

## BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan memaparkan hasil penelitian yang sudah dilakukan oleh peneliti sebelumnya melalui dua sub bab, yaitu hasil dan pembahasan. Penjelasan detail mengenai bab ini akan dijabarkan sebagai berikut.

### 5.1 Hasil

Hasil dari pelatihan model sistem deteksi wajah menggunakan dataset yang sebelumnya telah diklasifikasikan sesuai dengan tahapan yang sudah diuraikan pada bab 4, yaitu dimulai dengan 25 iterasi (*epochs*) dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 5. 1 Hasil Penelitian Model dengan 25 Iterasi (*Epochs*)

	<i>Face_front</i>	<i>Face_side</i>	<i>All Class (Average)</i>
<i>Box_loss</i>			0.5582
<i>Cls_loss</i>			0.3987
<i>Dfl_loss</i>			0.9562
<i>Precision</i>	0.918	0.919	0.918
<i>Recall</i>	0.931	0.923	0.927
<i>mAP50</i>	0.923	0.924	0.923
<i>mAP50-95</i>	0.821	0.848	0.834

Meskipun hasil dari pelatihan model sistem deteksi wajah dengan iterasi sebanyak 25 (*epochs*) yang terlampir pada table di atas sudah memiliki hasil yang sangat memuaskan, karena nilai *precision*, *recall*, *mAP50* dan *mAP50-95* sudah mendekati satu. Akan tetapi peneliti menambahkan jumlah iterasi sampai dengan 100 (*epochs*).

Tabel 5. 2 Hasil Pelatihan Model dengan 50 Iterasi (*Epochs*)

	<i>Face_front</i>	<i>Face_side</i>	<i>All Class (Average)</i>
<i>Box_loss</i>		0.4393	
<i>Cls_loss</i>		0.3066	
<i>Dfl_loss</i>		0.9191	
<i>Precision</i>	0.928	0.924	0.926
<i>Recall</i>	0.937	0.930	0.933
<i>mAP50</i>	0.940	0.938	0.940
<i>mAP50-95</i>	0.834	0.871	0.853

Data pada tabel di atas merupakan hasil pelatihan model dengan iterasi sebanyak 50 (*epochs*). Nilai pada *Box\_loss*, *Cls\_loss*, dan *Dfl\_loss* semakin mengecil.

Tabel 5. 3 Hasil Pelatihan Model dengan 75 Iterasi (*Epochs*)

	<i>Face_front</i>	<i>Face_side</i>	<i>All Class (Average)</i>
<i>Box_loss</i>		0.3485	
<i>Cls_loss</i>		0.2303	
<i>Dfl_loss</i>		0.8893	
<i>Precision</i>	0.948	0.945	0.946
<i>Recall</i>	0.950	0.947	0.949
<i>mAP50</i>	0.955	0.952	0.953
<i>mAP50-95</i>	0.845	0.884	0.864


Data pada Tabel 5.3 merupakan hasil pelatihan model dengan iterasi sebanyak 75 (*epochs*). Nilai pada *Box\_loss*, *Cls\_loss*, dan *Dfl\_loss* semakin mengecil. Sebenarnya hasil pada pelatihan ini sudah memiliki hasil yang baik untuk model deteksi wajah yang nantinya akan ditanam pada sistem, akan tetapi peneliti memaksimalkan pelatihan sampai dengan 100 iterasi (*epochs*).

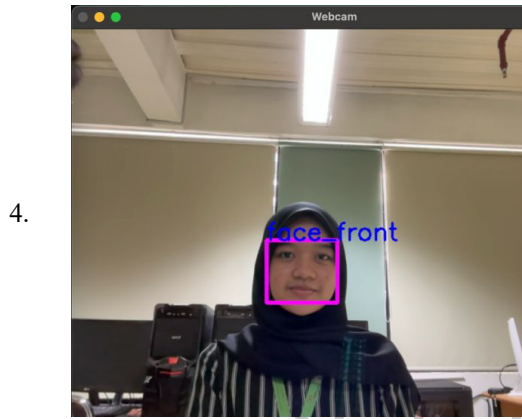
Tabel 5. 4 Hasil Pelatihan Model dengan 100 Iterasi (*Epochs*)

	<i>Face_front</i>	<i>Face_side</i>	<i>All Class (Average)</i>
<b><i>Box_loss</i></b>		0.230	
<b><i>Cls_loss</i></b>		0.1339	
<b><i>Dfl_loss</i></b>		0.821	
<b><i>Precision</i></b>	0.965	0.945	0.955
<b><i>Recall</i></b>	0.960	0.950	0.955
<b><i>mAP50</i></b>	0.960	0.955	0.960
<b><i>mAP50-95</i></b>	0.830	0.885	0.857

Data pada tabel di atas merupakan hasil pelatihan model dengan iterasi sebanyak 100 (*epochs*). Nilai pada *Box\_loss*, *Cls\_loss*, dan *Dfl\_loss* semakin mengecil. Seluruh nilai di atas merupakan hasil pelatihan model sistem deteksi wajah terakhir yang dilakukan oleh peneliti untuk menyempurnakan seluruh *variable* penilaian.

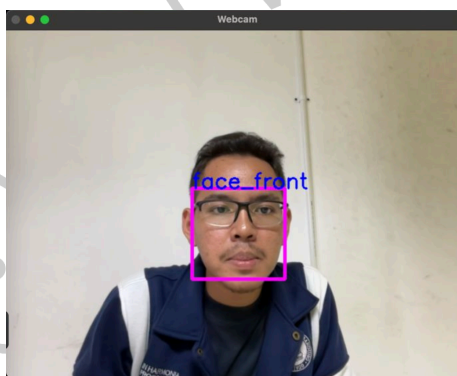
Tabel 5.5 Hasil Sistem Deteksi Wajah pada Wajah Tegak Lurus

No.	Hasil Deteksi ( <i>Face_Front</i> )	Keterangan
1.		<pre data-bbox="866 501 1369 595">Confidence --&gt; 0.89 Class name --&gt; face_front 0: 608x800 1 face_front, 158.4ms Speed: 1.8ms preprocess, 158.4ms inference, 0.4ms postpr s per image at shape (1, 3, 608, 800)</pre> <p data-bbox="1015 629 1206 658"><i>Confidence : 0.89</i></p> <p data-bbox="978 692 1243 721"><i>Class Name : face_front</i></p>
2.		<pre data-bbox="866 954 1369 1048">Confidence --&gt; 0.9 Class name --&gt; face_front 0: 608x800 1 face_front, 164.7ms Speed: 2.3ms preprocess, 164.7ms inference, 0.5ms post s per image at shape (1, 3, 608, 800)</pre> <p data-bbox="1015 1099 1206 1128"><i>Confidence : 0.89</i></p> <p data-bbox="978 1162 1243 1191"><i>Class Name : face_front</i></p>
3.		<pre data-bbox="866 1397 1369 1491">Confidence --&gt; 0.91 Class name --&gt; face_front 0: 608x800 1 face_front, 161.3ms Speed: 1.9ms preprocess, 161.3ms inference, 0.4ms post s per image at shape (1, 3, 608, 800)</pre> <p data-bbox="1015 1547 1206 1576"><i>Confidence : 0.91</i></p> <p data-bbox="978 1592 1243 1621"><i>Class Name : face_front</i></p>



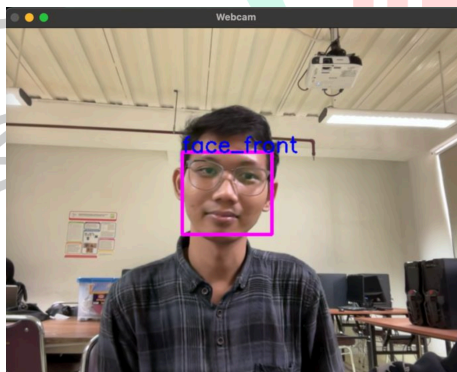
```
Confidence ----> 0.9  
Class name --> face_front  
0: 608x800 1 face_front, 160.9ms  
Speed: 2.0ms preprocess, 160.9ms inference, 0.4ms
```

*Confidence : 0.9*  
*Class Name : face\_front*



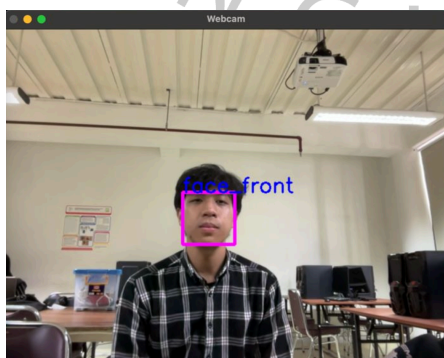
```
Confidence ----> 0.9  
Class name --> face_front  
0: 608x800 1 face_front, 163.8ms  
Speed: 1.9ms preprocess, 163.8ms inference, 0.4ms
```

*Confidence : 0.9*  
*Class Name : face\_front*



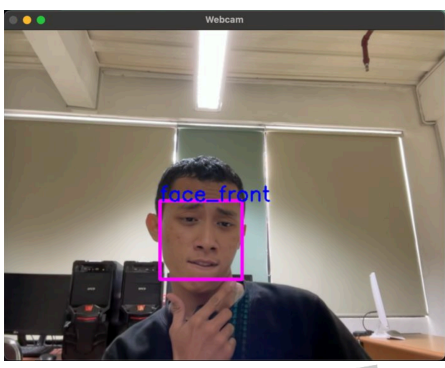
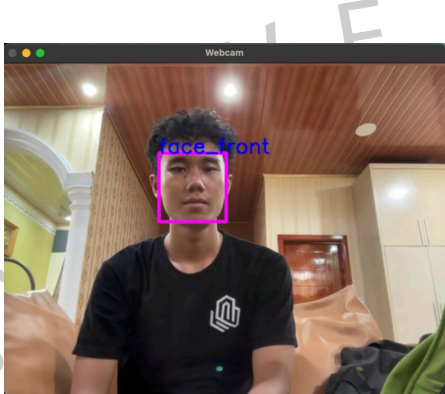
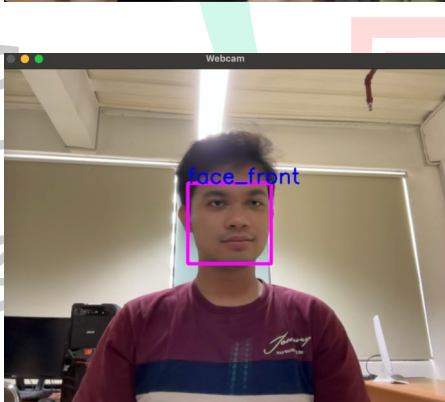
```
Confidence ----> 0.9  
Class name --> face_front  
0: 608x800 1 face_front, 160.5ms  
Speed: 2.0ms preprocess, 160.5ms inference, 0.5ms
```

*Confidence : 0.9*  
*Class Name : face\_front*



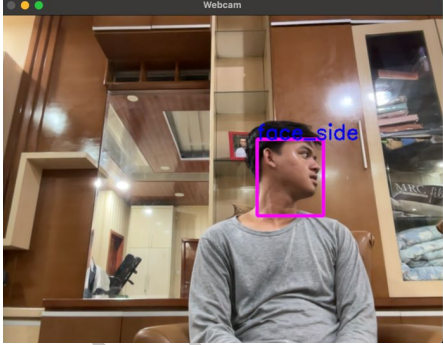
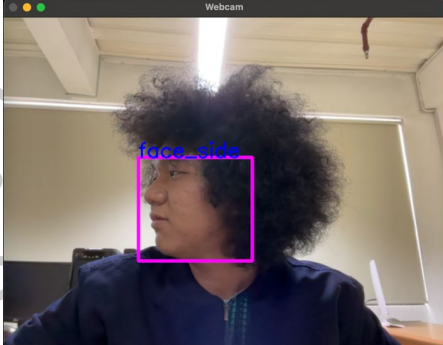
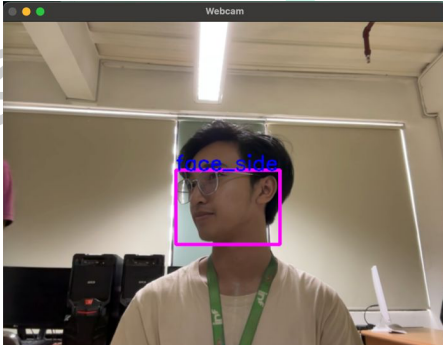
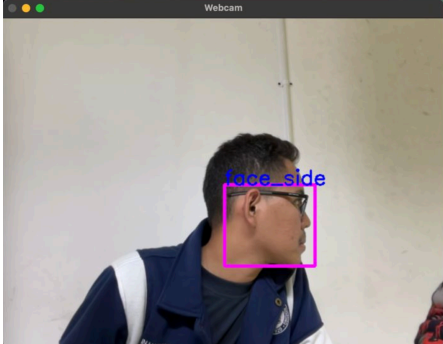
```
Confidence ----> 0.89  
Class name --> face_front  
0: 608x800 1 face_front, 149.4ms  
Speed: 1.8ms preprocess, 149.4ms inference, 0.6ms
```

*Confidence : 0.89*  
*Class Name : face\_front*

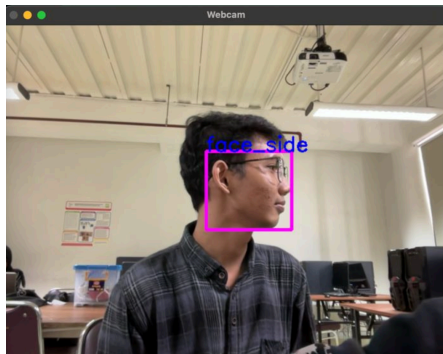
8.		<pre>Confidence ----&gt; 0.92 Class name ----&gt; face_front 0: 608x800 1 face_front, 152.5ms Speed: 2.0ms preprocess, 152.5ms inference, 0.3ms</pre> <p><i>Confidence : 0.92</i></p> <p><i>Class Name : face_front</i></p>
9.		<pre>Confidence ----&gt; 0.88 Class name ----&gt; face_front 0: 608x800 1 face_front, 149.5ms Speed: 1.9ms preprocess, 149.5ms inference, 0.3ms</pre> <p><i>Confidence : 0.88</i></p> <p><i>Class Name : face_front</i></p>
10.		<pre>Confidence ----&gt; 0.9 Class name ----&gt; face_front 0: 608x800 1 face_front, 160.5ms Speed: 2.0ms preprocess, 160.5ms inference, 0.5ms</pre> <p><i>Confidence : 0.9</i></p> <p><i>Class Name : face_front</i></p>

Tabel 5.5 mencakup hasil sistem deteksi wajah dengan kondisi wajah tegak lurus ketika dijalankan secara real-time. Pada baris ke satu sampai dengan ke tiga terdapat hasil *confidence* model dalam mendeteksi wajah manusia dengan kondisi tegak lurus. Gambar pada wajah pertama memiliki nilai *confidence* sebesar 0.89, gambar kedua pada baris kedua memiliki nilai *confidence* sebesar 0.9, dan gambar ketiga pada baris terakhir memiliki nilai *confidence* sebesar 0.9.

Tabel 5.6 Hasil Sistem Deteksi Wajah pada Wajah Menghadap Samping

No.	Hasil Deteksi ( <i>Face_Side</i> )	Keterangan
1.		<pre data-bbox="863 472 1353 555">Confidence --&gt; 0.91 Class name --&gt; face_side 0: 608x800 1 face_side, 153.7ms Speed: 1.8ms preprocess, 153.7ms inference, 0.4ms postprocess s per image at shape (1, 3, 608, 800)</pre> <p data-bbox="1015 607 1203 638"><i>Confidence : 0.91</i></p> <p data-bbox="983 667 1235 698"><i>Class Name : face_side</i></p>
2.		<pre data-bbox="863 864 1353 947">Confidence --&gt; 0.91 Class name --&gt; face_side 0: 608x800 1 face_side, 152.5ms Speed: 2.3ms preprocess, 152.5ms inference, 0.4ms postprocess s per image at shape (1, 3, 608, 800)</pre> <p data-bbox="1015 999 1203 1030"><i>Confidence : 0.91</i></p> <p data-bbox="983 1059 1235 1090"><i>Class Name : face_side</i></p>
3.		<pre data-bbox="863 1267 1353 1350">Confidence --&gt; 0.92 Class name --&gt; face_side 0: 608x800 1 face_side, 152.0ms Speed: 2.2ms preprocess, 152.0ms inference, 0.4ms postprocess s per image at shape (1, 3, 608, 800)</pre> <p data-bbox="1015 1402 1203 1433"><i>Confidence : 0.92</i></p> <p data-bbox="983 1440 1235 1471"><i>Class Name : face_side</i></p>
4.		<pre data-bbox="863 1664 1353 1747">Confidence --&gt; 0.9 Class name --&gt; face_side 0: 608x800 1 face_side, 158.7ms Speed: 1.7ms preprocess, 158.7ms inference, 0.4ms</pre> <p data-bbox="1015 1798 1203 1830"><i>Confidence : 0.9</i></p> <p data-bbox="983 1827 1235 1859"><i>Class Name : face_side</i></p>

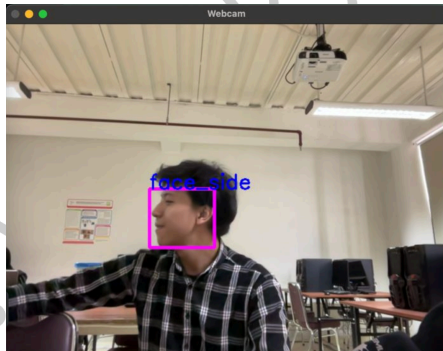
5.



```
Confidence ----> 0.91
Class name ----> face_side
0: 608x800 1 face_side, 166.8ms
Speed: 1.8ms preprocess, 166.8ms inference, 0.4ms
```

*Confidence : 0.91*  
*Class Name : face\_side*

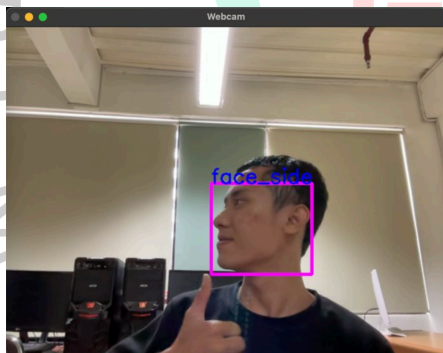
6.



```
Confidence ----> 0.84
Class name ----> face_side
0: 608x800 1 face_side, 165.5ms
Speed: 1.9ms preprocess, 165.5ms inference, 0.4ms
```

*Confidence : 0.84*  
*Class Name : face\_side*

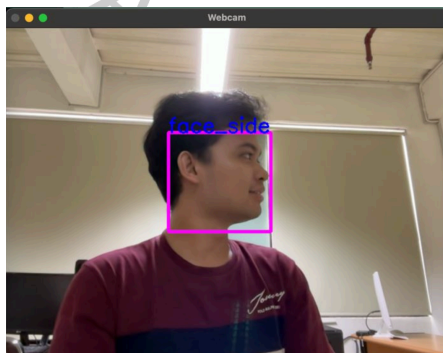
7.



```
Confidence ----> 0.88
Class name ----> face_side
0: 608x800 1 face_side, 150.2ms
Speed: 2.0ms preprocess, 150.2ms inference, 0.4ms
```

*Confidence : 0.88*  
*Class Name : face\_side*

8.



```
Confidence ----> 0.92
Class name ----> face_side
0: 608x800 1 face_side, 166.3ms
Speed: 1.8ms preprocess, 166.3ms inference, 0.5ms
```

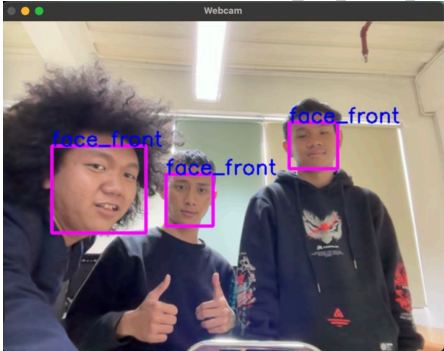
*Confidence : 0.92*  
*Class Name : face\_side*

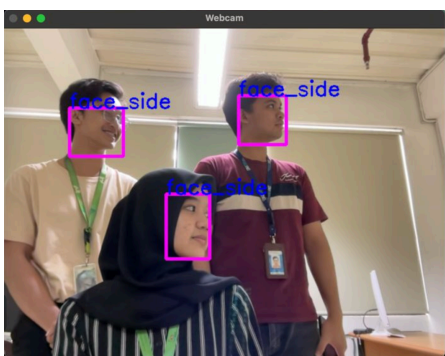
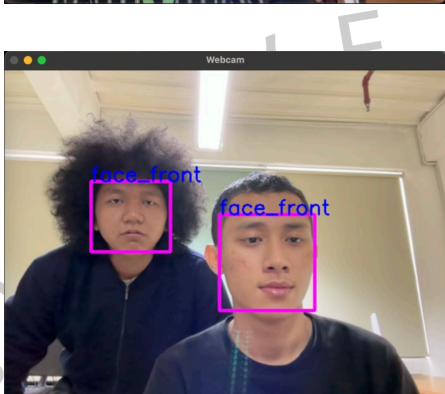
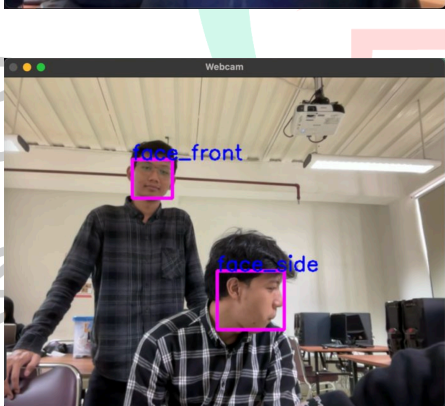
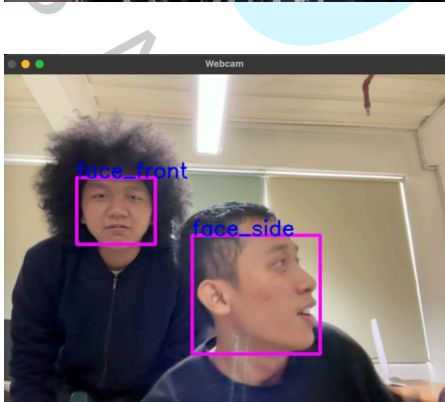


9.		<pre>Confidence --&gt; 0.86 Class name --&gt; face_side 0: 608x800 1 face_side, 151.7ms Speed: 2.1ms preprocess, 151.7ms inference, 0.4ms</pre>
		<p>Confidence : 0.86 Class Name : face_side</p>
10.		<pre>Confidence --&gt; 0.9 Class name --&gt; face_side 0: 608x800 1 face_side, 158.7ms Speed: 1.7ms preprocess, 158.7ms inference, 0.4ms</pre>
		<p>Confidence : 0.9 Class Name : face_side</p>

Tabel 5.6 mencakup hasil sistem deteksi wajah dengan kondisi wajah menghadap samping ketika dijalankan secara *real-time*. Pada baris ke satu sampai dengan ke tiga terdapat hasil *confidence* model dalam mendeteksi wajah manusia dengan kondisi tegak lurus. Perbedaan nilai *confidence* pada setiap deteksi wajah disebabkan oleh perbedaan jarak dan intensitas cahaya.

Tabel 5. 7 Hasil deteksi lebih dari satu wajah

No.	Hasil Deteksi (Lebih dari satu wajah)	Keterangan
1.		<pre>Confidence --&gt; 0.85 Class name --&gt; face_front Confidence --&gt; 0.86 Class name --&gt; face_front Confidence --&gt; 0.89 Class name --&gt; face_front 0: 608x800 3 face_fronts, 156.4ms Speed: 1.8ms preprocess, 156.4ms inference, 0.4ms</pre>
		<p>Confidence : 0.85, 0.86, dan 0.89 Class Name : face_front</p>

2.		<pre>Confidence --&gt; 0.89 Class name --&gt; face_side Confidence --&gt; 0.86 Class name --&gt; face_side Confidence --&gt; 0.9 Class name --&gt; face_side 0: 608x800 3 face_fronts, 156.4ms Speed: 1.8ms preprocess, 156.4ms inference, 0.4ms</pre> <p>Confidence : 0.89, 0.86, dan 0.9</p> <p>Class Name : <i>face_side</i></p>
3.		<pre>Confidence --&gt; 0.84 Class name --&gt; face_front Confidence --&gt; 0.81 Class name --&gt; face_front 0: 608x800 2 face_fronts, 155.5ms Speed: 1.9ms preprocess, 155.5ms inference, 0.4ms</pre> <p>Confidence : 0.84 dan 0.81</p> <p>Class Name : <i>face_front</i></p>
4.		<pre>Confidence --&gt; 0.86 Class name --&gt; face_front Confidence --&gt; 0.88 Class name --&gt; face_side 0: 608x800 2 face_fronts, 155.5ms Speed: 1.9ms preprocess, 155.5ms inference, 0.4ms</pre> <p>Confidence : 0.86 dan 0.88</p> <p>Class Name : <i>face_front</i> dan <i>face_side</i></p>
5.		<pre>Confidence --&gt; 0.86 Class name --&gt; face_front Confidence --&gt; 0.92 Class name --&gt; face_side 0: 608x800 2 face_fronts, 155.5ms Speed: 1.9ms preprocess, 155.5ms inference, 0.4ms</pre> <p>Confidence : 0.86 dan 0.92</p> <p>Class Name : <i>face_front</i> dan <i>face_side</i></p>

Tabel 5.7 mencakup hasil deteksi sistem pada kondisi lebih dari satu wajah. Pada tabel tersebut juga tertera nilai *confidence* dan tipe *class* pada wajah yang dideteksi oleh model deteksi wajah menggunakan Algoritma YOLOv8.

## 5.2 Pembahasan

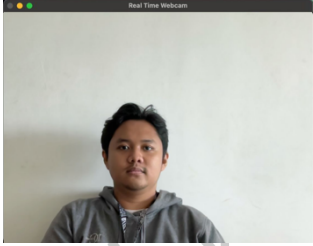
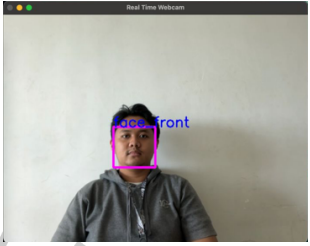
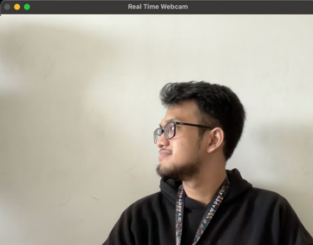
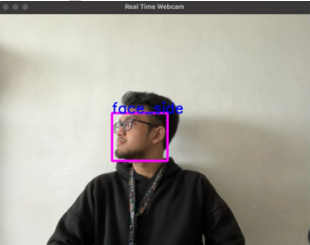

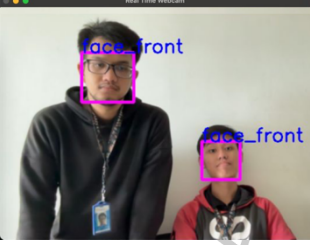
Sub bab ini akan berfokus terhadap pembahasan evaluasi sistem deteksi wajah yang sudah dirancang dan dibuat sebelumnya. Pengujian ini akan dilakukan pada tiga metode yang sudah ditetapkan sebelumnya. Berikut merupakan hasil pengujian *Confusion Matrix* yang berfungsi untuk menguji *performance* model deteksi wajah,

Tabel 5.8 Pengujian *Confusion Matrix*

No.	Pengukuran <i>Performance</i>	Perhitungan	Hasil(%)
1.	Akurasi	$\frac{20 + 31}{53} = 0.96$	96%
2.	Presisi	$Presisi\ face_{front} = \frac{20}{20 + 1} = 0.95$ $Presisi\ face_{side} = \frac{31}{31 + 1} = 0.96$ $Presisi\ total = \frac{(0.95 + 0.96)}{2} = 0.955$	95,5%
3.	Recall	$Recall\ face_{front} = \frac{20}{20 + 1} = 0.95$ $Recall\ face_{side} = \frac{31}{31 + 1} = 0.96$ $Recall\ total = \frac{(0.95 + 0.96)}{2} = 0.955$	95,5%

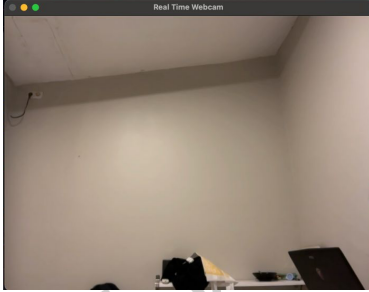
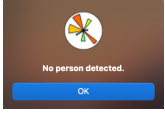
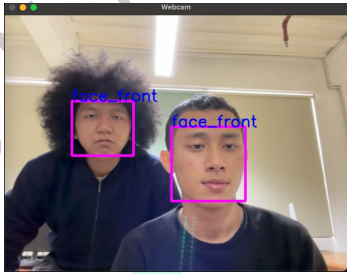
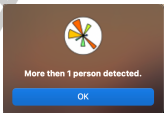
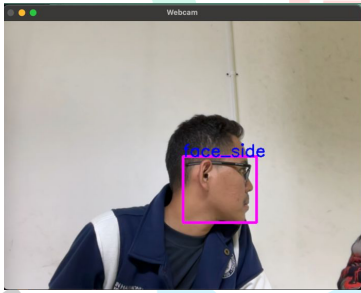
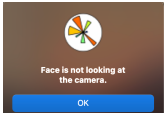
Selain pengujian *Confusion Matrix*, terdapat pengujian *black box* untuk mengetahui fungsionalitas sistem deteksi wajah pada tiga skenario yang sudah ditentukan sebelumnya pada bab 4. Adapun detail pengujian *black box* dijabarkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 5.9 Pengujian *Black Box*

No.	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil
1.		Wajah terdeteksi dengan bounding box dan anotasi ( <i>face_front</i> )	
2.		Wajah terdeteksi dengan bounding box dan anotasi ( <i>face_side</i> )	
3.		Seluruh wajah terdeteksi dengan bounding box dan anotasi yang sesuai dengan kondisinya	

Pengujian *black-box* pada tabel 5.9 berfungsi untuk mendeteksi fungsional kondisi wajah yaitu, tegak lurus dengan anotasi *face\_front*, wajah menghadap samping dengan anotasi *face\_side* dan lebih dari satu wajah. Seluruh citra yang diuji pada sistem tersebut diambil melalui kamera secara *real-time* dan memiliki hasil pendeteksian berupa anotasi wajah dan *bounding box* yang sudah dijelaskan secara detail pada bagian tinjauan teoritis. Metode pengujian terakhir, yaitu *white box* dengan tujuan untuk menguji kode program pada tiga kondisi indikasi pelanggaran peserta asesmen. Hasil pengujian metode tersebut tercakup pada tabel di bawah ini

Tabel 5.10 Pengujian *White Box*

No.	Skenario Pengujian	Kode Program	Hasil
1.		<pre>if not face_detected_current:     if no_face_detected_duration &gt; 5:         popup_message("No person detected.")         start_time_no_face = time.time()     else:         start_time_no_face = time.time()</pre>	
2.		<pre>if faces_count &gt;= 2:     popup_message("More then 1 person detected.")</pre>	
3		<pre>if face_side_detected_current:     if face_side_detected_duration &gt; 5:         popup_message("Face is not looking at the camera.")         start_time_face_side = time.time()     else:         start_time_face_side = time.time()</pre>	

Pada tabel pengujian *white box* di atas, seluruh skenario dengan masing-masing kode program sudah berhasil menampilkan alert sesuai dengan kondisi indikasi pelanggaran yang terdeteksi oleh sistem deteksi wajah menggunakan algoritma YOLOv8. Dengan demikian, pengujian tersebut dapat disimpulkan berhasil.