembuatan sistem pendeteksian dan pengenalan wajah merupakan proses dari perancangan *software*. Sistem ini dirancang menggunakan bahasa pemrograman python dengan beberapa *library* berupa OpenCV yang memberikan akses kepada komputer untuk melakukan penangkapan gambar atau video, *library* flask digunakan untuk membuat *website* berbasis aplikasi python, *library* TensorFlow digunakan untuk membangun serta melatih model, serta *library* keras digunakan untuk memberikan akses kepada sistem untuk dapat membaca file dari model keras. Sedangkan SVM memerlukan *library* Facenet untuk memberikan nilai embedding pada citra yang akan dilatih serta *library* MTCNN untuk mendeteksi adanya wajah pada suatu citra. Adapun algoritma yang digunakan oleh sistem untuk melakukan pendeteksian *frontal face* pada wajah seseorang adalah algoritma *haar cascade* dengan bentuk file haar cascade.



Gambar 4.1 Pendeteksian Wajah menggunakan Algoritma

Pembuatan *website* bertujuan untuk memfasilitasi pengguna dalam melakukan pemantauan data secara daring. Selain itu, *website* tersebut juga

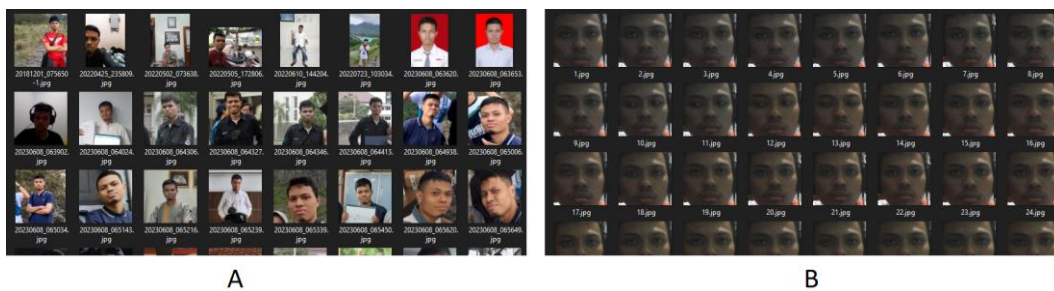
memungkinkan pengguna untuk menampilkan dan memantau video yang merekam situasi di dalam Laboratorium *Internet of Things* secara daring dan terpusat. Dengan begitu, pengguna dapat mengakses dan memantau kondisi Laboratorium *Internet of Things* dengan mudah dan efektif dari jarak jauh melalui *website* tersebut. Adapun dalam proses pembuatan *website* menggunakan HTML untuk membuat struktur dari *website* serta CSS untuk membuat desain tampilan dari *website*. Setelah proses pembuatan selesai, *file* app.py, index.html, serta style.css di-*deploy* pada domainsia. Proses *deploy* telah dilakukan, dimana *file* index.html, style.css, serta *library* dari app.py dapat terbaca pada *website* namun izin kamera belum didapatkan dari *website*.



Gambar 4.2 Tampilan dari Website

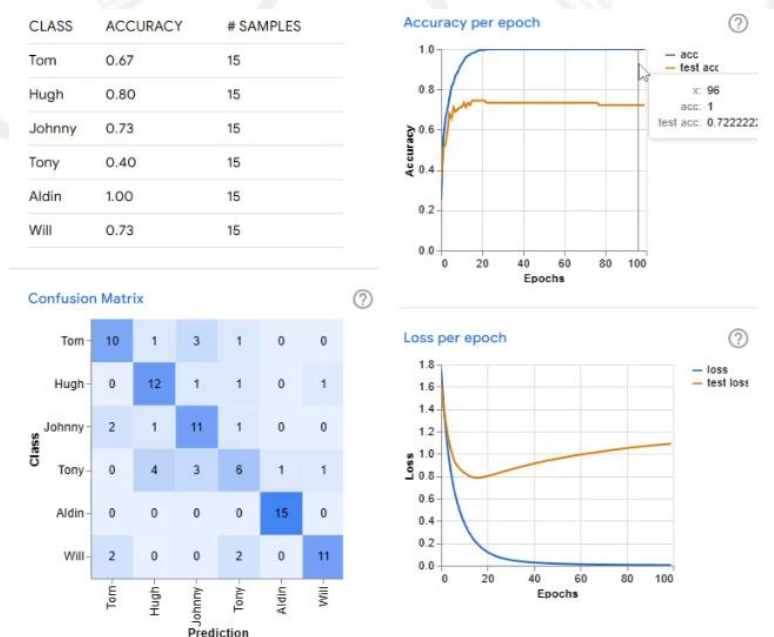
#### 4.1.2 Pembuatan Model Keras Teachable Machine

Pembuatan model tidak dilakukan secara *local* karena akan memakan waktu serta *resource* CPU yang besar melainkan menggunakan bantuan *platform webbased Machine Learning: Teachable Machine*. Proses pertama sebelum melakukan *upload* data pada Teachable Machine adalah melakukan pengumpulan *dataset* yang akan digunakan untuk pengujian, dilanjutkan peng-*upload-an dataset* pada Teachable Machine, dan menjalankan proses konfigurasi serta *training* untuk mendapatkan *file model*. Pengujian dilakukan pada 6 kategori / *class* yaitu Tom, Hugh, Johnny, Tony, Aldin, serta Will dengan masing masing *class* memiliki 50 - 100 foto untuk dilakukan *training* dengan syarat foto yang digunakan tidak boleh sama dalam jumlah yang besar dengan tujuan menghindari *overfitting*.



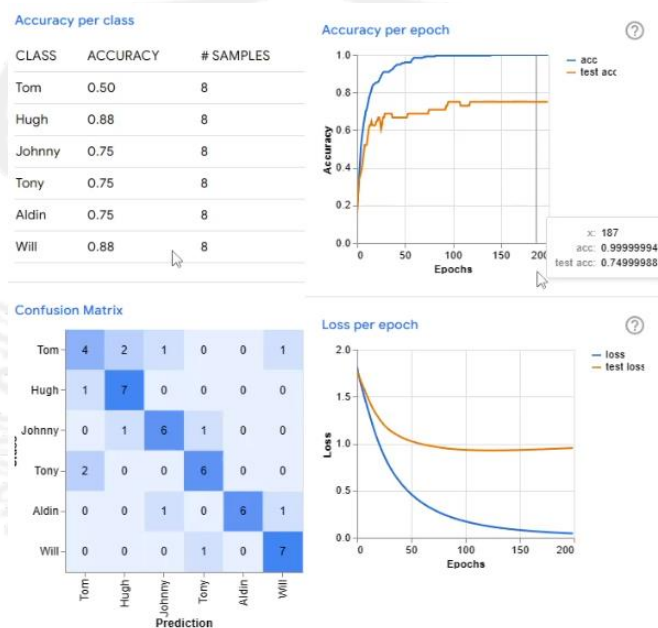
Gambar 4.3 Dataset yang disarankan (A) dan tidak disarankan (B)

Setelah pemilihan serta peng-upload-an *dataset* selesai, dapat dilanjutkan dengan melakukan konfigurasi untuk *training* terlebih dahulu. Teachable Machine secara *default* akan memberikan konfigurasi dengan *epoch* 50, *batch size* 16, serta *learning rate* 0.001. Untuk mendapatkan model yang baik, akan dicoba 3 jenis konfigurasi *training* dengan batasan *epoch* bernilai 50 – 200, *batch size* bernilai 16 – 128, serta *learning rate* 0.1 – 0.0001. Percobaan pertama dilakukan dengan konfigurasi 100 foto untuk tiap *class*, *epoch* bernilai 100, *batch size* bernilai 128, serta *learning rate* 0.0001. Hasil *training* pada gambar 4.5, didapati akurasi pada *class* Aldin bernilai 1.00 yang menandakan adanya *overfitting* dan uji *loss* berada diatas nilai 1.0. Penyebab *overfitting* pada *training* tersebut adalah foto yang ada pada *class* tersebut sebagian besar sama sehingga saat validasi model didapatkan hasil akurasi bernilai 1.00



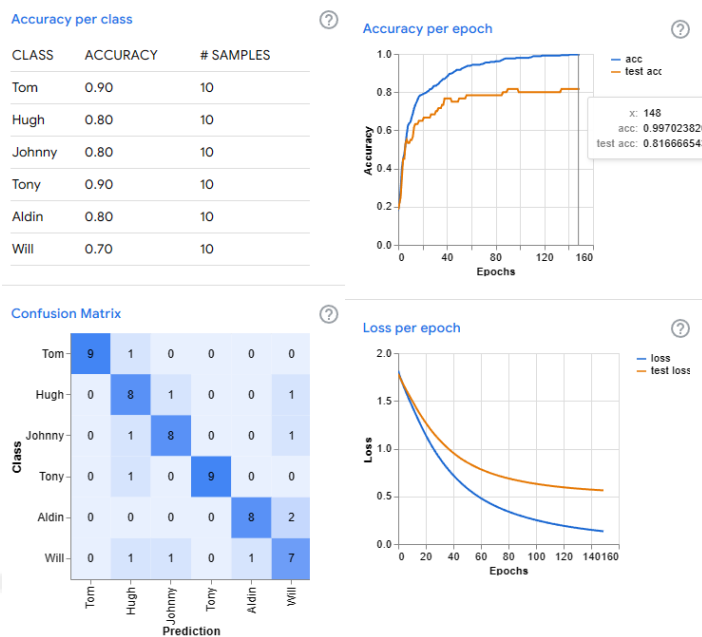
Gambar 4.4 Training Model Pertama

Percobaan kedua dilakukan dengan konfigurasi 50 foto untuk tiap *class*, *epoch* bernilai 200, *batch size* bernilai 64, serta *learning rate* 0.0001. Hasil *training* pada gambar 4.6, didapati tidak terjadi *overfitting* pada suatu *class* namun akurasi pada *class tony* turun hingga 0.50 serta nilai uji *loss* mengalami penurunan dibanding percobaan pertama namun masih berada diatas 1.0. Dalam pengujian untuk *class tony* hanya mendapatkan nilai 4 *true positive* dari 8 sampel validasi, hal ini disebabkan foto dalam *class tony* terdapat banyak kemiripan dengan *class* lain terutama *class hugh*.



Gambar 4.5 *Training Model Kedua*

Percobaan ketiga dilakukan dengan konfigurasi 66 foto untuk tiap *class*, *epoch* bernilai 150, *batch size* bernilai 128, serta *learning rate* 0.0001. Hasil *training* pada gambar 4.7, didapati hasil berupa akurasi untuk tiap *class* mulai meningkat dengan berada di kisaran 0.7 hingga 0.9. Hasil *training* juga menunjukkan bahwa nilai uji *loss* menurun cukup drastis dengan berada di kisaran 0.6, untuk uji akurasi juga menunjukkan peningkatan dibanding kedua model sebelumnya dengan nilainya berada pada kisaran 0.816, dengan pertimbangan tersebut maka diputuskan untuk menggunakan model ketiga.



Gambar 4.6 Training Model Ketiga

Setelah *model* selesai dibuat, maka dapat dilakukan *export model* untuk mendapatkan file keras yang akan digunakan untuk klasifikasi wajah. *Params* yang digunakan *teachable machine* dapat diketahui dengan kode dibawah ini:

```

1 import os
2
3 import tensorflow as tf
4 from tensorflow import keras
5
6 # Recreate the exact same model, including its weights and the optimizer
7 new_model = tf.keras.models.load_model('Final/keras_model.h5')
8
9 # Show the model architecture
10 new_model.summary()

```

Gambar 4.7 Kode untuk Mengetahui Params Model

```

Layer (type)                Output Shape          Param #
=====
sequential_5 (Sequential)   (None, 1280)         410208
sequential_7 (Sequential)   (None, 6)            128700
=====
Total params: 538,908
Trainable params: 524,828
Non-trainable params: 14,080
=====

```

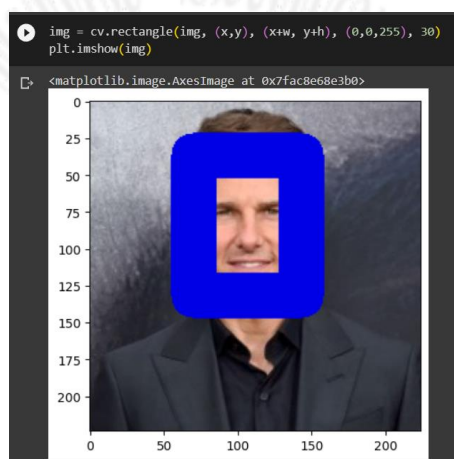
Gambar 4.8 Params untuk Training

### 4.1.3 Pembuatan Model SVM

Proses pertama untuk membuat model pada SVM adalah mengunggah *dataset* pada Google Drive untuk keperluan pelatihan data yang tertera pada gambar 4.9, *training* data dilakukan dengan menggunakan *library* MTCNN yang berfungsi untuk mendeteksi wajah pada citra yang tertera pada gambar 4.10.



Gambar 4.9 Data untuk *Training* pada Google Drive



Gambar 4.10 Ilustrasi Deteksi Wajah menggunakan MTCNN

Melakukan *import* untuk *library* Facenet untuk memberikan vektor numerik pada citra yang telah dideteksi wajah oleh MTCNN. Citra yang telah diberi vektor numerik menggunakan Facenet akan menyimpan representasi *embedding* wajah dan label yang bernilai *array* Numpy unik untuk tiap kelas ke dalam *file* dengan format *.npz*. Data yang telah diolah menggunakan MTCNN dan Facenet akan dilakukan pengecekan untuk nilai akurasi berdasarkan pelatihan dan nilai akurasi berdasarkan hasil pengetesan. Nilai akurasi dapat dilihat pada gambar 4.12, didapati akurasi pelatihan bernilai 1.00 sedangkan akurasi pengetesan bernilai 0.978.

```
[ ] my_face
array([[ 0,  0, 230],
       [ 0,  0, 230],
       [ 0,  0, 230],
       ...,
       [ 0,  0, 230],
       [ 0,  0, 230],
       [ 0,  0, 230]],

      [[ 0,  0, 230],
       [ 0,  0, 230],
       [ 0,  0, 230],
       ...,
       [ 0,  0, 230],
       [ 0,  0, 230],
       [ 0,  0, 230]],

      [[ 0,  0, 230],
       [ 0,  0, 230],
       [ 0,  0, 230],
       ...,
       [ 0,  0, 230],
       [ 0,  0, 230],
       [ 0,  0, 230]],

      ...,
      ...,
      ...]
```

Gambar 4.11 Contoh Array unik pada Citra Wajah

```
[ ] ypreds_train = model.predict(X_train)
ypreds_test = model.predict(X_test)

[ ] from sklearn.metrics import accuracy_score
accuracy_score(Y_train, ypreds_train)

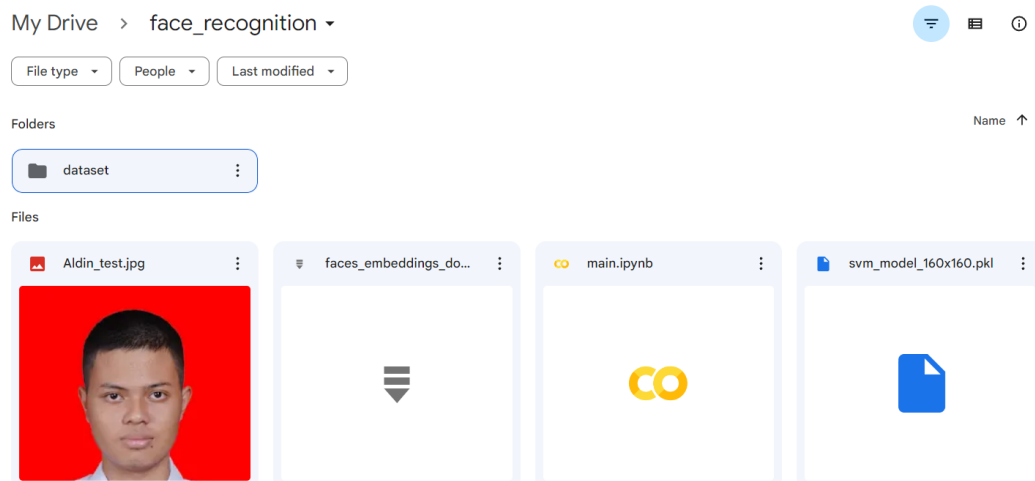
1.0

[ ] accuracy_score(Y_test, ypreds_test)

0.9789473684210527
```

Gambar 4.12 Nilai Akurasi dari Model

Model SVM yang telah dilatih menggunakan MTCNN dan Facenet akan disimpan dalam *file* dengan format *. pkl*, *file* model ini yang akan digunakan untuk membuat sistem deteksi serta rekognisi wajah.



Gambar 4.13 Model dan Fitur untuk Sistem Deteksi Wajah

#### 4.2 Hasil Pengujian Alat

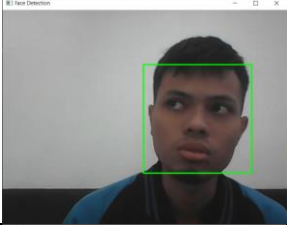
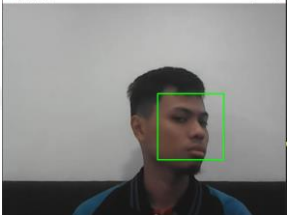
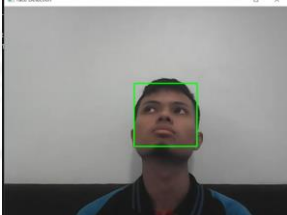

Sub bab ini akan membahas mengenai hasil pengujian alat yang telah dilakukan terhadap tiga variabel utama yaitu uji menampilkan video, uji akurasi deteksi wajah, dan uji jarak pengambilan video. Ketiga variabel ini merupakan parameter penting dalam mengevaluasi kinerja dan keandalan *Smart CCTV IoT* yang telah dirancang dengan menggunakan 2 jenis kamera yang berbeda. Hasil pengujian akan memberikan gambaran yang jelas tentang kemampuan *Smart CCTV IoT* dalam memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan. Pengujian menggunakan resolusi 640 x 480 dikarenakan memiliki *delay* yang rendah serta tidak memakan *resource* CPU yang besar [33].

##### 4.2.1 Pengujian Pendeteksian Wajah

Uji deteksi wajah bertujuan untuk mengetahui nilai akurasi sistem dalam melakukan pendeteksian wajah pada citra yang tertangkap oleh kamera. Pengujian dilakukan menggunakan laptop yang dipasang webcam dengan pengambilan data sebanyak 40 kali. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah ini:



Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pendeteksian Wajah

Kondisi	Banyak Pengujian	Akurasi Pendeteksian	Sampel
Sendiri	10	100%	
Miring Horizontal	10	100%	
Miring Vertikal	10	100%	
Ramai	10	90%	
Total Akurasi			97.5%

$$Akurasi = \frac{\text{Jumlah Teridentifikasi}}{\text{Jumlah Percobaan}} \times 100\% = \frac{9}{40} \times 100\% = 97.5\% \quad (4.1)$$

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa algoritma Haar Cascade dapat mendeteksi adanya wajah pada citra baik melalui perekaman secara langsung atau menggunakan foto, dengan syarat kondisi *frontal face* seseorang dapat terlihat secara jelas dan tidak tertutupi oleh suatu objek.

#### 4.2.2 Pengujian Jarak Berdasarkan Resolusi Kamera

Uji jarak pengambilan video bertujuan untuk mengetahui jarak maksimum dari sistem saat melakukan deteksi serta pengenalan wajah seseorang yang sedang

berada dalam Laboratorium *Internet of Things* dengan melakukan perubahan pada resolusi dari kamera. Pengujian dilakukan pada *website* <http://127.0.0.1:5000/> menggunakan laptop yang dipasang *webcam* dengan variasi 3 resolusi kamera dan 5 jarak yang berbeda untuk mengetahui kemampuan alat dalam melakukan pendeteksian. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 untuk klasifikasi menggunakan *confusion matrix* untuk kamera A.

Tabel 4.2 Hasil Uji dengan Variasi Jarak kamera A

Resolusi	Jarak (cm)	Status
640 x 480	100	Terdeteksi
	200	Terdeteksi
	300	Terdeteksi
	400	Tidak Terdeteksi
	500	Tidak Terdeteksi
1280 x 720	100	Terdeteksi
	200	Terdeteksi
	300	Terdeteksi
	400	Terdeteksi
	500	Terdeteksi
1980 x 1080	100	Terdeteksi
	200	Terdeteksi
	300	Terdeteksi
	400	Terdeteksi
	500	Terdeteksi

Tabel 4.3 *Confusion Matrix* Pengujian jarak kamera A

Resolusi	Banyak Data Uji	Klasifikasi			
		<i>True Positive</i>	<i>True Negative</i>	<i>False Positive</i>	<i>False Negative</i>
640 x 480	25	12	0	3	10
1280 x 720	25	17	0	8	0
1980 x 1080	25	19	1	4	0

Pada pengujian jarak pada resolusi kamera 640 x 480 dengan 25 kali percobaan didapati bahwa sistem mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah sebanyak 12 kali dari 25 percobaan. Maka akan didapatkan nilai akurasi dari uji jarak resolusi kamera 640 x 480 seperti berikut:

$$Akurasi = \frac{\text{Jumlah Teridentifikasi}}{\text{Jumlah Percobaan}} \times 100\% = \frac{12}{25} \times 100\% = 48\% \quad (4.2)$$

Pada pengujian jarak pada resolusi kamera 1280 x 720 dengan 25 kali percobaan didapati bahwa sistem mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah sebanyak 17 kali dari 25 percobaan. Maka akan didapatkan nilai akurasi dari uji jarak resolusi kamera 1280 x 720 seperti berikut:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Teridentifikasi}{Jumlah\ Percobaan} \times 100\% = \frac{17}{25} \times 100\% = 68\% \quad (4.3)$$

Pada pengujian jarak pada resolusi kamera 1980 x 1080 dengan 25 kali percobaan didapati bahwa sistem mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah sebanyak 20 kali dari 25 percobaan. Maka akan didapatkan nilai akurasi dari uji jarak resolusi kamera 1980 x 1080 seperti berikut:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Teridentifikasi}{Jumlah\ Percobaan} \times 100\% = \frac{20}{25} \times 100\% = 80\% \quad (4.4)$$

Hasil pengujian untuk kamera B dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 untuk klasifikasi menggunakan *confusion matrix*.

Tabel 4.4 Hasil Uji dengan Variasi Jarak kamera B

Resolusi	Jarak (cm)	Status
640 x 480	100	Terdeteksi
	200	Terdeteksi
	300	Terdeteksi
	400	Tidak Terdeteksi
	500	Tidak Terdeteksi
1280 x 720	100	Terdeteksi
	200	Terdeteksi
	300	Terdeteksi
	400	Terdeteksi
	500	Terdeteksi
1980 x 1080	100	Terdeteksi
	200	Terdeteksi
	300	Terdeteksi
	400	Terdeteksi
	500	Terdeteksi

Tabel 4.5 *Confusion Matrix* Pengujian jarak kamera B

Resolusi	Banyak Data Uji	Klasifikasi			
		<i>True Positive</i>	<i>True Negative</i>	<i>False Positive</i>	<i>False Negative</i>
640 x 480	25	12	3	0	10
1280 x 720	25	14	5	6	0
1980 x 1080	25	20	0	5	0

Pada pengujian jarak pada resolusi kamera 640 x 480 dengan 25 kali percobaan didapati bahwa sistem mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah sebanyak 15 kali dari 25 percobaan. Maka akan didapatkan nilai akurasi dari uji jarak resolusi kamera 640 x 480 seperti berikut:

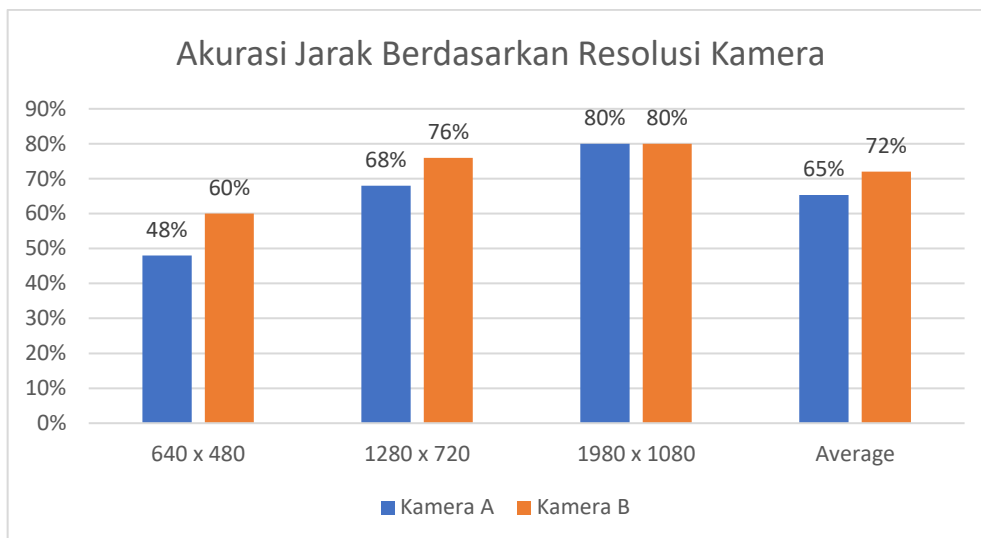
$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Teridentifikasi}{Jumlah\ Percobaan} \times 100\% = \frac{15}{25} \times 100\% = 60\% \quad (4.5)$$

Pada pengujian jarak pada resolusi kamera 1280 x 720 dengan 25 kali percobaan didapati bahwa sistem mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah sebanyak 19 kali dari 25 percobaan. Maka akan didapatkan nilai akurasi dari uji jarak resolusi kamera 1280 x 720 seperti berikut:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Teridentifikasi}{Jumlah\ Percobaan} \times 100\% = \frac{19}{25} \times 100\% = 76\% \quad (4.6)$$

Pada pengujian jarak pada resolusi kamera 1980 x 1080 dengan 25 kali percobaan didapati bahwa sistem mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah sebanyak 20 kali dari 25 percobaan. Maka akan didapatkan nilai akurasi dari uji jarak resolusi kamera 1980 x 1080 seperti berikut:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Teridentifikasi}{Jumlah\ Percobaan} \times 100\% = \frac{20}{25} \times 100\% = 80\% \quad (4.7)$$



Gambar 4.14 Perbandingan Hasil Pengujian Jarak pada Dua Kamera

Tabel 4.6 Penggunaan Resource Berdasarkan Resolusi

Resolusi	Penggunaan Resource					
480	Processes Performance App history Startup Users Details Services					
	Name	Status	50% CPU	61% Memory	0% Disk	0% Network
720	Processes Performance App history Startup Users Details Services					
	Name	Status	69% CPU	62% Memory	0% Disk	0% Network
1080	Processes Performance App history Startup Users Details Services					
	Name	Status	71% CPU	60% Memory	0% Disk	0% Network

Berdasarkan tabel penggunaan *resource* berdasarkan resolusi, dapat diketahui bahwa resolusi yang tinggi dapat meningkatkan hasil pendeteksian serta identifikasi wajah pada suatu citra. Tentu saja nilai akurasi yang semakin tinggi tersebut juga akan meningkatkan *resource* yang digunakan oleh sistem terutama untuk *processor* dan RAM. Dari data tersebut dapat diketahui resolusi 1080 memiliki penggunaan *resource* terbesar dan resolusi 480 memiliki penggunaan *resource* terkecil. Berdasarkan data pada tabel 4.4 dan 4.5 diketahui bahwa resolusi 480 tidak mampu mendeteksi adanya wajah pada jarak 400 cm keatas, sedangkan resolusi 720 dan 1080 mampu mendeteksi wajah pada jarak 400 cm keatas. Dengan hasil percobaan tersebut maka di resolusi 720 dinilai tepat untuk

dipasangkan pada sistem, dimana penggunaan *resource* diantara kedua resolusi lain dan mampu mendeteksi adanya wajah pada jarak 400 cm keatas.

#### 4.2.3 Pengujian Akurasi Deteksi Wajah dengan Aksesoris

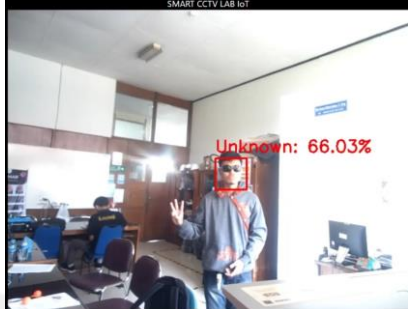



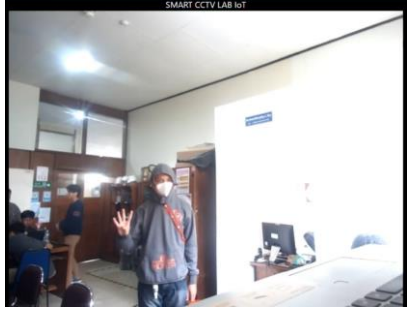
Uji akurasi deteksi wajah dilakukan untuk mengetahui seberapa handal serta akurat sistem dalam mendeteksi serta mengenali wajah seseorang dengan tambahan aksesoris serta sedang berada dalam Laboratorium *Internet of Things*. Pengujian dilakukan pada *localhost* <http://127.0.0.1:5000/> menggunakan laptop yang dipasang *webcam* dengan jumlah pengujian sebanyak 10 kali untuk setiap aksesoris. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.9 untuk klasifikasi menggunakan *confusion matrix* untuk kamera A.

Tabel 4.7 Tipe Aksesoris untuk Pengujian

Aksesoris	Tipe Aksesoris
Kacamata Hitam	Menutupi mata, bola mata tidak bisa dilihat
Jilbab	<i>Frontal face</i> terlihat, rambut tertutup, dahi terlihat
Masker	Mulut dan hidung tertutup, rambut terlihat, dahi terlihat
Topi	<i>Frontal face</i> terlihat, rambut tertutup, dahi sedikit tertutup
Topeng	<i>Frontal face tertutup semua</i> , bola mata terlihat
Hoodie	<i>Frontal face</i> terlihat dan rambut tertutup

Tabel 4.7 menjelaskan mengenai jenis aksesoris yang digunakan beserta penjelasannya. Penjelasan yang dimaksud adalah jenis aksesoris yang digunakan akan mempengaruhi kondisi dari *frontal face* maupun kepala dari seseorang yang citranya terekam melalui kamera. Kondisi tersebut meliputi menutupi bagian dari wajah seperti mata, hidung, mulut, rambut, dan bagian lainnya.

Tabel 4.8 Hasil Uji Akurasi Deteksi Wajah dengan Aksesoris kamera A

Aksesoris	Jarak (cm)	Banyak Data Uji	Klasifikasi		Sampel
			Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	
Kacamata Hitam	100	10	10	0	
	200	10	2	8	
	300	10	0	10	
Jilbab	100	10	10	0	
	200	10	9	1	
	300	10	0	10	
Masker	100	10	10	0	
	200	10	0	10	
	300	10	0	10	
Topi	100	10	9	1	
	200	10	9	1	
	300	10	0	10	
Topen	100	10	0	10	
	200	10	0	10	
	300	10	0	10	

Aksesoris	Jarak (cm)	Banyak Data Uji	Klasifikasi		Sampel
			Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	
Hoodie	100	10	10	0	
	200	10	5	5	
	300	10	3	7	

Tabel 4.9 *Confusion Matrix* Pengujian Aksesoris menggunakan A

Aksesoris	Jarak (cm)	Banyak Data Uji	Klasifikasi			
			<i>True Positive</i>	<i>True Negative</i>	<i>False Positive</i>	<i>False Negative</i>
Kacamata Hitam	100	10	10	0	0	0
	200	10	2	0	8	0
	300	10	0	0	0	10
Jilbab	100	10	10	0	0	0
	200	10	9	0	0	1
	300	10	0	0	0	10
Masker	100	10	10	0	0	0
	200	10	0	0	0	10
	300	10	0	0	0	10
Topi	100	10	9	0	1	0
	200	10	9	0	1	0
	300	10	0	0	10	0
Topeng	100	10	0	0	0	10
	200	10	0	0	0	10
	300	10	0	0	0	10
Hoodie	100	10	10	0	0	0
	200	10	5	0	5	0
	300	10	3	0	7	0

Saat menggunakan aksesoris kacamata hitam dengan tipe menutupi mata dan bola mata tidak bisa dilihat, didapatkan hasil berupa sistem mampu mendeteksi serta mengidentifikasi secara akurat sebanyak 10 dari 10 percobaan pada jarak 100 cm. Pada jarak 200 cm sistem mulai kesulitan untuk melakukan



identifikasi wajah dengan hasil hanya 2 dari 10 percobaan, sistem masih mampu melakukan pendeteksian adanya wajah pada citra dengan hasil 8 dari 10 percobaan menghasilkan indikator “Unknown”. Pada jarak 300 cm didapati 10 dari 10 percobaan sistem tidak mampu melakukan pendeteksian wajah sehingga tidak muncul indikator “Unknown”. Berikut merupakan akurasi gabungan pada jarak 100 cm, 200 cm, serta 300 cm saat menggunakan kacamata hitam:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Teridentifikasi}{Jumlah\ Percobaan} \times 100\% = \frac{12}{30} \times 100\% = 40\% \quad (4.8)$$

Saat menggunakan aksesoris jilbab dengan tipe *frontal face* terlihat, rambut tertutup, serta dahi terlihat didapatkan hasil berupa sistem mampu mendeteksi serta mengidentifikasi secara akurat sebanyak 10 dari 10 percobaan pada jarak 100 cm. Pada jarak 200 cm sistem mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah dengan 9 dari 10 percobaan teridentifikasi sedangkan 1 kali percobaan menghasilkan indikator “Unknown”. Pada jarak 300 cm didapati 10 dari 10 percobaan sistem tidak mampu melakukan pendeteksian wajah sehingga tidak muncul indikator “Unknown”. Berikut merupakan akurasi gabungan pada jarak 100 cm, 200 cm, serta 300 cm saat menggunakan jilbab:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Teridentifikasi}{Jumlah\ Percobaan} \times 100\% = \frac{19}{30} \times 100\% = 63.33\% \quad (4.9)$$

Saat menggunakan aksesoris masker dengan tipe mulut dan hidung tertutup, rambut terlihat, serta dahi terlihat didapatkan hasil berupa sistem mampu mendeteksi serta mengidentifikasi secara akurat sebanyak 10 dari 10 percobaan pada jarak 100 cm. Pada jarak 200 cm didapati 10 dari 10 percobaan sistem tidak mampu melakukan pendeteksian wajah sehingga tidak muncul indikator “Unknown”. Pada jarak 300 cm didapati 10 dari 10 percobaan sistem tidak mampu melakukan pendeteksian wajah sehingga tidak muncul indikator “Unknown”. Berikut merupakan akurasi gabungan pada jarak 100 cm, 200 cm, serta 300 cm saat menggunakan masker:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Teridentifikasi}{Jumlah\ Percobaan} \times 100\% = \frac{10}{30} \times 100\% = 33.33\% \quad (4.10)$$

Saat menggunakan aksesoris topi dengan tipe *frontal face* terlihat, rambut tertutup, serta dahi sedikit tertutup didapatkan hasil pada jarak 100 cm berupa sistem mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah dengan 9 dari 10 percobaan teridentifikasi sedangkan 1 kali percobaan menghasilkan indikator “Unknown”. Pada jarak 200 cm sistem mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah dengan 9 dari 10 percobaan teridentifikasi sedangkan 1 kali percobaan menghasilkan indikator “Unknown”. Pada jarak 300 cm didapat 10 dari 10 percobaan sistem mampu melakukan pendeteksian adanya pada citra sehingga muncul indikator “Unknown”. Berikut merupakan akurasi gabungan pada jarak 100 cm, 200 cm, serta 300 cm saat menggunakan topi:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Teridentifikasi}{Jumlah\ Percobaan} \times 100\% = \frac{18}{30} \times 100\% = 60\% \quad (4.11)$$

Saat menggunakan aksesoris topeng dengan tipe *frontal face* tertutup serta hanya bola mata yang terlihat, didapatkan hasil pada jarak 100 cm berupa 10 dari 10 percobaan sistem tidak mampu melakukan pendeteksian wajah sehingga tidak muncul indikator “Unknown”. Pada jarak 200 cm didapati 10 dari 10 percobaan sistem tidak mampu melakukan pendeteksian wajah sehingga tidak muncul indikator “Unknown”. Pada jarak 300 cm didapati 10 dari 10 percobaan sistem tidak mampu melakukan pendeteksian wajah sehingga tidak muncul indikator “Unknown”. Berikut merupakan akurasi gabungan pada jarak 100 cm, 200 cm, serta 300 cm saat menggunakan topeng:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Teridentifikasi}{Jumlah\ Percobaan} \times 100\% = \frac{0}{30} \times 100\% = 0\% \quad (4.12)$$




Saat menggunakan aksesoris Hoodie dengan tipe dan rambut tertutup, didapatkan hasil pada jarak 100 cm berupa hasil sistem mampu mendeteksi serta mengidentifikasi secara akurat sebanyak 10 dari 10 percobaan. Pada jarak 200 cm sistem mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah dengan 5 dari 10 percobaan teridentifikasi sedangkan 5 kali percobaan menghasilkan indikator “Unknown”. Pada jarak 300 cm sistem mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah dengan 3 dari 10 percobaan teridentifikasi sedangkan 7 kali




percobaan menghasilkan indikator “Unknown”. Berikut merupakan akurasi gabungan pada jarak 100 cm, 200 cm, serta 300 cm saat menggunakan hoodie:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Teridentifikasi}{Jumlah\ Percobaan} \times 100\% = \frac{0}{30} \times 100\% = 0\% \quad (4.13)$$

Hasil pengujian untuk kamera B dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan Tabel 4.11 untuk klasifikasi menggunakan *confusion matrix*.

Tabel 4.10 Hasil Uji Akurasi Deteksi Wajah dengan Aksesoris menggunakan B

Aksesoris	Jarak (cm)	Banyak Data Uji	Klasifikasi		Sampel
			Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	
Kacamata Hitam	100	10	10	0	
	200	10	10	0	
	300	10	7	3	
Jilbab	100	10	10	0	
	200	10	10	0	
	300	10	1	9	
Masker	100	10	6	4	
	200	10	0	10	
	300	10	0	10	

Aksesoris	Jarak (cm)	Banyak Data Uji	Klasifikasi		Sampel
			Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	
Topi	100	10	10	0	
	200	10	9	1	
	300	10	0	10	
Topeng	100	10	0	10	
	200	10	0	10	
	300	10	0	10	
Hoodie	100	10	10	0	
	200	10	7	3	
	300	10	8	2	

Tabel 4.11 *Confusion Matrix* Pengujian Aksesoris menggunakan A

Aksesoris	Jarak (cm)	Banyak Data Uji	Klasifikasi			
			<i>True Positive</i>	<i>True Negative</i>	<i>False Positive</i>	<i>False Negative</i>
Kacamata Hitam	100	10	10	0	0	0
	200	10	10	0	0	0
	300	10	7	0	3	0
Jilbab	100	10	10	0	0	0
	200	10	10	0	0	0
	300	10	1	0	0	9
Masker	100	10	6	0	0	4
	200	10	0	0	0	10
	300	10	0	0	0	10

Aksesoris	Jarak (cm)	Banyak Data Uji	Klasifikasi			
			<i>True Positive</i>	<i>True Negative</i>	<i>False Positive</i>	<i>False Negative</i>
Topi	100	10	10	0	0	0
	200	10	9	0	1	0
	300	10	0	0	4	6
Topeng	100	10	0	0	0	10
	200	10	0	0	0	10
	300	10	0	0	0	10
Hoodie	100	10	10	0	0	0
	200	10	7	0	3	0
	300	10	8	0	2	0

Saat menggunakan aksesoris kacamata hitam dengan tipe menutupi mata dan bola mata tidak bisa dilihat, didapatkan hasil berupa sistem mampu mendeteksi serta mengidentifikasi secara akurat sebanyak 10 dari 10 percobaan pada jarak 100 cm. Pada jarak 200 cm sistem dapat melakukan identifikasi wajah dengan hasil hanya 10 dari 10 percobaan. Pada jarak 300 cm didapati 3 dari 10 percobaan sistem mampu melakukan pendeteksian wajah namun tidak dapat melakukan identifikasi wajah sehingga muncul indikator “Unknown”. Berikut merupakan akurasi gabungan pada jarak 100 cm, 200 cm, serta 300 cm saat menggunakan kacamata hitam:

$$Akurasi = \frac{\text{Jumlah Teridentifikasi}}{\text{Jumlah Percobaan}} \times 100\% = \frac{27}{30} \times 100\% = 90\% \quad (4.14)$$

Saat menggunakan aksesoris jilbab dengan tipe *frontal face* terlihat, rambut tertutup, serta dahi terlihat didapatkan hasil berupa sistem mampu mendeteksi serta mengidentifikasi secara akurat sebanyak 10 dari 10 percobaan pada jarak 100 cm. Pada jarak 200 cm sistem mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah dengan 10 dari 10 percobaan teridentifikasi. Pada jarak 300 cm didapati 9 dari 10 percobaan sistem tidak mampu melakukan pendeteksian wajah sehingga tidak muncul indikator “Unknown”. Berikut merupakan akurasi gabungan pada jarak 100 cm, 200 cm, serta 300 cm saat menggunakan jilbab:

$$Akurasi = \frac{\text{Jumlah Teridentifikasi}}{\text{Jumlah Percobaan}} \times 100\% = \frac{21}{30} \times 100\% = 70\% \quad (4.15)$$

Saat menggunakan aksesoris masker dengan tipe mulut dan hidung tertutup, rambut terlihat, serta dahi terlihat didapatkan hasil berupa sistem sistem mampu mendeteksi serta mengidentifikasi secara akurat sebanyak 6 dari 10 percobaan pada jarak 100 cm. Pada jarak 200 cm didapati 10 dari 10 percobaan sistem tidak mampu melakukan pendeteksian wajah sehingga tidak muncul indikator “Unknown”. Pada jarak 300 cm didapati 10 dari 10 percobaan sistem tidak mampu melakukan pendeteksian wajah sehingga tidak muncul indikator “Unknown”. Berikut merupakan akurasi gabungan pada jarak 100 cm, 200 cm, serta 300 cm saat menggunakan masker:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Teridentifikasi}{Jumlah\ Percobaan} \times 100\% = \frac{6}{30} \times 100\% = 20\% \quad (4.16)$$

Saat menggunakan aksesoris topi dengan tipe *frontal face* terlihat, rambut tertutup, serta dahi sedikit tertutup didapatkan hasil pada jarak 100 cm berupa sistem mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah dengan 10 dari 10 percobaan teridentifikasi. Pada jarak 200 cm sistem mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah dengan 9 dari 10 percobaan teridentifikasi sedangkan 1 kali percobaan menghasilkan indikator “Unknown”. Pada jarak 300 cm didapat 4 dari 10 percobaan sistem mampu melakukan pendeteksian adanya pada citra sehingga muncul indikator “Unknown” sedangkan 6 dari 10 percobaan tidak dapat melakukan pendeteksian wajah sehingga tidak muncul indikator “Unknown”. Berikut merupakan akurasi gabungan pada jarak 100 cm, 200 cm, serta 300 cm saat menggunakan topi:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Teridentifikasi}{Jumlah\ Percobaan} \times 100\% = \frac{19}{30} \times 100\% = 63.33\% \quad (4.17)$$

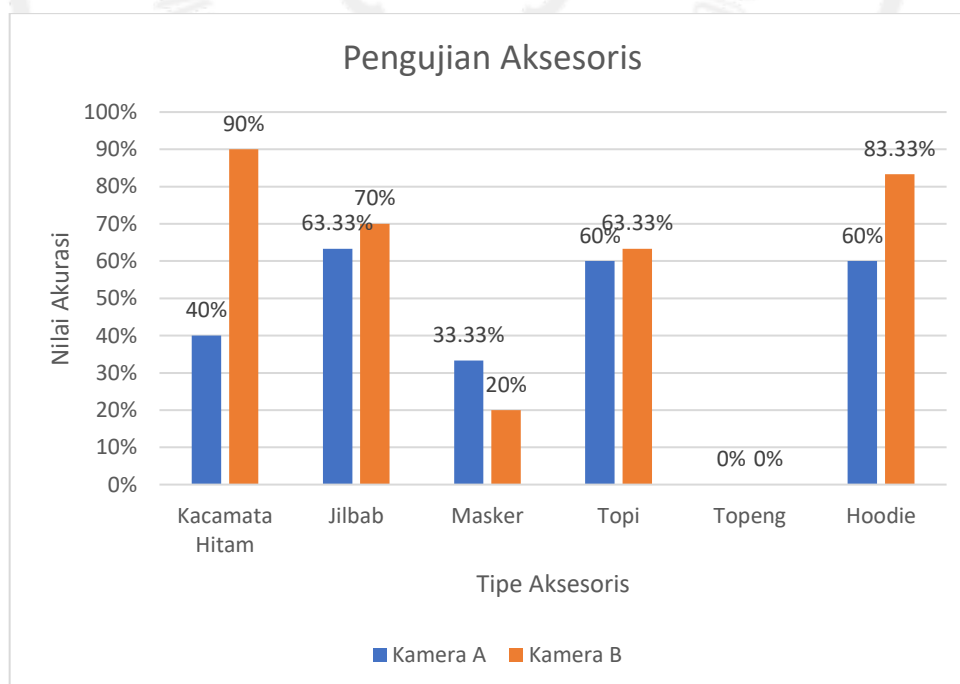
Saat menggunakan aksesoris topeng dengan tipe *frontal face* tertutup serta hanya bola mata yang terlihat, didapatkan hasil pada jarak 100 cm berupa 10 dari 10 percobaan sistem tidak mampu melakukan pendeteksian wajah sehingga tidak muncul indikator “Unknown”. Pada jarak 200 cm didapati 10 dari 10 percobaan sistem tidak mampu melakukan pendeteksian wajah sehingga tidak muncul indikator “Unknown”. Pada jarak 300 cm didapati 10 dari 10 percobaan sistem

tidak mampu melakukan pendeteksian wajah sehingga tidak muncul indikator “Unknown”. Berikut merupakan akurasi gabungan pada jarak 100 cm, 200 cm, serta 300 cm saat menggunakan topeng:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Teridentifikasi}{Jumlah\ Percobaan} \times 100\% = \frac{0}{30} \times 100\% = 0\% \quad (4.18)$$

Saat menggunakan aksesoris Hoodie dengan tipe dan rambut tertutup, didapatkan hasil pada jarak 100 cm berupa hasil sistem mampu mendeteksi serta mengidentifikasi secara akurat sebanyak 10 dari 10 percobaan. Pada jarak 200 cm sistem mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah dengan 7 dari 10 percobaan teridentifikasi sedangkan 3 kali percobaan menghasilkan indikator “Unknown”. Pada jarak 300 cm sistem mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah dengan 8 dari 10 percobaan teridentifikasi sedangkan 2 kali percobaan menghasilkan indikator “Unknown”. Berikut merupakan akurasi gabungan pada jarak 100 cm, 200 cm, serta 300 cm saat menggunakan hoodie:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Teridentifikasi}{Jumlah\ Percobaan} \times 100\% = \frac{25}{30} \times 100\% = 83.33\% \quad (4.19)$$

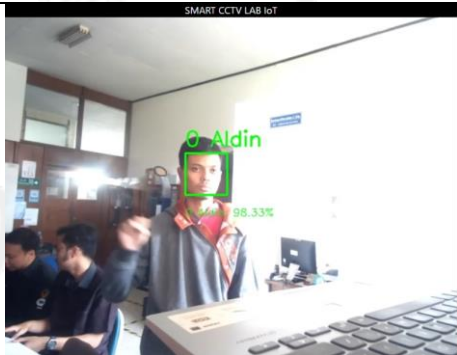
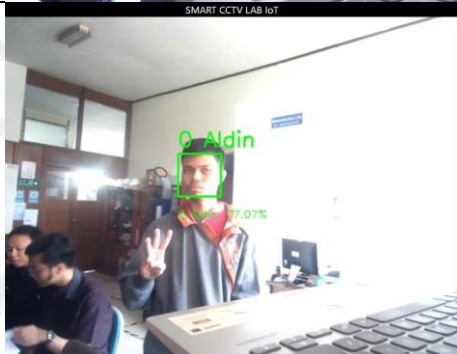
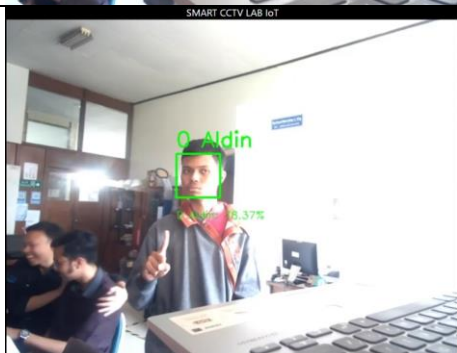


Gambar 4.15 Perbandingan Hasil Pengujian Aksesoris pada Dua Kamera



#### 4.2.4 Pengujian Akurasi Deteksi Wajah dengan Variasi Sudut

Uji akurasi deteksi wajah dilakukan untuk mengetahui seberapa handal serta akurat *Smart CCTV IoT* dalam mendeteksi serta mengenali wajah seseorang dengan variasi sudut kemiringan wajah. pada *website* <http://127.0.0.1:5000/> menggunakan laptop yang dipasang kamera *webcam* dengan jumlah pengujian sebanyak 220 kali, meliputi 6 variasi sudut serta 4 variasi arah untuk mengetahui tingkat akurasi dari sistem. Hasil pengujian serta klasifikasi menggunakan *confusion matrix* dapat dilihat pada tabel 4.12 hingga 4.27 untuk kamera A.

Tabel 4.12 Hasil Uji dengan Wajah Menghadap Kanan Kamera A

UJI AKURASI DENGAN WAJAH MENGHADAP KANAN				
Sudut	Banyak Data Uji	Klasifikasi		Sampel
		Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	
0°	10	10	0	
15°	10	9	1	
30°	10	4	6	



Sudut	Banyak Data Uji	Klasifikasi		Sampel Terdeteksi
		Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	
45°	10	0	10	
60°	10	0	10	

Tabel 4.13 *Confusion Matrix* Pengujian Sudut Horizontal Kanan Kamera A



Horizontal Kanan					
Sudut	Banyak Data Uji	Klasifikasi			
		<i>True Positive</i>	<i>True Negative</i>	<i>False Positive</i>	<i>False Negative</i>
0	10	10	0	0	0
15	10	9	0	1	0
30	10	3	1	6	0
45	10	0	0	0	10
60	10	0	0	0	10
90	10	0	0	0	10





Dalam percobaan pengujian wajah dengan arah horizontal kanan didapati hasil berupa sistem dapat melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah pada saat sudut bernilai 0°, 15°, dan 30°. Pada saat sudut bernilai 0° dan 15° didapati sistem mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah dengan akurat dengan nilai 10 dari 10 percobaan untuk sudut 0° serta 9 dari 10 percobaan untuk sudut 15°. Pada saat sudut bernilai 30° didapati hasil 4 dari 10 percobaan wajah

yang tertangkap pada citra dapat teridentifikasi, sedangkan 6 dari 10 percobaan menghasilkan indikator “Unknown”. Sistem mulai tidak mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah seseorang pada saat sudut bernilai 45°, hal ini disebabkan ketika sudut bernilai 45° keatas sistem tidak dapat menangkap citra *frontal face* dari wajah seseorang, sehingga proses pendeteksian serta pengenalan wajah tidak bisa dilakukan. Sistem menggunakan algoritma haar cascade untuk melakukan pendeteksian dan pengenalan wajah, jika *frontal face* dari wajah seseorang tidak dapat terdeteksi maka identifikasi wajah tidak dapat dilakukan, adapun beberapa faktor lain yang dapat menyebabkan proses pendeteksi serta identifikasi wajah tidak dapat berjalan seperti kondisi pencahayaan pada ruangan serta kualitas kamera yang digunakan untuk melakukan proses perekaman citra. Berikut merupakan nilai akurasi gabungan dari variasi sudut 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, serta 90° saat wajah menghadap kanan:

$$Akurasi = \frac{\text{Jumlah Teridentifikasi}}{\text{Jumlah Percobaan}} \times 100\% = \frac{22}{60} \times 100\% = 38.33\% \quad (4.20)$$

Tabel 4.14 Hasil Uji dengan Wajah Menghadap Kiri kamera A

UJI AKURASI DENGAN WAJAH MENGHADAP KIRI				
Sudut	Banyak Data Uji	Klasifikasi		Sampel
		Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	
0°	10	10	0	
15°	10	10	0	

Sudut	Banyak Data Uji	Klasifikasi		Sampel
		Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	
30°	10	10	0	
45°	10	0	10	
60°	10	0	10	
90°	10	0	10	





Tabel 4.15 *Confusion Matrix* Pengujian Sudut Horizontal Kiri kamera A

Horizontal Kiri					
Sudut	Banyak Data Uji	Klasifikasi			
		<i>True Positive</i>	<i>True Negative</i>	<i>False Positive</i>	<i>False Negative</i>
0	10	10	0	0	0
15	10	10	0	0	0
30	10	10	0	0	0
45	10	0	0	0	10
60	10	0	0	0	10
90	10	0	0	0	10

Dalam percobaan pengujian wajah dengan arah horizontal kiri didapati hasil berupa sistem dapat melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah pada saat sudut bernilai 0°, 15°, dan 30°. Pada saat sudut bernilai 0° dan 15° didapati sistem mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah dengan akurat dengan nilai 10 dari 10 percobaan untuk sudut 0° serta 10 dari 10 percobaan untuk sudut 15°. Pada saat sudut bernilai 30° didapati hasil 10 dari 10 percobaan wajah yang tertangkap pada citra dapat teridentifikasi. Sistem mulai tidak mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah seseorang pada saat sudut bernilai 45°, hal ini disebabkan ketika sudut bernilai 45° keatas sistem tidak dapat menangkap citra *frontal face* dari wajah seseorang, sehingga proses pendeteksian serta pengenalan wajah tidak bisa dilakukan. Sistem menggunakan algoritma haar cascade untuk melakukan pendeteksian dan pengenalan wajah, jika *frontal face* dari wajah seseorang tidak dapat terdeteksi maka identifikasi wajah tidak dapat dilakukan, adapun beberapa faktor lain yang dapat menyebabkan proses pendeteksi serta identifikasi wajah tidak dapat berjalan seperti kondisi pencahayaan pada ruangan serta kualitas kamera yang digunakan untuk melakukan proses perekaman citra. Berikut merupakan nilai akurasi gabungan dari variasi sudut 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, serta 90° saat wajah menghadap kiri:

$$Akurasi = \frac{\text{Jumlah Teridentifikasi}}{\text{Jumlah Percobaan}} \times 100\% = \frac{30}{60} \times 100\% = 50\% \quad (4.21)$$

Tabel 4.16 Hasil Uji dengan Wajah Menghadap Atas kamera A

UJI AKURASI DENGAN WAJAH MENGHADAP ATAS				
Sudut	Banyak Data Uji	Klasifikasi		Sampel
		Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	
0°	10	10	0	
15°	10	10	0	
30°	10	8	2	
45°	10	0	10	

Sudut	Banyak Data Uji	Klasifikasi		Sudut
		Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	
60°	10	0	10	

Tabel 4.17 *Confusion Matrix* Pengujian Sudut Vertikal Atas kamera A



Vertikal Atas					
Sudut	Banyak Data Uji	Klasifikasi			
		<i>True Positive</i>	<i>True Negative</i>	<i>False Positive</i>	<i>False Negative</i>
0	10	10	0	0	0
15	10	8	2	0	0
30	10	8	0	1	1
45	10	0	0	0	10
60	10	0	0	0	10




Pengujian pada sudut vertikal tidak mencapai nilai 90° dikarenakan kepala dan leher akan kesulitan untuk menekuk hingga ke sudut 90°. Dalam percobaan pengujian wajah dengan arah vertikal atas didapati hasil berupa sistem dapat melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah pada saat sudut bernilai 0°, 15°, dan 30°. Pada saat sudut bernilai 0° didapati sistem mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah dengan akurat dengan nilai 10 dari 10 percobaan untuk sudut 0° sedangkan 8 dari 10 percobaan untuk sudut 15° teridentifikasi, 2 dari 10 percobaan menghasilkan indikator “Unknown”. Pada saat sudut bernilai 30° didapati hasil 8 dari 10 percobaan wajah yang tertangkap pada citra dapat teridentifikasi, sedangkan 1 dari 10 percobaan menghasilkan indikator “Unknown” dan 1 percobaan sisanya tidak mendeteksi adanya wajah. Sistem mulai tidak mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah seseorang pada saat sudut bernilai 45°, hal ini disebabkan ketika sudut bernilai 45° keatas sistem tidak dapat menangkap citra *frontal face* dari wajah seseorang, sehingga

proses pendeteksian serta pengenalan wajah tidak bisa dilakukan. Sistem menggunakan algoritma haar cascade untuk melakukan pendeteksian dan pengenalan wajah, jika *frontal face* dari wajah seseorang tidak dapat terdeteksi maka identifikasi wajah tidak dapat dilakukan, adapun beberapa faktor lain yang dapat menyebabkan proses pendeteksi serta identifikasi wajah tidak dapat berjalan seperti kondisi pencahayaan pada ruangan serta kualitas kamera yang digunakan untuk melakukan proses perekaman citra. Berikut merupakan nilai akurasi gabungan dari variasi sudut 0°, 15°, 30°, 45°, dan 60° saat wajah menghadap atas:

$$Akurasi = \frac{\text{Jumlah Teridentifikasi}}{\text{Jumlah Percobaan}} \times 100\% = \frac{22}{50} \times 100\% = 56\% \quad (4.22)$$

Tabel 4.18 Hasil Uji dengan Wajah Menghadap Bawah kamera A

UJI AKURASI DENGAN WAJAH MENGHADAP BAWAH				
Sudut	Banyak Data Uji	Pengenalan Wajah		Sampel
		Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	
0°	10	10	0	
15°	10	10	0	

Sudut	Banyak Data Uji	Pengenalan Wajah		Sampel
		Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	
30°	10	8	2	
45°	10	0	10	
60°	10	0	10	

Tabel 4.19 *Confusion Matrix* Pengujian Sudut Vertikal Bawah kamera A

Vertikal Bawah					
Sudut	Banyak Data Uji	Klasifikasi			
		<i>True Positive</i>	<i>True Negative</i>	<i>False Positive</i>	<i>False Negative</i>
0	10	10	0	0	0
15	10	8	2	0	0
30	10	8	0	1	1
45	10	0	0	0	10
60	10	0	0	0	10









Pengujian pada sudut vertikal tidak mencapai nilai 90° dikarenakan kepala dan leher akan kesulitan untuk menekuk hingga ke sudut 90°. Dalam percobaan pengujian wajah dengan arah vertikal atas didapati hasil berupa sistem dapat melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah pada saat sudut bernilai 0°, 15°, dan 30°. Pada saat sudut bernilai 0° dan 15° didapati sistem mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah dengan akurat dengan nilai 10 dari 10 percobaan untuk sudut 0° serta 10 dari 10 percobaan untuk sudut 15°. Pada saat sudut bernilai 30° didapati hasil 8 dari 10 percobaan wajah yang tertangkap pada citra dapat teridentifikasi namun tidak menunjukkan antara nama dengan pemilik wajah, sedangkan 2 dari 10 percobaan menghasilkan indikator “Unknown”. Sistem mulai tidak mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah seseorang pada saat sudut bernilai 45°, hal ini disebabkan ketika sudut bernilai 45° keatas sistem tidak dapat menangkap citra *frontal face* dari wajah seseorang, sehingga proses pendeteksian serta pengenalan wajah tidak bisa dilakukan. Sistem menggunakan algoritma haar cascade untuk melakukan pendeteksian dan pengenalan wajah, jika *frontal face* dari wajah seseorang tidak dapat terdeteksi maka identifikasi wajah tidak dapat dilakukan, adapun beberapa faktor lain yang dapat menyebabkan proses pendeteksi serta identifikasi wajah tidak dapat berjalan seperti kondisi pencahayaan pada ruangan serta kualitas kamera yang digunakan untuk melakukan proses perekaman citra. Berikut merupakan nilai akurasi gabungan dari variasi sudut 0°, 15°, 30°, 45°, dan 60° saat wajah menghadap atas:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Teridentifikasi}{Jumlah\ Percobaan} \times 100\% = \frac{22}{50} \times 100\% = 56\% \quad (4.23)$$

Hasil pengujian serta klasifikasi menggunakan *confusion matrix* dapat dilihat pada tabel 4.18 hingga 4.25 untuk kamera B.

Tabel 4.20 Hasil Uji dengan Wajah Menghadap Kanan kamera B

UJI AKURASI DENGAN WAJAH MENGHADAP KANAN				
Sudut	Banyak Data Uji	Klasifikasi		Sampel
		Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	
0°	10	10	0	
15°	10	10	0	
30°	10	9	1	
45°	10	0	10	

Sudut	Banyak Data Uji	Klasifikasi		Sampel
		Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	
60°	10	0	10	
90°	10	0	10	

Tabel 4.21 *Confusion Matrix* Pengujian Sudut Horizontal Kanan kamera B

Horizontal Kanan					
Sudut	Banyak Data Uji	Klasifikasi			
		<i>True Positive</i>	<i>True Negative</i>	<i>False Positive</i>	<i>False Negative</i>
0	10	10	0	0	0
15	10	10	0	0	0
30	10	9	0	1	0
45	10	0	0	0	10
60	10	0	0	0	10
90	10	0	0	0	10





Dalam percobaan pengujian wajah dengan arah horizontal kanan didapati hasil berupa sistem dapat melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah pada saat sudut bernilai 0°, 15°, dan 30°. Pada saat sudut bernilai 0° dan 15° didapati sistem mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah dengan akurat dengan nilai 10 dari 10 percobaan. Pada saat sudut bernilai 30° didapati hasil 9 dari 10 percobaan wajah yang tertangkap pada citra dapat teridentifikasi, sedangkan 1 dari 10 percobaan menghasilkan indikator “Unknown”. Sistem

mulai tidak mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah seseorang pada saat sudut bernilai  $45^\circ$ , hal ini disebabkan ketika sudut bernilai  $45^\circ$  keatas sistem tidak dapat menangkap citra *frontal face* dari wajah seseorang, sehingga proses pendeteksian serta pengenalan wajah tidak bisa dilakukan. Sistem menggunakan algoritma haar cascade untuk melakukan pendeteksian dan pengenalan wajah, jika *frontal face* dari wajah seseorang tidak dapat terdeteksi maka identifikasi wajah tidak dapat dilakukan, adapun beberapa faktor lain yang dapat menyebabkan proses pendeteksi serta identifikasi wajah tidak dapat berjalan seperti kondisi pencahayaan pada ruangan serta kualitas kamera yang digunakan untuk melakukan proses perekaman citra. Berikut merupakan nilai akurasi gabungan dari variasi sudut  $0^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ , serta  $90^\circ$  saat wajah menghadap kanan:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah Teridentifikasi}}{\text{Jumlah Percobaan}} \times 100\% = \frac{29}{60} \times 100\% = 48.33\% \quad (4.24)$$

Tabel 4.22 Hasil Uji dengan Wajah Menghadap Kiri kamera B

UJI AKURASI DENGAN WAJAH MENGHADAP KIRI				
Sudut	Banyak Data Uji	Klasifikasi		Sampel
		Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	
$0^\circ$	10	10	0	
$15^\circ$	10	10	0	

Sudut	Banyak Data Uji	Klasifikasi		Sampel
		Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	
30°	10	10	0	
45°	10	0	10	
60°	10	0	10	
90°	10	0	10	

Tabel 4.23 *Confusion Matrix* Pengujian Sudut Horizontal Kiri kamera B





Horizontal Kiri					
Sudut	Banyak Data Uji	Klasifikasi			
		<i>True Positive</i>	<i>True Negative</i>	<i>False Positive</i>	<i>False Negative</i>
0	10	10	0	0	0
15	10	10	0	0	0
30	10	10	0	0	0
45	10	1	0	0	9
60	10	0	0	0	10
90	10	0	0	0	10

Dalam percobaan pengujian wajah dengan arah horizontal kiri didapati hasil berupa sistem dapat melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah pada saat sudut bernilai 0°, 15°, dan 30°. Pada saat sudut bernilai 0° dan 15° didapati sistem mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah dengan akurat dengan nilai 10 dari 10 percobaan. Pada saat sudut bernilai 30° didapati hasil 10 dari 10 percobaan wajah yang tertangkap pada citra dapat teridentifikasi. Sistem mulai tidak mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah seseorang pada saat sudut bernilai 45° dengan hanya 1 dari 10 percobaan dapat melakukan identifikasi wajah, hal ini disebabkan ketika sudut bernilai 45° keatas sistem tidak dapat menangkap citra *frontal face* dari wajah seseorang, sehingga proses pendeteksian serta pengenalan wajah tidak bisa dilakukan. Sistem menggunakan algoritma haar cascade untuk melakukan pendeteksian dan pengenalan wajah, jika *frontal face* dari wajah seseorang tidak dapat terdeteksi maka identifikasi wajah tidak dapat dilakukan, adapun beberapa faktor lain yang dapat menyebabkan proses pendeteksi serta identifikasi wajah tidak dapat berjalan seperti kondisi pencahayaan pada ruangan serta kualitas kamera yang digunakan untuk melakukan proses perekaman citra. Berikut merupakan nilai akurasi gabungan dari variasi sudut 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, serta 90° saat wajah menghadap kiri:

$$Akurasi = \frac{\text{Jumlah Teridentifikasi}}{\text{Jumlah Percobaan}} \times 100\% = \frac{31}{60} \times 100\% = 51.67\% \quad (4.25)$$

Tabel 4.24 Hasil Uji dengan Wajah Menghadap Atas kamera B

UJI AKURASI DENGAN WAJAH MENGHADAP ATAS				
Sudut	Banyak Data Uji	Klasifikasi		Sampel
		Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	
0°	10	10	0	

Sudut	Banyak Data Uji	Klasifikasi		Sampel
		Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	
15°	10	10	0	
30°	10	9	1	
45°	10	0	10	
60°	10	0	10	

Tabel 4.25 *Confusion Matrix* Pengujian Sudut Vertikal Atas kamera B




Vertikal Atas					
Sudut	Banyak Data Uji	Klasifikasi			
		<i>True Positive</i>	<i>True Negative</i>	<i>False Positive</i>	<i>False Negative</i>
0	10	10	0	0	0
15	10	10	0	0	0
30	10	9	0	1	0
45	10	0	0	0	10
60	10	0	0	0	10

Pengujian pada sudut vertikal tidak mencapai nilai  $90^\circ$  dikarenakan kepala dan leher akan kesulitan untuk menekuk hingga ke sudut  $90^\circ$ . Dalam percobaan pengujian wajah dengan arah vertikal atas didapati hasil berupa sistem dapat melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah pada saat sudut bernilai  $0^\circ$ ,  $15^\circ$ , dan  $30^\circ$ . Pada saat sudut bernilai  $0^\circ$  didapati sistem mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah dengan akurat dengan nilai 10 dari 10 percobaan untuk sudut  $0^\circ$  sedangkan 10 dari 10 percobaan untuk sudut  $15^\circ$  teridentifikasi, 2 dari 10 percobaan menghasilkan indikator “Unknown”. Pada saat sudut bernilai  $30^\circ$  didapati hasil 9 dari 10 percobaan wajah yang tertangkap pada citra dapat teridentifikasi, sedangkan 1 dari 10 percobaan menghasilkan indikator “Unknown”. Sistem mulai tidak mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah seseorang pada saat sudut bernilai  $45^\circ$ , hal ini disebabkan ketika sudut bernilai  $45^\circ$  keatas sistem tidak dapat menangkap citra *frontal face* dari wajah seseorang, sehingga proses pendeteksian serta pengenalan wajah tidak bisa dilakukan. Sistem menggunakan algoritma haar cascade untuk melakukan pendeteksian dan pengenalan wajah, jika *frontal face* dari wajah seseorang tidak dapat terdeteksi maka identifikasi wajah tidak dapat dilakukan, adapun beberapa faktor lain yang dapat menyebabkan proses pendeteksi serta identifikasi wajah tidak dapat berjalan seperti kondisi pencahayaan pada ruangan serta kualitas kamera yang digunakan untuk melakukan proses perekaman citra. Berikut merupakan nilai akurasi gabungan dari variasi sudut  $0^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ , dan  $60^\circ$  saat wajah menghadap atas:



$$Akurasi = \frac{\text{Jumlah Teridentifikasi}}{\text{Jumlah Percobaan}} \times 100\% = \frac{29}{50} \times 100\% = 58\% \quad (4.26)$$

Tabel 4.26 Hasil Uji dengan Wajah Menghadap Bawah kamera B

UJI AKURASI DENGAN WAJAH MENGHADAP BAWAH				
Sudut	Banyak Data Uji	Pengenalan Wajah		Sampel
		Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	
0°	10	10	0	
15°	10	10	0	
30°	10	10	0	
45°	10	0	10	

Sudut	Banyak Data Uji	Pengenalan Wajah		Sampel
		Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	
60°	10	0	10	

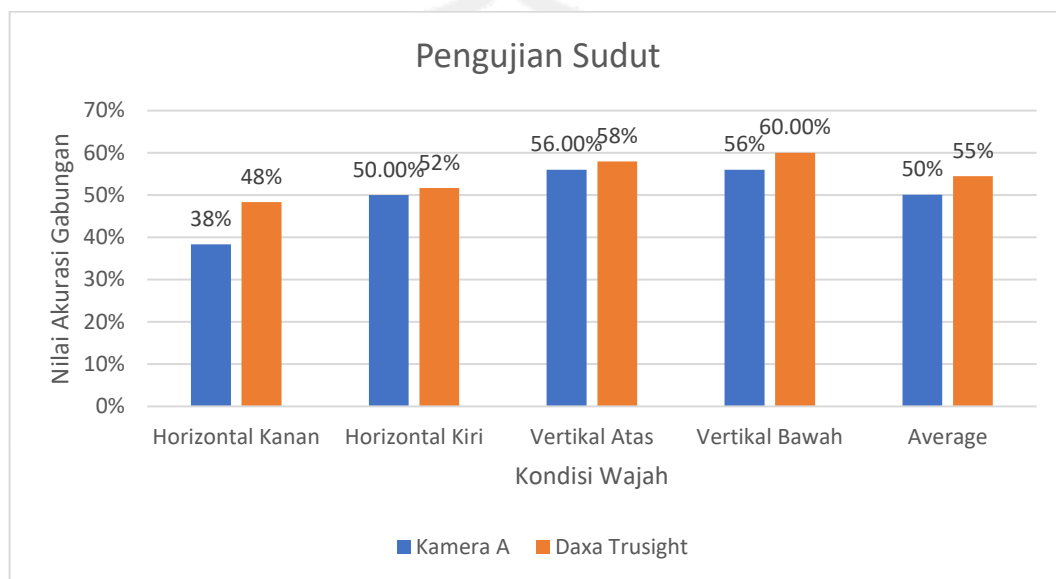
Tabel 4.27 *Confusion Matrix* Pengujian Sudut Vertikal Bawah kamera B

Vertikal Bawah					
Sudut	Banyak Data Uji	Klasifikasi			
		<i>True Positive</i>	<i>True Negative</i>	<i>False Positive</i>	<i>False Negative</i>
0	10	10	0	0	0
15	10	10	0	0	0
30	10	10	0	0	0
45	10	0	0	0	10
60	10	0	0	0	10

Pengujian pada sudut vertikal tidak mencapai nilai 90° dikarenakan kepala dan leher akan kesulitan untuk menekuk hingga ke sudut 90°. Dalam percobaan pengujian wajah dengan arah vertikal atas didapati hasil berupa sistem dapat melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah pada saat sudut bernilai 0°, 15°, dan 30°. Pada saat sudut bernilai 0° dan 15° didapati sistem mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah dengan akurat dengan nilai 10 dari 10 percobaan untuk sudut 0° serta 10 dari 10 percobaan untuk sudut 15°. Pada saat sudut bernilai 30° didapati hasil 10 dari 10 percobaan wajah yang tertangkap pada citra dapat teridentifikasi. Sistem mulai tidak mampu melakukan pendeteksian serta identifikasi wajah seseorang pada saat sudut bernilai 45°, hal ini disebabkan ketika sudut bernilai 45° keatas sistem tidak dapat menangkap citra *frontal face* dari wajah seseorang, sehingga proses pendeteksian serta pengenalan wajah tidak bisa dilakukan. Sistem menggunakan algoritma haar cascade untuk melakukan pendeteksian dan pengenalan wajah, jika *frontal face* dari wajah seseorang tidak dapat terdeteksi maka identifikasi wajah tidak dapat dilakukan, adapun beberapa

faktor lain yang dapat menyebabkan proses pendeteksi serta identifikasi wajah tidak dapat berjalan seperti kondisi pencahayaan pada ruangan serta kualitas kamera yang digunakan untuk melakukan proses perekaman citra. Berikut merupakan nilai akurasi gabungan dari variasi sudut  $0^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ , dan  $60^\circ$  saat wajah menghadap atas:

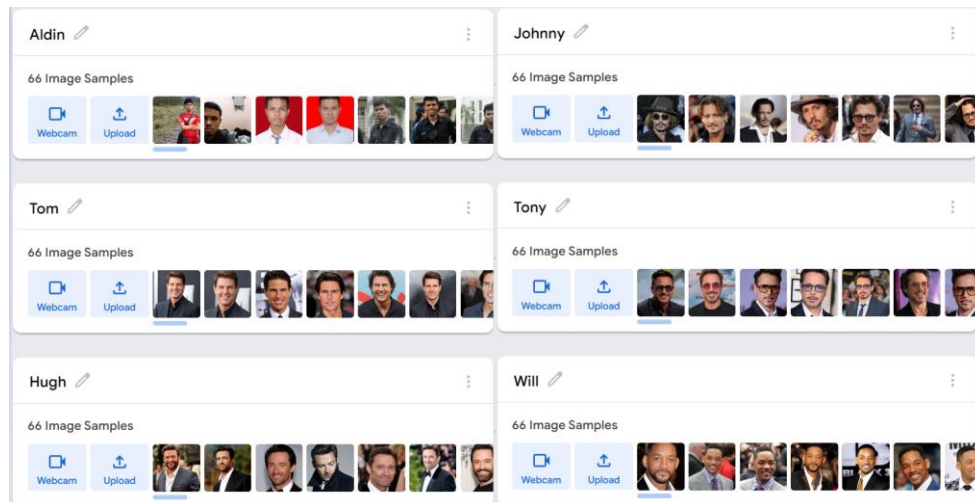
$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Teridentifikasi}{Jumlah\ Percobaan} \times 100\% = \frac{30}{50} \times 100\% = 60\% \quad (4.27)$$



Gambar 4.16 Perbandingan Hasil Pengujian Jarak pada Dua Kamera

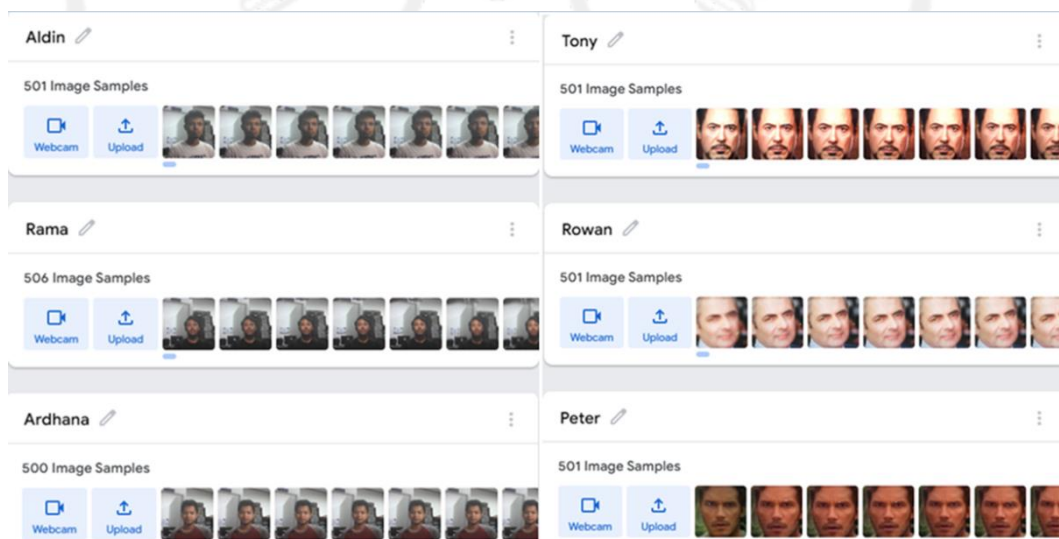
### 4.3 Perbandingan Hasil Pengujian Antar Model

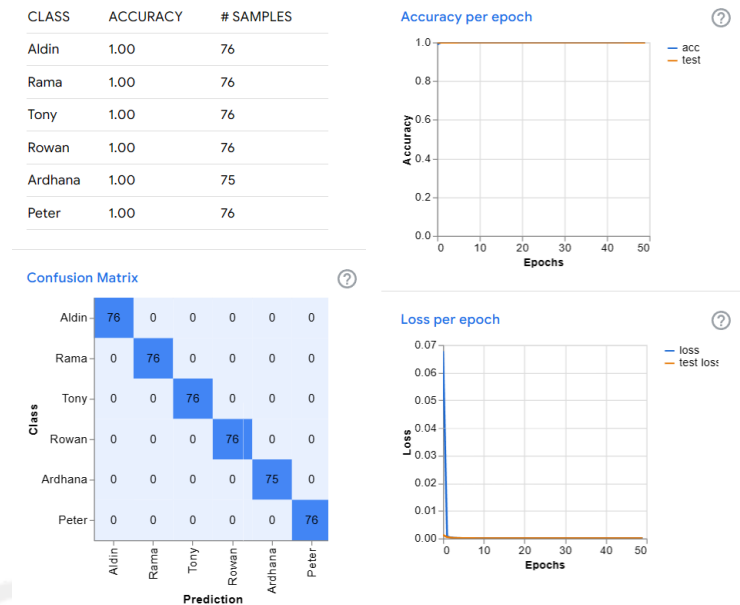
Sub bab ini akan membahas tentang hasil dari klasifikasi wajah dengan data yang berasal dari internet beserta akurasi dari model yang digunakan, data wajah yang berasal internet tidak dapat dilakukan pengujian menggunakan variabel jarak, aksesoris, serta sudut dikarenakan keterbatasan jarak perekaman. Untuk melakukan klasifikasi wajah dengan data yang berasal dari internet menggunakan *os.path.join* agar sistem dapat membaca *file* dari folder dataset, pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan menggunakan model yang berbeda. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa wajah yang terdapat dalam *dataset* yang telah di-*training* dapat diklasifikasikan secara benar oleh sistem yang telah dibuat.



Gambar 4.17 Data yang digunakan


Adapun syarat yang harus dipenuhi agar suatu foto dapat dijadikan *dataset*, yaitu sebisa mungkin tidak menggunakan foto yang sama. Jika menggunakan foto yang identik dengan jumlah besar maka akan semakin besar kemungkinan data hasil *training* mengalami *overfitting*, *overfitting* dalam *dataset* tersebut disebabkan karena data yang digunakan untuk *training* dan *test* merupakan data yang sama sehingga menyebabkan akurasi bernilai 1.00. Berikut merupakan contoh dari *dataset* yang salah berdasarkan foto yang digunakan beserta hasil *training*.

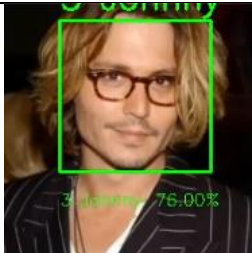




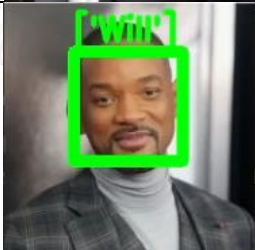
Gambar 4.18 Contoh *Dataset* yang tidak direkomendasikan



Gambar 4.19 Hasil *Training* dengan *Dataset* yang tidak direkomendasikan

Tabel 4.28 Pengujian dengan membandingkan beberapa metode

Kelas	Metode	
	Keras Teachable Machine	SVM
Aldin		
Tony		
Tom		

Kelas	Metode	
	Keras Teachable Machine	SVM
Johnny		
Hugh		
Will		

Tabel 4.29 Hasil Pengujian dengan membandingkan dua metode

Kelas	Keras Teachable Machine				SVM			
	TP	TN	FP	FN	TP	TN	FP	FN
Aldin	5	0	5	0	8	2	0	0
Tony	1	4	5	0	9	0	1	0
Tom	1	4	5	0	8	0	1	1
Johnny	2	4	6	0	8	0	1	1
Hugh	0	5	5	0	8	0	2	0
Will	4	4	2	0	8	0	1	1
Akurasi	56.67 %				85 %			

Untuk mendapatkan nilai akurasi dari model yang digunakan, dapat menggunakan rumus sebagai berikut. Rumus 4.28 digunakan untuk nilai akurasi model Keras Teachable Machine dan rumus 4.29 untuk model SVM.

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Teridentifikasi}{Jumlah\ Percobaan} \times 100\% = \frac{34}{60} \times 100\% = 56.67\% \quad (4.28)$$

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Teridentifikasi}{Jumlah\ Percobaan} \times 100\% = \frac{51}{60} \times 100\% = 85\% \quad (4.29)$$

Pengujian dilakukan dengan membandingkan 2 metode yang berbeda berupa pengetesan deteksi serta identifikasi wajah menggunakan model Keras yang dibuat oleh Teachable Machine serta menggunakan SVM sebagai model. Hasil menunjukkan pada *platform* Teachable Machine dapat mengklasifikasikan wajah seseorang sesuai dengan kelas yang telah dibuat, namun ketika model dari Teachable Machine diunduh lalu dilakukan uji coba dengan flask pada web didapati hasil tingkat akurasi yang cukup buruk dengan nilai akurasi 56.67% dimana hanya kelas Aldin yang terdeteksi terus menerus sedangkan kelas lain terdeteksi sebagai *unknown* atau terjadi kesalahan pembacaan kelas. Hasil pengujian untuk model SVM menunjukkan identifikasi wajah sesuai dengan kelas yang telah dibuat dan memiliki akurasi sebesar 85%. Dari kedua metode yang telah diuji, dibuktikan bahwa metode menggunakan SVM sebagai model lebih baik untuk proses deteksi serta identifikasi wajah.