

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil *Training* Dan Validasi

Pengujian dilakukan untuk melakukan evaluasi terhadap model yang dihasilkan oleh CNN. Pengujian model dilakukan untuk model tiga kelas dalam membedakan kondisi jalan retak buaya, retak garis dan tidak retak pengujian ini dilakukan dengan variasi *epoch* sebanyak 100, 300, 500 dan pelatihan dengan variasi *learning rate* 0,01, 0,001, 0,0001.

##### 4.1.1 Pelatihan dengan Variasi *Epoch*

Pada penelitian ini pelatihan model CNN dilakukan dengan variasi beberapa nilai *epoch*, yaitu 100, 300, dan 500. Hasil dan grafik dari pelatihan yang telah dilakukan dapat dilihat pada lampiran D dan hasil dari pelatihan tersebut disajikan pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Perbandingan Jumlah Epoch Terhadap Loss dan Accuracy

<i>Epoch</i>	100	300	500
<i>Training loss</i>	2.1287	0,00	0,00
Validasi <i>loss</i>	0,2510	0,421	0,3636
<i>Training Accuracy</i>	100%	100	100%
Validasi <i>Accuracy</i>	95%	93.57%	96.43%

Tabel 4.1 merupakan perbandingan nilai *loss*, akurasi, validasi *loss*, dan validasi akurasi dengan beberapa jumlah *epoch* yaitu 100, 300, dan 500, Berdasarkan Tabel 4.1, *training loss* terkecil terjadi pada *epoch* 300 dan 500 yaitu 0,00 dan *training accuracy* pada setiap jumlah *epoch* yang diuji bernilai sama yaitu 100%, sedangkan validasi akurasi tertinggi terjadi pada saat *epoch* 500, validasi *loss* terendah terjadi pada saat *epoch* 100, dan validasi akurasi tertinggi terjadi pada 500 *epoch*. Pelatihan yang sudah dilakukan menyatakan bahwa pada 500 *epoch* memperoleh akurasi yang optimum. Berdasarkan data di atas jumlah Jumlah *epoch* dapat

mempengaruhi nilai akurasi. Hal ini terlihat pada tabel 4.1 diketahui bahwa semakin banyak jumlah *epoch* yang diberikan maka akan meningkatkan akurasi. Dalam beberapa kasus, terkadang semakin besar jumlah *epoch* tidak membuat akurasi naik, hal ini terjadi pada jumlah *epoch* 300, dimana nilai akurasinya malah turun. Terdapat beberapa parameter yang mempengaruhi kondisi tersebut, diantaranya jumlah *filter* sebanyak 32 pada lapisan konvolusi pertama dan kedua dengan ukuran *kernel* pada lapisan pertama dan kedua sebesar 3x3.

#### 4.1.2 Pelatihan dengan Variasi *Learning Rate*

Pelatihan model CNN dilakukan dengan variasi beberapa nilai *learning rate*, yaitu 0,01, 0,001, dan 0,0001. Hasil dan grafik dari pelatihan yang telah dilakukan dapat dilihat pada lampiran D. Hasil dari pelatihan tersebut disajikan pada Tabel 4.2 sebagai berikut.

Tabel 4.2 Perbandingan Nilai *Learning Rate* Terhadap *Loss* Dan *Accuracy*

<i>Learning rate</i>	<b>0,01</b>	<b>0,001</b>	<b>0,0001</b>
<i>Training loss</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Training Accuracy</i>	100%	100%	100%
<i>Validasi loss</i>	0,6413	0,3636	0,26
<i>Validasi Accuracy</i>	93.57%	96.43%	95%

Berdasarkan tabel 4.2 *learning rate* sangat berpengaruh pada performa akurasi. penggunaan nilai *learning rate* 0,01 menghasilkan nilai akurasi yang paling rendah yaitu sebesar 93,57% dan *loss* paling besar yaitu 0,6413 sehingga semakin besar *learning rate*, maka menghasilkan nilai *loss* yang besar ketika menjalankan iterasi pada saat pelatihan. Ketika menggunakan nilai *learning rate* 0,001 tingkat akurasi yang dihasilkan besar yaitu 96,43% dan nilai *loss* nya semakin sedikit yaitu 0,26. Penyebab dari hal ini karena adanya beberapa nilai *loss* yang mulai menurun dalam beberapa iterasi. Berbeda dengan penggunaan *learning rate* 0,0001 yang menunjukkan tingkat akurasi yang menurun yaitu sebesar 95% disebabkan oleh lambatnya proses konvergensi nilai *loss* pada saat proses *training* serta dari segi waktu, semakin kecil

*learning rate* maka semakin lama waktu yang digunakan untuk *training*.

#### 4.2 Hasil Pengujian Model CNN

Pengujian model CNN dilakukan untuk mengetahui kemampuan model dalam mengklasifikasi gambar. Evaluasi ini didapat dari hasil klasifikasi pada data validasi untuk memudahkan dalam mengevaluasi model dalam mengklasifikasi data validasi maka ditampilkan hasil klasifikasi dalam *confusion matrix*. *Confusion matrix* dapat memperlihatkan berapa banyak data yang terklasifikasi dengan benar dan terklasifikasi tidak benar. Hasil dari pengujian model CNN ditunjukkan oleh *confusion matrix* seperti pada Gambar 4.1.

True label	Alligator Crack	55	1	1
	Linear Crack	1	63	4
	non crack	0	0	51
		Alligator Crack	Linear Crack	non crack
		Predicted label		

Gambar 4.1 *Confusion Matrix* Hasil Pengujian

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa data validasi tidak seluruhnya mampu terklasifikasi dengan benar sesuai labelnya. Data berlabel retak buaya ada 55 data yang terklasifikasi dengan benar, 1 data terklasifikasi retak garis, dan 1 data terklasifikasi tidak retak sedangkan data yang berlabel retak garis ada 63 data terklasifikasi dengan benar, 1 data terklasifikasi sebagai kelas retak buaya, dan 4 data terklasifikasi pada kelas tidak retak. Data yang berlabel kelas tidak retak ada 51 data yang terklasifikasi dengan benar, 0 data terklasifikasi pada kelas retak buaya, dan 0 data terklasifikasi pada kelas retak garis. Hasil evaluasi performa dari pengujian disajikan pada Gambar 4.2 sebagai berikut.

	precision	recall	f1-score	support
Alligator Crack	0.98	0.96	0.97	57
Linear Crack	0.98	0.93	0.95	68
non crack	0.91	1.00	0.95	51
accuracy			0.96	176
macro avg	0.96	0.96	0.96	176
weighted avg	0.96	0.96	0.96	176

Gambar 4.2 Evaluasi Model CNN

Berdasarkan Gambar 4.2 hasil dari nilai prediksi pada data validasi yang benar menghasilkan nilai yang cukup besar dibandingkan dengan prediksi data validasi yang salah. Perbandingan jumlah data yang terprediksi benar dan salah, tingkat keberhasilan sistem memprediksi data dengan benar mendapatkan akurasi sebesar 0,96 seperti pada Gambar 4.2. Evaluasi kinerja model dalam mengklasifikasi data validasi mendapatkan nilai *precision* sebesar 0,96 seperti pada Gambar 4.2, dan nilai *recall* sebesar 0,96. Perlu dilakukan perhitungan *f1score* untuk dipertimbangkan menjadi acuan dalam tingkat keberhasilan model dalam mengklasifikasi jenis retak jalan.

Nilai yang didapat dari perhitungan *f1score* di atas adalah 0,96. Nilai *f1score* dapat dipertimbangkan menjadi acuan performa model klasifikasi apabila *false negative* dan *false positive* data klasifikasi nilainya tidak saling mendekati. Nilai *f1score* adalah 0,96 dan nilai akurasi adalah 0,96 sehingga keduanya sama dan dapat menjadi acuan performa klasifikasi retak jalan raya.

Nilai yang didapatkan dari klasifikasi ini sudah mendekati angka 100%. Penelitian ini dilakukan semaksimal mungkin untuk mencapai nilai yang paling optimal

#### 4.2.1 Pengujian model CNN dengan pelatihan 100 epochs

Hasil dari pengujian model CNN dengan parameter pelatihan 100 *epochs* disajikan pada *confusion matrix* seperti pada Gambar 4.3 sebagai berikut.

True label	Alligator Crack	51	5	1
	Linear Crack	0	49	2
	non crack	0	7	61
		Alligator Crack	Linear Crack	non crack
		Predicted label		

Gambar 4.3 *Confusion Matrix* Hasil Pelatihan dengan 100 *Epochs*

Berdasarkan Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa data validasi tidak seluruhnya mampu terklasifikasi dengan benar sesuai labelnya. Data berlabel retak buaya ada 51 data yang terklasifikasi dengan benar, 5 data terklasifikasi retak garis, dan 1 data terklasifikasi tidak retak. Data yang berlabel retak garis ada 49 data terklasifikasi dengan benar, 0 data terklasifikasi sebagai kelas retak buaya, dan 2 data terklasifikasi pada kelas tidak retak. Data yang berlabel kelas tidak retak ada 61 data yang terklasifikasi dengan benar, 0 data terklasifikasi pada kelas retak buaya, dan 7 data terklasifikasi pada kelas retak garis. Gambar 4.2 merupakan hasil evaluasi performa pada pengujian 100 *epochs*.

	precision	recall	f1-score	support
retak buaya	1.00	0.89	0.94	57
retak garis	0.80	0.96	0.88	51
tidak retak	0.95	0.90	0.92	68
accuracy			0.91	176
macro avg	0.92	0.92	0.91	176
weighted avg	0.92	0.91	0.92	176

Gambar 4.4 Evaluasi Model CNN dengan Pelatihan 100 *Epochs*

Gambar 4.4 merupakan hasil evaluasi performa *confusion matrix* hasil dari pengujian diperoleh *accuracy* 0.91 *precision* 0,92, *recall* 0,92, dan *f1score* 0,91.

#### 4.2.2 Pengujian model CNN dengan pelatihan 300 *epochs*

Hasil dari pengujian model CNN dengan parameter pelatihan 300 *epochs* disajikan pada *confusion matrix* seperti pada Gambar 4.5 sebagai berikut.

True label	Alligator Crack	55	1	1
	Linear Crack	1	63	4
	non crack	0	0	51
		Alligator Crack	Linear Crack	non crack
		Predicted label		

Gambar 4.5 Confusion Matrix Hasil Pelatihan dengan 300 *Epochs*

Berdasarkan Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa data validasi tidak seluruhnya mampu terklasifikasi dengan benar sesuai labelnya. Data berlabel retak buaya ada 55 data yang terklasifikasi dengan benar, 1 data terklasifikasi retak garis, dan 1 data terklasifikasi tidak retak. Data yang berlabel retak garis ada 63 data terklasifikasi dengan benar, 1 data terklasifikasi sebagai kelas retak buaya, dan 4 data terklasifikasi pada kelas tidak retak. Data yang berlabel kelas tidak retak ada 51 data yang terklasifikasi dengan benar, 0 data terklasifikasi pada kelas retak buaya, dan 0 data terklasifikasi pada kelas retak garis. Hasil evaluasi performa *confusion matrix* ditunjukkan pada gambar 4.6.

	precision	recall	f1-score	support
Alligator Crack	0.98	0.96	0.97	57
Linear Crack	0.98	0.93	0.95	68
non crack	0.91	1.00	0.95	51
accuracy			0.96	176
macro avg	0.96	0.96	0.96	176
weighted avg	0.96	0.96	0.96	176

Gambar 4.6 Hasil Evaluasi Model CNN dengan Pelatihan 300 *Epochs*

Gambar 4.6 merupakan hasil evaluasi performa *confusion matrix* hasil dari pengujian diperoleh *accuracy* 0,96, *precision* 0,96, *recall* 0,96, dan *f1score* 0,96.

#### 4.2.3 Pengujian model CNN dengan pelatihan 500 epochs

Hasil dari pengujian model CNN dengan parameter pelatihan 500 epochs disajikan pada *confusion matrix* seperti pada Gambar 4.5 sebagai berikut.

True label	Alligator Crack	55	1	1
	Linear Crack	1	65	2
	non crack	1	3	47
		Alligator Crack	Linear Crack	non crack
		Predicted label		

Gambar 4.7 *Confusion Matrix* Pelatihan dengan 500 Epochs

Berdasarkan Gambar 4.7 dapat dilihat bahwa data validasi tidak seluruhnya mampu terklasifikasi dengan benar sesuai labelnya. Data berlabel retak buaya ada 55 data yang terklasifikasi dengan benar, 1 data terklasifikasi retak garis, dan 1 data terklasifikasi tidak retak. Data yang berlabel retak garis ada 65 data terklasifikasi dengan benar, 1 data terklasifikasi sebagai kelas retak buaya, dan 2 data terklasifikasi pada kelas tidak retak. Data yang berlabel kelas tidak retak ada 47 data yang terklasifikasi dengan benar, 1 data terklasifikasi pada kelas retak buaya, dan 3 data terklasifikasi pada kelas retak garis.

	precision	recall	f1-score	support
Alligator Crack	0.96	0.96	0.96	57
Linear Crack	0.94	0.96	0.95	68
non crack	0.94	0.92	0.93	51
accuracy			0.95	176
macro avg	0.95	0.95	0.95	176
weighted avg	0.95	0.95	0.95	176

Gambar 4.8 Evaluasi Model CNN dengan Pelatihan 500 *Epochs*

Gambar 4.8 merupakan hasil evaluasi performa *confusion matrix* hasil dari pengujian diperoleh *accuracy* 0,95 *precision* 0,92, *recall* 0,92, dan *f1score* 0,91.

### 4.3 Hasil Pengujian dengan Variasi *Learning rate*

Pengujian selanjutnya merupakan pengujian model CNN dengan beberapa *learning rate* yang berbeda antara lain 0,01, 0,001, dan 0,0001 pada saat pelatihan. Pengujian ini terdapat 176 gambar yang diujikan.

#### 4.3.1 Pengujian model CNN dengan pelatihan *Learning Rate* 0,01

Hasil dari pengujian model CNN dengan parameter pelatihan *learning rate* 0,01 disajikan pada *confusion matrix* seperti pada Gambar 4.9 sebagai berikut.

True label	Alligator Crack	51	5	1
	Linear Crack	0	48	3
	non crack	0	8	60
		Alligator Crack	Linear Crack	non crack
		Predicted label		

Gambar 4.9 *Confusion Matrix* Pelatihan dengan *Learning Rate* 0,01



Berdasarkan Gambar 4.9 dapat dilihat bahwa data validasi tidak seluruhnya mampu terklasifikasi dengan benar sesuai labelnya. Data berlabel retak buaya ada 51 data yang terklasifikasi dengan benar, 5 data terklasifikasi retak garis, dan 1 data terklasifikasi tidak retak. Data yang berlabel retak garis ada 48 data terklasifikasi dengan benar, 0 data terklasifikasi sebagai kelas retak buaya, dan 3 data terklasifikasi pada kelas tidak retak. Data yang berlabel kelas tidak retak ada 60 data yang terklasifikasi dengan benar, 0 data terklasifikasi pada kelas retak buaya, dan 8 data terklasifikasi pada kelas retak garis.

	precision	recall	f1-score	support
retak buaya	1.00	0.89	0.94	57
retak garis	0.79	0.94	0.86	51
tidak retak	0.94	0.88	0.91	68
accuracy			0.90	176
macro avg	0.91	0.91	0.90	176
weighted avg	0.91	0.90	0.91	176

Gambar 4.10 Evaluasi Model CNN dengan Pelatihan *Learning Rate* 0,01

Gambar 4.10 merupakan hasil evaluasi performa *confusion matrix* hasil dari pengujian diperoleh *precision* 0,91, *recall* 0,91, dan *f1-score* 0,90.

#### 4.3.2 Pengujian model CNN dengan pelatihan *learning rate* 0,001

Hasil dari pengujian model CNN dengan parameter pelatihan *learning rate* 0,001 disajikan pada *confusion matrix* seperti pada Gambar 4.11 sebagai berikut.

True label	Alligator Crack	55	1	1
	Linear Crack	1	65	2
	non crack	1	3	47
		Alligator Crack	Linear Crack	non crack
		Predicted label		

Gambar 4.11 *Confusion Matrix* Pelatihan dengan *Learning Rate* 0,001

Berdasarkan Gambar 4.11 dapat dilihat bahwa data validasi tidak seluruhnya mampu terklasifikasi dengan benar sesuai labelnya. Data berlabel retak buaya ada 55 data yang terklasifikasi dengan benar, 1 data terklasifikasi retak garis, dan 1 data terklasifikasi tidak retak. Data yang berlabel retak garis ada 65 data terklasifikasi dengan benar, 1 data terklasifikasi sebagai kelas retak buaya, dan 2 data terklasifikasi pada kelas tidak retak. Data yang berlabel kelas tidak retak ada 47 data yang terklasifikasi dengan benar, 1 data terklasifikasi pada kelas retak buaya, dan 3 data terklasifikasi pada kelas retak garis. Hasil evaluasi performa *confusion matrix* ditunjukkan pada Gambar 4.12.

	precision	recall	f1-score	support
Alligator Crack	0.96	0.96	0.96	57
Linear Crack	0.94	0.96	0.95	68
non crack	0.94	0.92	0.93	51
accuracy			0.95	176
macro avg	0.95	0.95	0.95	176
weighted avg	0.95	0.95	0.95	176

Gambar 4.12 Evaluasi Model CNN dengan Pelatihan *Learning Rate* 0,001

Gambar 4.12 merupakan hasil evaluasi performa *confusion matrix* hasil dari pengujian diperoleh *accuracy* 0,95, *precision* 0,95, *recall* 0,95, dan *f1-score* 0,95.

### 4.3.3 Pengujian model CNN dengan pelatihan *learning rate* 0,0001

Hasil dari pengujian model CNN dengan parameter pelatihan *learning rate* 0,0001 disajikan pada *confusion matrix* seperti pada Gambar 4.13 sebagai berikut.

True label	Alligator Crack	54	3	0
	Linear Crack	1	47	3
	non crack	0	6	62
		Alligator Crack	Linear Crack	non crack
		Predicted label		

Gambar 4.13 *Confusion Matrix* Pelatihan dengan *Learning Rate* 0,0001

Berdasarkan Gambar 4.13 dapat dilihat bahwa data validasi tidak seluruhnya mampu terklasifikasi dengan benar sesuai labelnya. Data berlabel retak buaya ada 54 data yang terklasifikasi dengan benar, 3 data terklasifikasi retak garis, dan 0 data terklasifikasi tidak retak. Data yang berlabel retak garis ada 47 data terklasifikasi dengan benar, 1 data terklasifikasi sebagai kelas retak buaya, dan 3 data terklasifikasi pada kelas tidak retak. Data yang berlabel kelas tidak retak ada 62 data yang terklasifikasi dengan benar, 0 data terklasifikasi pada kelas retak buaya, dan 6 data terklasifikasi pada kelas retak garis. Hasil evaluasi performa *confusion matrix* ditunjukkan pada gambar 4.14.

	precision	recall	f1-score	support
retak buaya	0.98	0.95	0.96	57
retak garis	0.84	0.92	0.88	51
tidak retak	0.95	0.91	0.93	68
accuracy			0.93	176
macro avg	0.92	0.93	0.93	176
weighted avg	0.93	0.93	0.93	176

Gambar 4.14 Evaluasi Model CNN dengan Pelatihan *Learning Rate* 0,0001

Gambar 4.14 merupakan hasil evaluasi performa *confusion matrix* hasil dari pengujian diperoleh *precision* 0,92, *recall* 0,93, dan *f1-score* 0,93.

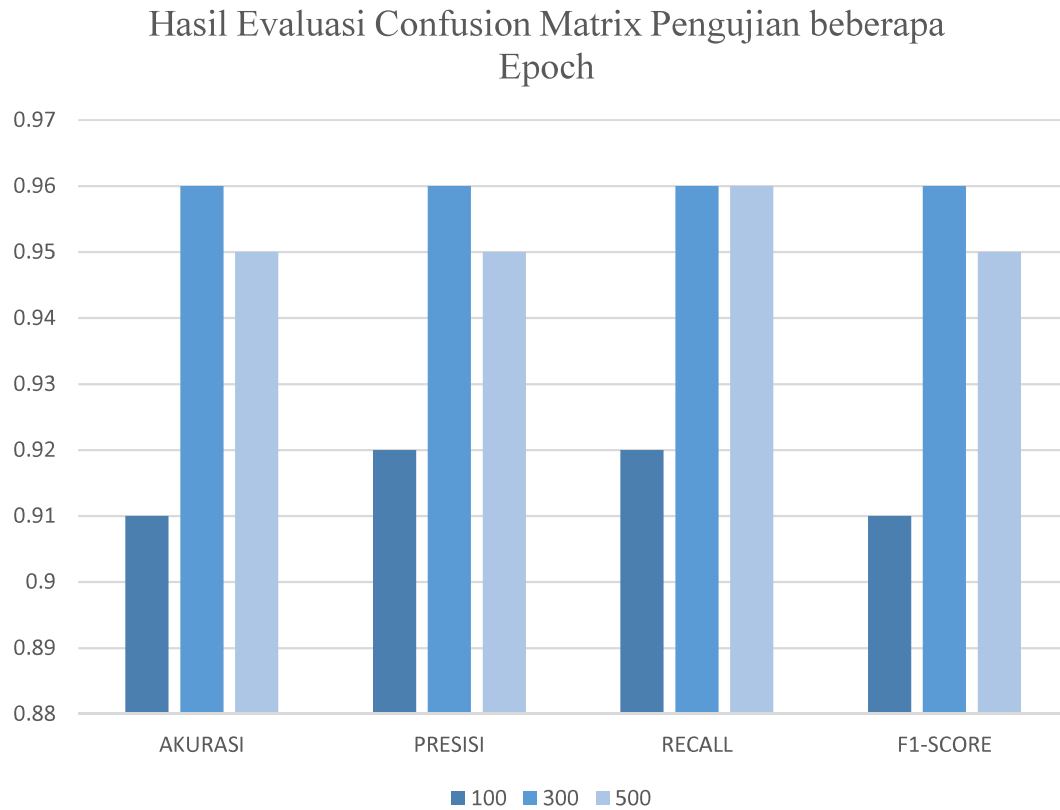
#### 4.4 Perbandingan Hasil Pengujian dengan Variasi *Epoch* dan *Learning rate*

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan maka perbandingan hasil pengujian dengan variasi parameter yang berbeda di sajikan pada Tabel 4.3 untuk perbandingan hasil pengujian dengan variasi *epochs* sebagai berikut.

Tabel 4.3 Perbandingan Jumlah *Epoch* Terhadap Performa Sistem

<i>Epochs</i>	100	300	500
Akurasi	0,91	0,96	0,95
Presisi	0,92	0,96	0,95
<i>Recall</i>	0,92	0,96	0,95
F1-score	0,91	0,96	0,95

Tabel 4.3 merupakan perbandingan nilai akurasi, presisi, *recall*, dan *f1score* dengan beberapa jumlah *epoch* yaitu 100, 300, dan 500, Berdasarkan Berdasarkan Tabel 4.3, akurasi terkecil terjadi pada model CNN dengan *training* 100 *epochs*. Akurasi tertinggi diperoleh oleh model CNN dengan *training* 300 *epochs* sedangkan untuk *precision* terendah diperoleh pada 100 *epochs* dan *precision* tertinggi diperoleh pada 300 *epochs*. Nilai *recall* dan *f1score* tertinggi dan terendah diperoleh pada model CNN dengan *training epoch* 300 dan 100. Grafik perbandingan hasil pengujian dengan variasi *epochs* disajikan pada Gambar 4.15 sebagai berikut.



Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Hasil Pengujian Beberapa *Epoch*

Berdasarkan Gambar 4.15 jumlah *epoch* dapat mempengaruhi performa sistem. Diketahui bahwa semakin banyak jumlah *epoch* yang diberikan membuat akurasi semakin meningkat pada beberapa kasus seperti semakin besar jumlah *epoch* tidak membuat performa semakin naik. Hal ini terjadi pada jumlah *epoch* 500, dimana terjadi penurunan nilai akurasi. Terdapat beberapa parameter yang mempengaruhi kondisi tersebut, diantaranya jumlah *filter* sebanyak 32 pada lapisan konvolusi pertama dan kedua serta ukuran *kernel* pada lapisan pertama dan kedua sebesar 3x3.

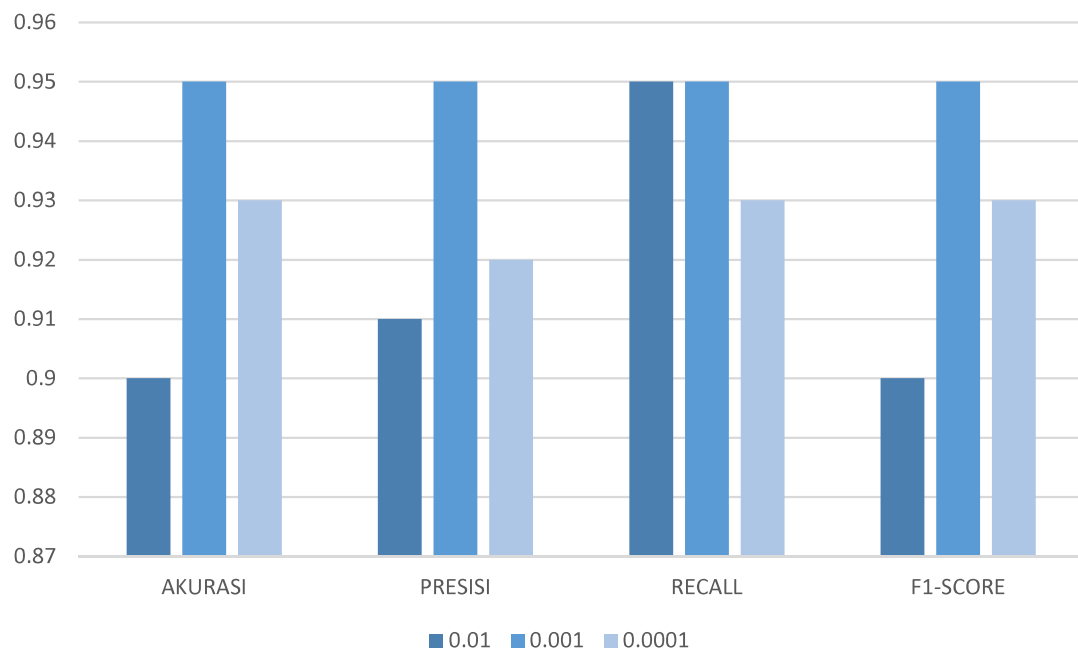
Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan maka perbandingan hasil pengujian dengan variasi parameter yang berbeda disajikan pada Tabel 4.4 untuk perbandingan hasil pengujian dengan variasi *learning rate* sebagai berikut.

Tabel 4.4 Perbandingan Performa Pengujian Variasi *Learning Rate*

<i>Learning rate</i>	<b>0,01</b>	<b>0,001</b>	<b>0,0001</b>
Akurasi	0,90	0,95	0,93
Presisi	0,91	0,95	0,92
<i>Recall</i>	0,91	0,95	0,93
F1-score	0,90	0,95	0,93

Berdasarkan Tabel 4.4 penggunaan nilai *learning rate* 0,01 menghasilkan nilai performa yang paling rendah yaitu *accuracy* 0,90, *precision* 0,91, *recall* 0,91 dan *f1score* 0,90 sedangkan untuk performa terbaik diperoleh pada *learning rate* 0,001, yaitu *accuracy* 0,95, *precision* 0,95, *recall* 0,95, dan F1-score 0,95. Grafik dari perbandingan hasil pengujian dengan variasi *learning rate* disajikan pada Gambar 4.16 sebagai berikut.

**Hasil Evaluasi *Confusion Matrix* Pengujian dengan Variasi *Learning Rate***

Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Hasil Pengujian Beberapa *Learning rate*

Berdasarkan Gambar 4.16, semakin kecil *learning rate*, maka menghasilkan nilai performa yang semakin kecil, seperti pada pengujian ini *learning rate* 0,01

memperoleh *score* performa lebih rendah dibanding *learning rate* 0,001 sedangkan pada *learning rate* 0,0001 mengalami penurunan *score* performa sistem karena semakin kecil nilai *learning rate* memang akan semakin besar *score* performa yang diperoleh, tetapi dibutuhkan waktu pelatihan yang lebih lama untuk memperoleh performa maksimal. Penyebab dari hal ini yaitu terlambatnya proses konvergensi nilai *loss* pada saat proses *training* serta ditinjau dari segi waktu, semakin kecil *learning rate* maka semakin lama waktu yang digunakan untuk *training*.

#### 4.5 Pengujian GUI Sistem (Tampilan Utama Aplikasi)

GUI singkatan dari *Graphical User Interface* merupakan aplikasi visual atau antarmuka yang dapat dikembangkan melalui pemrograman oleh pengguna agar bisa lebih mudah dalam mengatur dan mengontrol alur dari suatu sistem atau aplikasi. Penelitian ini menggunakan *library tkinter* dari Python dalam pembuatan GUI untuk deteksi retak jalan dengan metode Wavelet dan CNN. Tampilan utama sistem deteksi retak jalan ditunjukkan pada Gambar lampiran A.2.

##### 4.5.1 Tampilan dan Fungsi Tombol

Tampilan dari GUI beserta tombol-tombol yang ada pada GUI seperti pada Gambar lampiran A.2 tampilan GUI deteksi kerusakan jalan dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Pilih Folder

Tombol ini digunakan untuk memilih folder yang berisikan data citra kondisi jalan retak buaya, retak garis dan tidak retak untuk dijadikan *input*.

b. Pilih transformasi

Tombol ini digunakan untuk menentukan jenis *output* ekstraksi ciri Wavelet yaitu aproksimasi, diagonal, horizontal dan vertikal. Ekstraksi ciri tersebut yang kemudian dijadikan *input* untuk proses prediksi dengan model CNN.

c. Proses Gambar

Tombol ini digunakan untuk memulai proses ekstraksi ciri citra menggunakan metode wavelet. Hasil ekstraksi ciri yaitu *output* aproksimasi, horizontal, vertikal, dan

diagonal yang dijadikan *input* dari proses klasifikasi menggunakan metode CNN. Hasil klasifikasi atau prediksi akan ditampilkan dalam tabel seperti pada lampiran 1.8 Gambar GUI deteksi retak jalan raya dan citra asli akan ditampilkan dengan keterangan hasil prediksi di atas citra asli.

d. *Next* dan *Previous*

Tombol ini digunakan untuk mengganti citra yang ditampilkan hasil transformasi Wavelet ke data cita sebelum atau sesudahnya.

e. Selesai

Tombol ini digunakan untuk berhenti atau keluar dari GUI tampilan dari aplikasi deteksi retak jalan.

#### 4.5.2 Pengujian GUI

Tahap ini adalah proses pengujian terhadap data dan sistem untuk mengetahui kemampuan sistem apakah dapat mendeteksi dan mengklasifikasi objek jalan retak. Pengujian data dilakukan terhadap 17 gambar jalan retak. Hasil dari percobaan dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Klasifikasi Retak Jalan Raya Menggunakan GUI

No.	Nama	Prediksi	Keterangan
1.	Gambar uji 1	Retak buaya	Benar
2.	Gambar uji 2	Retak buaya	Benar
3.	Gambar uji 3	Retak buaya	Benar
4.	Gambar uji 4	Retak buaya	Benar
5.	Gambar uji 5	Retak buaya	Benar
6.	Gambar uji 6	Tidak retak	Salah
7.	Gambar uji 7	Retak garis	Benar
8.	Gambar uji 8	Retak garis	Benar
9.	Gambar uji 9	Retak garis	Benar
10.	Gambar uji 10	Retak garis	Benar
11.	Gambar uji 11	Retak garis	Benar
12.	Gambar uji 12	Retak garis	Benar
13.	Gambar uji 13	Tidak retak	Benar
14.	Gambar uji 14	Tidak retak	Benar
15.	Gambar uji 15	Tidak retak	Benar
16.	Gambar uji 16	Tidak retak	Benar
17.	Gambar uji 17	Tidak retak	Benar

Berdasarkan tabel 4.5 dapat diperoleh nilai *accuracy* yang dihitung menggunakan Persamaan (2.1) yaitu akurasi sama dengan 94.11%



Nilai *accuracy* dari hasil pengujian di GUI menggunakan *software* Pycharm adalah 94,11% sedangkan nilai *precision* dari pengujian GUI dapat diperoleh dengan perhitungan menggunakan Persamaan (2.2) memperoleh hasil dari dari pengujian GUI memperoleh nilai *precision* 0.83 untuk retak buaya, 1 untuk retak garis dan 1 untuk tidak retak, sehingga rata-rata *precision* dari pengujian GUI adalah 0,943.

Nilai *recall* dari pengujian GUI dapat diperoleh dengan perhitungan menggunakan Persamaan (2.4) memperoleh nilai *recall* 1 untuk retak buaya, 1 untuk retak garis dan 0,83 untuk tidak retak, sehingga rata-rata *recall* dari pengujian GUI adalah 0,943.

Nilai *f1score* dari pengujian GUI dapat diperoleh dengan perhitungan menggunakan Persamaan (2.6) diperoleh nilai yang didapat dari perhitungan *f1-score* di atas adalah 0,943. Nilai *f1-score* dapat dipertimbangkan menjadi acuan performa model klasifikasi apabila *false negative* dan *false positive* data klasifikasi nilanya tidak saling mendekati. Nilai *f1-score* adalah 0,943 dan nilai *accuracy* adalah 94,11%, keduanya saling mendekati dan dapat menjadi acuan performa klasifikasi retak jalan raya.

Nilai yang didapatkan dari klasifikasi ini sudah mendekati angka 100%. Penelitian ini dilakukan semaksimal mungkin untuk mencapai nilai yang paling optimal dan dapat disimpulkan bahwa pengujian GUI untuk deteksi retak jalan berjalan dengan baik.

#### **4.6 Pengujian Deteksi Retak Jalan Raya Secara *Real-time***

Tahap ini adalah proses pengujian terhadap data dan sistem untuk mengetahui kemampuan sistem apakah dapat mendeteksi dan mengklasifikasi objek jalan retak secara *real-time*. Pengujian data dilakukan terhadap sebuah video dan diperoleh 14 gambar retak jalan yang tangkap dari video tersebut. Hasil dari percobaan dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Klasifikasi Retak Jalan Raya Secara *Real-time*

No.	Nama	Prediksi	Keterangan
1.	Video Capture 1	Retak garis	Benar
2.	Video Capture 2	Retak buaya	Benar
3.	Video Capture 3	Retak buaya	Benar
4.	Video Capture 4	Retak buaya	Benar
5.	Video Capture 5	Retak buaya	Benar
6.	Video Capture 6	Retak buaya	Benar
7.	Video Capture 7	Retak buaya	Benar
8.	Video Capture 8	Retak buaya	Benar
9.	Video Capture 9	Retak buaya	Benar
10.	Video Capture 10	Retak garis	Benar
11.	Video Capture 11	Retak garis	Benar
12.	Video Capture 12	Retak garis	Benar
13.	Video Capture 13	Retak garis	Benar
14.	Video Capture 14	Retak garis	Benar
15.	Video Capture 15	Tidak retak	Salah
16.	Video Capture 16	Retak garis	Benar

Berdasarkan Tabel 4.6 diperoleh hasil nilai akurasi dari hasil pengujian di deteksi *real-time* menggunakan YOLO yang dihitung menggunakan Persamaan (2.1) diperoleh hasil nilai akurasi dari hasil pengujian di deteksi *real-time* menggunakan YOLO adalah 93,75%. Nilai precision dari pengujian GUI dapat diperoleh dengan perhitungan menggunakan Persamaan (2.2) memperoleh hasil dari dari pengujian klasifikasi retak secara *real-time* memperoleh nilai *precision* 1 untuk retak buaya dan 0,875 untuk retak garis, sehingga rata-rata *recall* dari pengujian GUI adalah 0,937 sehingga nilai *recall* dari pengujian GUI dapat diperoleh dengan perhitungan menggunakan Persamaan (2.4). Hasil dari dari pengujian klasifikasi retak secara *real-time* memperoleh nilai *recall* 1 untuk retak buaya dan 0,875 untuk retak garis, sehingga rata-rata *recall* dari pengujian GUI adalah 0,9375.

Nilai *f1score* dihitung menggunakan Persamaan (2.6). Berdasarkan perhitungan menggunakan Persamaan (2.6) diperoleh nilai *recall* yang didapat dari perhitungan *f1Score* di atas adalah 94,3%. Nilai *f1score* dapat dipertimbangkan menjadi acuan performa model klasifikasi. Hal ini bisa dilakukan apabila *false negative* dan *false positive* data klasifikasi nilainya tidak saling mendekati. Nilai *F1 Score* adalah 100% dan nilai akurasi adalah 100%, keduanya sama dan dapat menjadi acuan performa klasifikasi retak jalan raya.

Nilai yang didapatkan dari klasifikasi ini sudah mendekati angka 100% sehingga deteksi retak jalan raya secara *real-time* untuk deteksi retak jalan berjalan dengan baik.

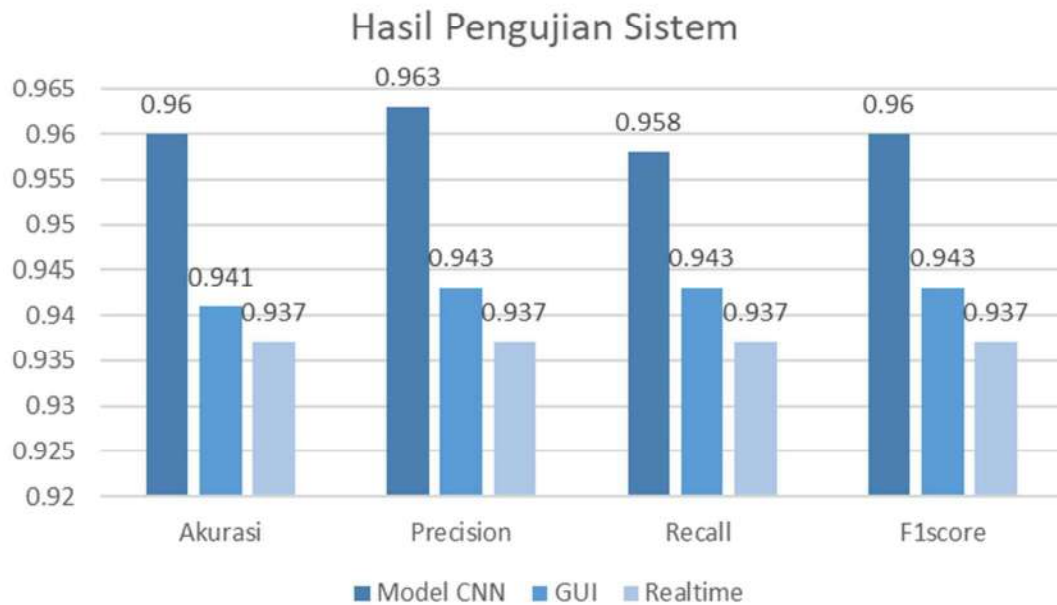
#### 4.7 Hasil Pengujian Performa Sistem

Performa sistem deteksi retak jalan raya dapat dilihat dengan menghitung nilai *accuracy*, *precision*, *recall* dan *F1score*. Tabel 4.7 menunjukkan hasil pengujian performa sistem deteksi retak.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Performa Sistem

No	Pengujian	Akurasi	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>F1score</i>
1	Model CNN	0,960	0,963	0,958	0,960
2	GUI	0,941	0,943	0,943	0,943
3	<i>Real-time</i>	0,937	0,937	0,937	0,937

Berdasarkan Tabel 4.7 dari hasil pengujian di atas, pengujian deteksi retak secara *real-time* mendapatkan hasil paling unggul dengan akurasi 93,75%. Evaluasi kinerja model dalam mengklasifikasi retak jalan raya secara *real-time* mendapatkan nilai *precision* sebesar 93,75%, nilai *recall* sebesar 93,75% dan *f1score* sebesar 93,75% sedangkan untuk pengujian pada GUI memperoleh hasil dengan nilai akurasi 94,11%, nilai *precision* sebesar 0,943, nilai *recall* sebesar 0,9433 dan *f1score* sebesar 0,943. Pengujian data validasi di Google *Colaboratory* memperoleh hasil akurasi 96,59%, nilai *precision* sebesar 0,966, nilai *recall* sebesar 0,963 dan *f1score* sebesar 0,964. Berikut grafik hasil pengujian sistem ditunjukkan oleh Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Grafik Hasil Pengujian

Berdasarkan Gambar 4.18 hasil pengujian sistem dapat mengklasifikasikan jalan retak menggunakan *notebook* Google *Colaboratory*, menggunakan GUI, dan secara *real-time* menggunakan *input* sebuah video dengan baik. Kesalahan sistem dalam mengklasifikasikan beberapa retak karena jumlah *dataset* yang kurang banyak dan kualitas data *dataset* yang kurang baik karena kondisi lapangan dan citra yang berbayang karena di ambil pada siang hari sehingga pengambilan ekstraksi ciri tidak optimal.