

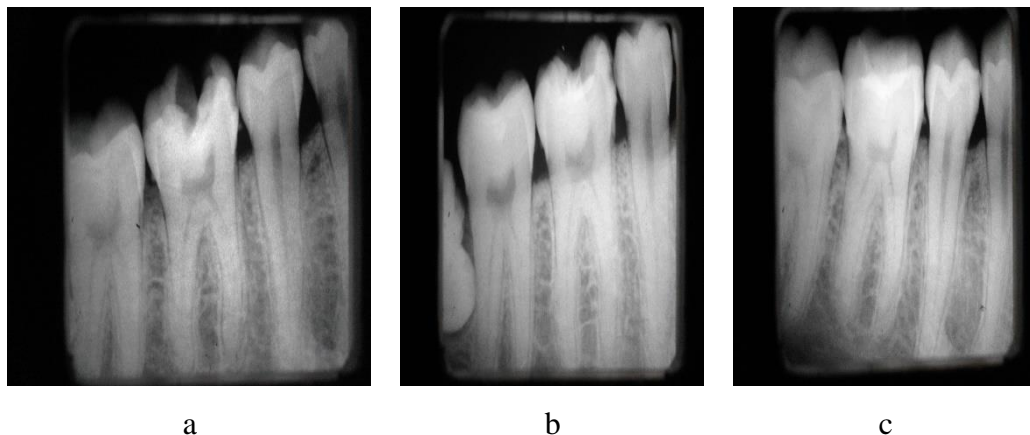
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengumpulan data citra

Citra yang digunakan untuk penelitian ini adalah citra *rontgen* pasien yang melakukan perawatan gigi di Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Citra *rontgen* dalam bentuk file gambar ber-ekstensi *.JPG nantinya di serahkan ke Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta guna penelitian yang akan dilaksanakan.

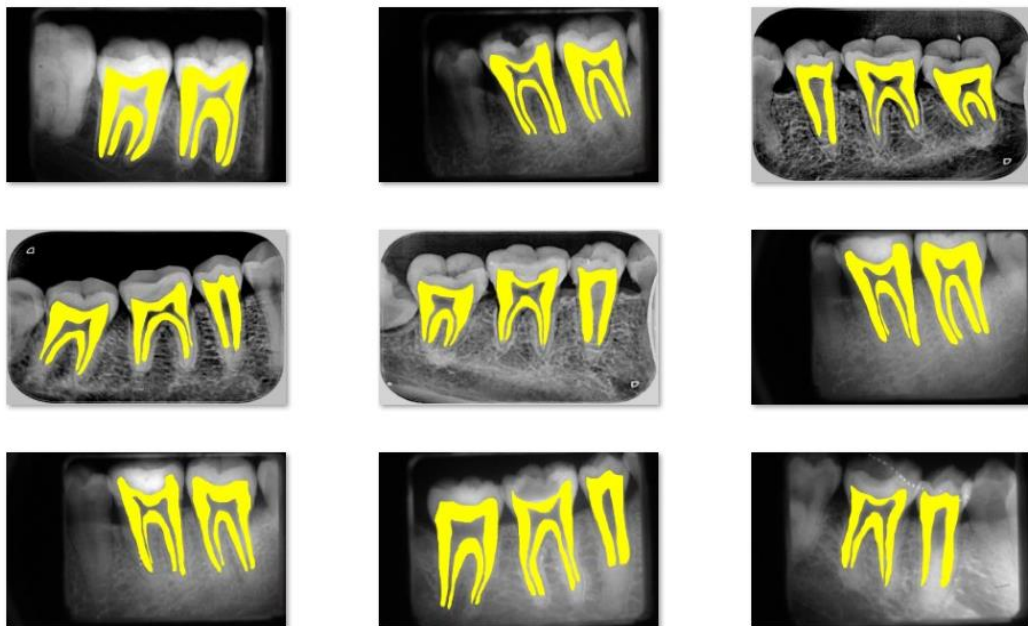
Data citra yang diperoleh lalu dilakukan pemilihan citra-citra yang akan dipakai sebagai bahan penelitian. Tidak semua data citra indikasi, k1, dan k2 dipakai dikarenakan ada beberapa citra yang mempunyai dimensi yang lebih besar dari lainnya. Dari hasil pengumpulan data citra gigi pasien yang melakukan perawatan sangat bermacam-macam jenis gigi dan ada beberapa citra yang sulit untuk dikenali bentuk dentinnya. Sampel foto *rontgen* sudah di standarisasi dari pihak rumah sakit. Dapat dilihat pada Gambar 4.1 adalah hasil data yang sudah diambil.



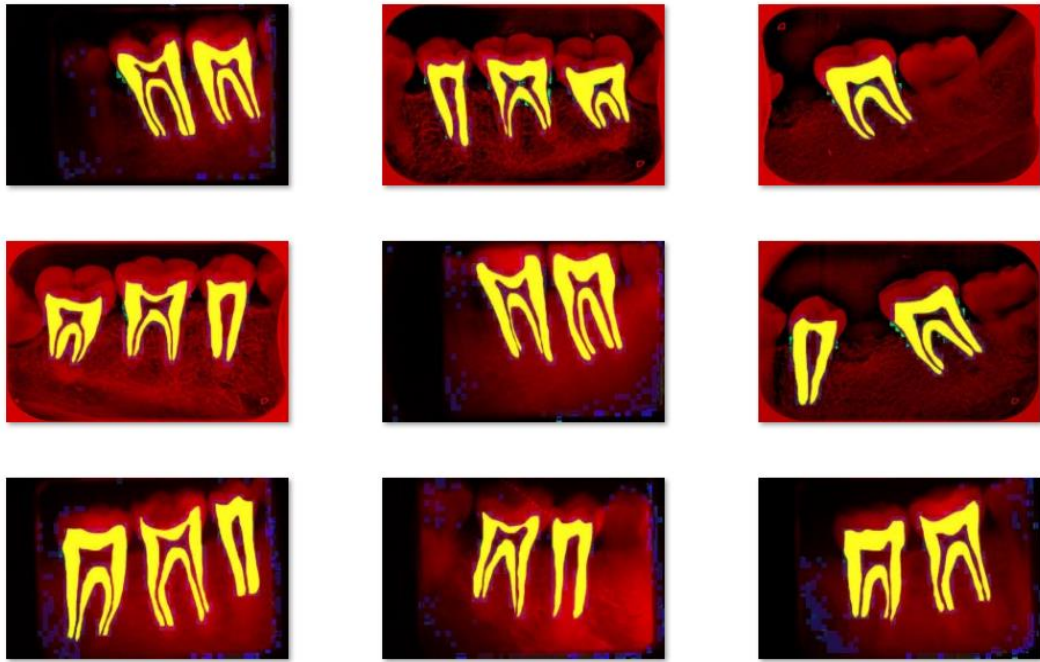
Gambar 4. 1 (a) Citra indikasi (b) Citra K1 (kontrol satu) (c) Citra K2 (kontrol dua)

4.4 Hasil Pembuatan Mask Citra

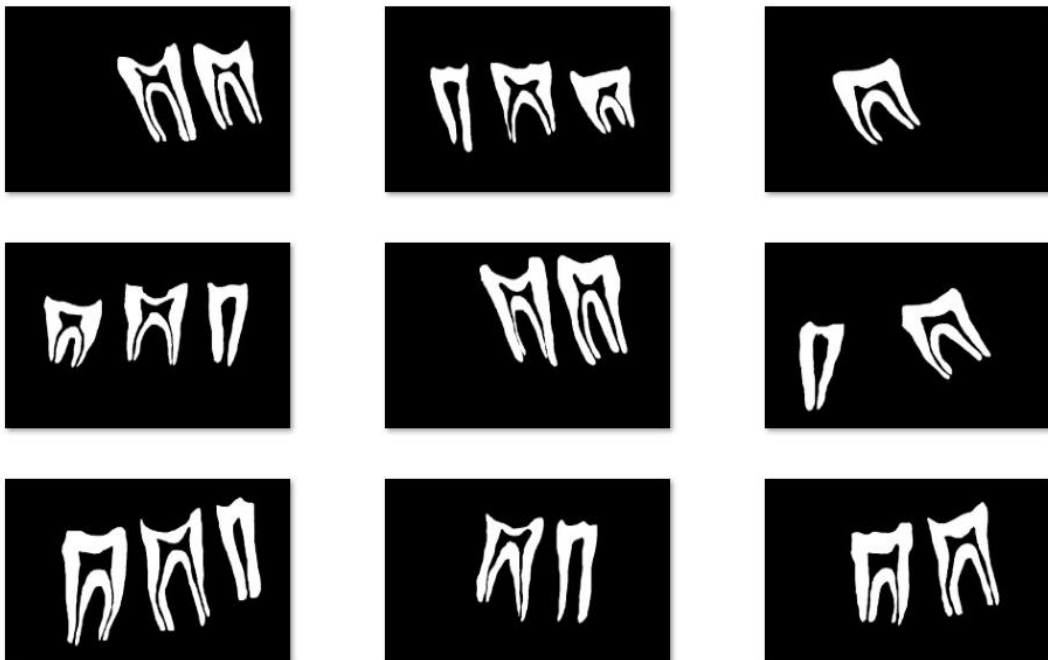
Pembuatan mask citra dilakukan dengan menggunakan aplikasi edit foto seperti Adobe Photoshop. Mask citra dentin di buat dengan area yang berwarna kuning dapat dilihat pada contoh Gambar 4.2. Mask citra tersebut berasal dari citra gigi yang telah di pilih. Citra mask disimpan kemudian akan diubah menjadi gambar hitam putih. Sebelum menjadi gambar hitam putih, citra diubah ke *hsv color* terlebih dahulu untuk mem-filter area yang berwarna kuning. Hasil *hsv color* dapat dilihat pada Gambar 4.3. Tahap *output* hitam putih merupakan tahap akhir dari *filtering* warna dan akan menghasilkan gambar yang berwarna kuning menjadi putih dan selain warna kuning menjadi hitam. Citra ini yang akan digunakan untuk proses pelatihan. Hasil citra mask hitam putih bisa dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 2 Hasil mask dentin



Gambar 4. 3 Hasil hsv color



Gambar 4. 4 Hasil mask hitam putih

4.5 Hasil Pelatihan model

Pelatihan model dalam penelitian ini dilakukan untuk melatih unet deep learning agar dapat memprediksi citra dentin saat proses pengujian. Pelatihan dilakukan sebanyak tiga kali. Sebelum proses pelatihan, 30 citra gigi dan 30 citra mask dibagi ke dalam tiga folder yang masing-masing berisi sepuluh citra gigi dan sepuluh citra mask. Kemudian tiga folder tersebut di pelatihan bersama dengan pengaturan parameter step per epoch 2000, 2500, dan 3000. Pada saat pelatihan akan ada hasil kurasi dan loss ini digunakan untuk evaluasi algoritma pembelajaran mesin learning. Akurasi merupakan ukuran model menghasilkan output yang benar dengan yang di pelatihan. Loss adalah ukuran tingkat kesalahan model dalam menghasilkan output yang salah. Ukuran tingkat loss sebagai kerugian yang diharapkan bernilai 0 – 1. Loss 0 jika itu diklasifikasi dengan benar dan 1 jika tidak. (Courville, et al., 2016).

4.5.1 Hasil Pelatihan Folder Satu

Di dalam folder satu pelatihan model terdapat folder image dan folder mask. Folder image berisi sepuluh citra gigi dan folder mask berisi sepuluh citra mask. Hasil pelatihan dari folder satu berupa file model pembelajaran dan dapat digunakan untuk tahap uji nanti. Pelatihan folder satu dengan pengaturan parameter step per epoch 2000, 2500, dan 3000. Hasil dari pelatihan folder satu dilihat pada Gambar 4. 5, Gambar 4. 6, dan Gambar 4. 7 .

```
Epoch 1/1
Found 10 images belonging to 1 classes.
Found 10 images belonging to 1 classes.
2000/2000 [=====] - 570s 285ms/step - loss: 0.1488 - acc: 0.9505
Epoch 00001: loss improved from inf to 0.14884, saving model to unet_dentin_train1.hdf5
```

Gambar 4. 5 Hasil pelatihan folder satu 2000

```
Epoch 1/1
Found 10 images belonging to 1 classes.
Found 10 images belonging to 1 classes.
2500/2500 [=====] - 708s 283ms/step - loss: 0.1370 - acc: 0.9586
Epoch 00001: loss improved from inf to 0.13701, saving model to unet_dentin_train1_2500.hdf5
```

Gambar 4. 6 Hasil pelatihan folder satu 2500

```
Epoch 1/1
Found 10 images belonging to 1 classes.
Found 10 images belonging to 1 classes.
3000/3000 [=====] - 846s 282ms/step - loss: 0.1328 - acc: 0.9611

Epoch 00001: loss improved from inf to 0.13283, saving model to unet_dentin_train1_3000.hdf5
```

Gambar 4. 7 Hasil pelatihan folder satu 3000

4.5.2 Hasil Pelatihan Folder Dua

Folder dua juga memiliki jumlah data yang sama seperti folder satu yaitu folder *image* berisi sepuluh citra gigi dan folder *mask* berisi sepuluh citra mask. Hasil pelatihan dalam folder dua dapat dilihat pada Gambar 4. 8, Gambar 4. 8, dan Gambar 4. 9. Pengaturan parameter step per epoch 2000, 2500, dan 3000. Hasil pelatihan dari folder dua berupa file model pembelajaran dan digunakan untuk tes prediksi mask nanti.

```
Epoch 1/1
Found 10 images belonging to 1 classes.
Found 10 images belonging to 1 classes.
2000/2000 [=====] - 567s 283ms/step - loss: 0.0960 - acc: 0.9550

Epoch 00001: loss improved from inf to 0.09605, saving model to unet_dentin_train2.hdf5
```

Gambar 4. 8 Hasil pelatihan folder dua 2000

```
Epoch 1/1
Found 10 images belonging to 1 classes.
Found 10 images belonging to 1 classes.
2500/2500 [=====] - 706s 282ms/step - loss: 0.1304 - acc: 0.9559

Epoch 00001: loss improved from inf to 0.13040, saving model to unet_dentin_train2_2500.hdf5
```

Gambar 4. 9 Hasil pelatihan folder dua 2500

```
Epoch 1/1
Found 10 images belonging to 1 classes.
Found 10 images belonging to 1 classes.
3000/3000 [=====] - 847s 282ms/step - loss: 0.1298 - acc: 0.9560

Epoch 00001: loss improved from inf to 0.12978, saving model to unet_dentin_train2_3000.hdf5
```

Gambar 4. 10 Hasil pelatihan folder dua 3000

4.5.3 Hasil Pelatihan Folder Tiga

Pelatihan pada folder tiga memiliki data sepuluh citra gigi dan sepuluh citra mask. Masing-masing dimasukkan ke dalam folder *image* untuk citra gigi dan folder *mask* untuk citra mask. Hasil pelatihan dapat dilihat pada Gambar 4.

11, Gambar 4. 12, dan Gambar 4. 13. Parameter step per epoch yang diatur adalah 2000, 2500, dan 3000.

```
Epoch 1/1
Found 10 images belonging to 1 classes.
Found 10 images belonging to 1 classes.
2000/2000 [=====] - 568s 284ms/step - loss: 0.0859 - acc: 0.9618

Epoch 00001: loss improved from inf to 0.08593, saving model to unet_dentin_train3.hdf5
```

Gambar 4. 11 Hasil pelatihan folder tiga 2000

```
Epoch 1/1
Found 10 images belonging to 1 classes.
Found 10 images belonging to 1 classes.
2500/2500 [=====] - 707s 283ms/step - loss: 0.1250 - acc: 0.9615

Epoch 00001: loss improved from inf to 0.12501, saving model to unet_dentin_train3_2500.hdf5
```

Gambar 4. 12 Hasil pelatihan folder tiga 2500

```
Epoch 1/1
Found 10 images belonging to 1 classes.
Found 10 images belonging to 1 classes.
3000/3000 [=====] - 847s 282ms/step - loss: 0.0659 - acc: 0.9701

Epoch 00001: loss improved from inf to 0.06593, saving model to unet_dentin_train3_3000.hdf5
```

Gambar 4. 13 Hasil pelatihan folder tiga 3000

4.5.4 Analisis Pelatihan Model

Hasil analisis dari pelatihan model pada folder satu, dua, dan tiga dilihat pada Tabel 4. 1, Tabel 4. 2, dan

Tabel 4. 3. Ketiga tabel tersebut adalah ringkasan dari setiap pelatihan model.

Tabel 4. 1 Kesimpulan hasil pelatihan 2000

Pelatihan Folder	Loss	Akurasi
1	0,1488	0,9505
2	0,0960	0,9550
3	0,0859	0,9618

Tabel 4. 2 Kesimpulan hasil pelatihan 2500

Pelatihan Folder	Loss	Akurasi
1	0,1370	0,9586
2	0,1304	0,9559
3	0,1250	0,9615

Tabel 4. 3 Kesimpulan hasil pelatihan 3000

Pelatihan Folder	Loss	Akurasi
1	0,1328	0,9611
2	0,1298	0,9560
3	0,0659	0,9701

Dari ketiga tabel diatas, disimpulkan bahwa step per epoch 3000 memiliki nilai loss yang rendah dari step per epoch 2000 dan 2500. Hasil pelatihan ini berupa file model yang akan digunakan untuk pengujian model.

4.6 Hasil Pengujian model

Tahap pengujian model merupakan proses prediksi mask menggunakan data model hasil dari tahap pelatihan. Tahap pengujian merupakan proses yang menghasilkan *output* gambar prediksi mask dentin dari foto tes. *Output* prediksi ini merupakan hasil dari tahap pelatihan. Pada tahap pengujian ini terdapat 30 citra gigi yang dibagi kedalam tiga folder. Pengujian dilakukan tiga kali dan hasil dari pengujian model berupa gambar prediksi mask dari gambar tes yang berada di dalam folder tersebut. Untuk penilaian hasil dibagi menjadi tiga kategori yaitu sepadan, cukup, dan kurang.

Kategori sepadan adalah penilaian hasil prediksi mask daerah dentin gigi tersebut jelas membentuk daerah dentin. Contoh kategori sepadan dapat dilihat pada Gambar 4. 14. Kategori cukup adalah penilaian hasil prediksi mask yang hampir terlihat sama seperti kategori sepadan. Perbedaan antara kategori sepadan dan

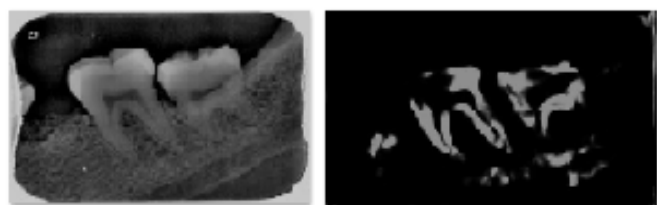
kategori cukup adalah daerah mask dentin yang terprediksi tepat dan mask dentin yang terprediksi kurang tepat tetapi sudah terlihat cukup untuk daerah dentin tersebut. Contoh kategori cukup dapat dilihat pada Gambar 4. 15. Kategori kurang adalah penilaian hasil prediksi mask dentin tidak jelas bentuknya. Contoh kategori kurang dapat dilihat pada Gambar 4. 16.



Gambar 4. 14 Contoh kategori sepadan



Gambar 4. 15 Contoh kategori cukup

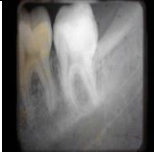

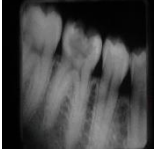

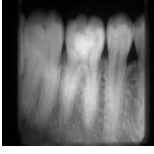

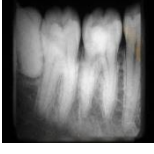





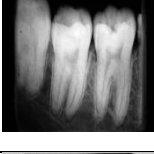







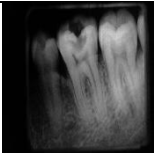

Gambar 4. 16 Contoh kategori kurang

4.6.1 Pengujian Pertama













Hasil pengujian pertama merupakan tes model pelatihan satu. Tes dilakukan pada citra gigi yang berada di folder dua dan tiga. Total gambar yang diprediksi berjumlah 20 gambar. Untuk hasil pengujian pertama dapat dilihat pada Tabel 4. 4, Tabel 4. 5, *Tabel 4. 6*, *Tabel 4. 7*, *Tabel 4. 8*, dan *Tabel 4. 9*.



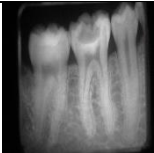

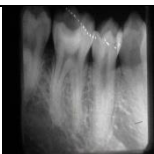



Tabel 4. 4 pengujian pertama folder dua epoch 2000

Gambar Uji	Hasil Uji	Kategori
		Kurang
		Cukup
		Kurang
		Kurang
		cukup
		Cukup
		Cukup
		Kurang

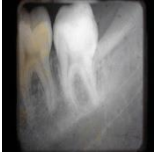

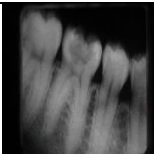

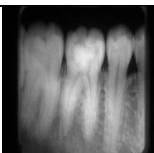
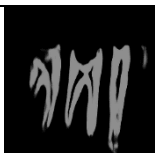
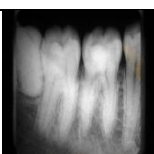

		Kurang
		Cukup

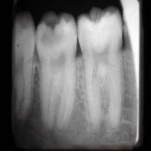

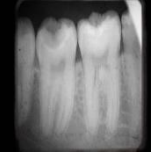

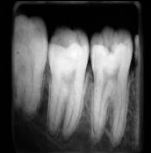




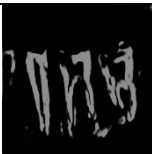
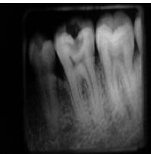

Tabel 4. 5 pengujian pertama folder tiga epoch 2000

Gambar Uji	Hasil Uji	Kategori
		Cukup
		Kurang
		Kurang
		Kurang
		Cukup
		Kurang

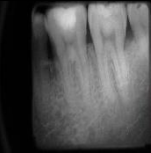



		Kurang
		Cukup
		cukup
		Cukup













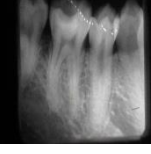



Tabel 4. 6 pengujian pertama folder dua epoch 2500

Gambar Uji	Hasil Uji	Kategori
		Kurang
		Cukup
		Cukup
		Cukup

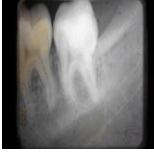

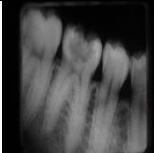

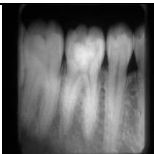



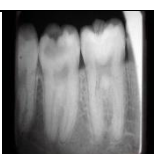



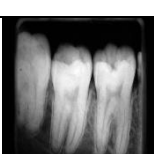




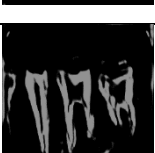
		Cukup
		Cukup
		Cukup
		Kurang
		Kurang
		Cukup

Tabel 4. 7 pengujian pertama folder tiga epoch 2500

Gambar Uji	Hasil Uji	Kategori
		Cukup
		Kurang

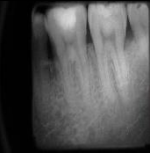













		Kurang
		Kurang
		Cukup
		Kurang
		Kurang
		Cukup
		Cukup
		Cukup

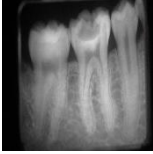

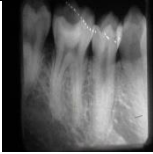



Tabel 4. 8 pengujian pertama folder dua epoch 3000

Gambar Uji	Hasil Uji	Kategori
		Kurang
		Cukup
		Cukup
		Kurang
		Cukup
		Cukup
		Cukup
		Kurang
		Kurang

		Cukup
---	---	-------

Tabel 4. 9 pengujian pertama folder tiga epoch 3000

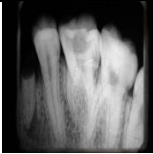

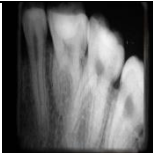
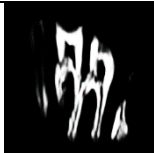
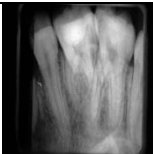

Gambar Uji	Hasil Uji	Kategori
		Cukup
		Kurang
		Kurang
		Kurang
		Kurang
		Kurang
		Kurang

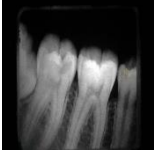

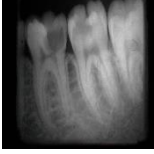
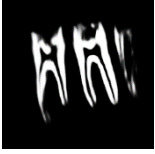

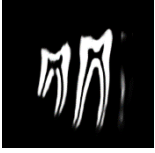




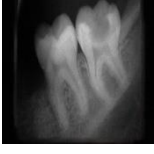



		Cukup
		Cukup
		Cukup

4.6.2 Pengujian Kedua

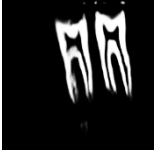
Hasil pengujian kedua merupakan tes model pelatihan dua. Tes dilakukan pada citra gigi yang berada di folder satu dan tiga. Hasil pengujian kedua dapat dilihat pada Tabel 4. 10, Tabel 4. 11, Tabel 4. 12, Tabel 4. 13, Tabel 4. 14, dan Tabel 4. 15.


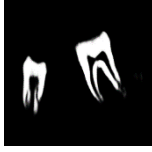




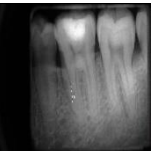
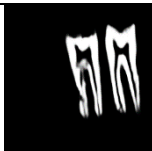

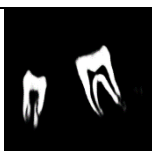


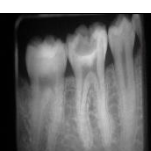
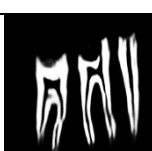
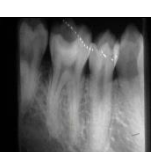
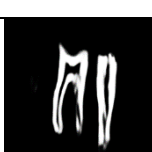

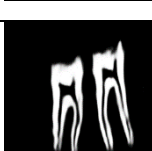
Tabel 4. 10 pengujian kedua folder satu epoch 2000

Gambar Uji	Hasil Uji	Kategori
		Kurang
		Kurang
		Kurang

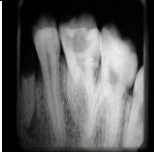

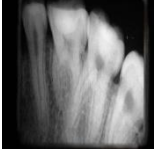

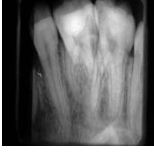

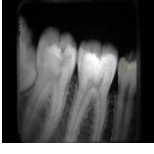









		Cukup
		Cukup
		Cukup
		Cukup
		Kurang
		Cukup
		Cukup

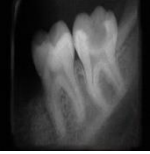



Tabel 4. 11 pengujian kedua folder tiga epoch 2000

Gambar Uji	Hasil Uji	Kategori
		Cukup

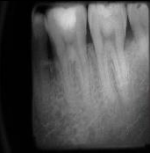







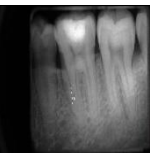



		Cukup
		Cukup
		Cukup
		Kurang
		Cukup
		Kurang
		Cukup
		Cukup
		Cukup



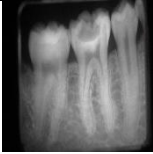





Tabel 4. 12 pengujian kedua folder satu epoch 2500

Gambar Uji	Hasil Uji	Kategori
		Kurang
		Kurang
		Kurang
		Cukup
		Kurang
		Cukup
		Cukup
		Kurang

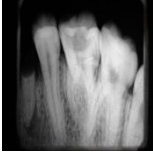

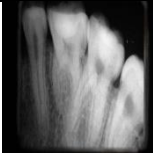

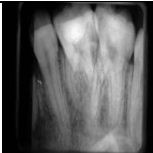

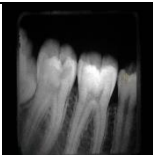

		Kurang
		Cukup

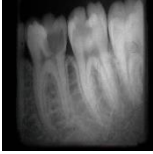



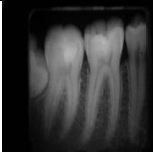

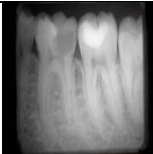

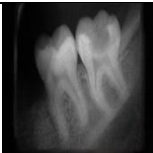

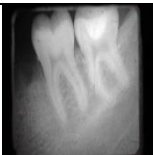

Tabel 4. 13 pengujian kedua folder tiga epoch 2500

Gambar Uji	Hasil Uji	Kategori
		Cukup
		Cukup
		Cukup
		Cukup
		Cukup
		Cukup





		Cukup
		Kurang
		Cukup
		Cukup





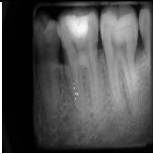





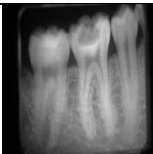





Tabel 4. 14 pengujian kedua folder satu epoch 3000

Gambar Uji	Hasil Uji	Kategori
		Kurang
		Kurang
		Kurang
		Cukup

		Cukup
		Cukup
		Cukup
		Kurang
		Cukup
		Cukup

Tabel 4. 15 pengujian kedua folder tiga epoch 3000


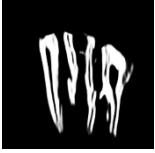
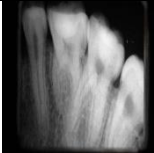

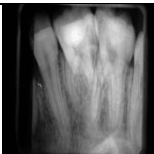


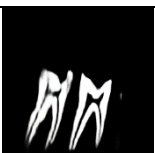


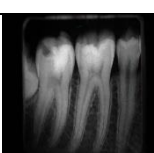
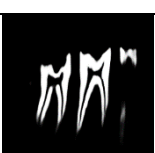

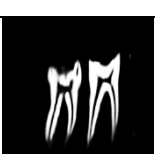

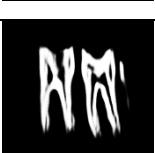
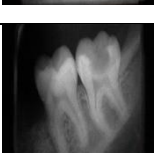
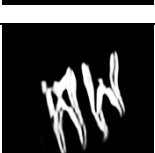
Gambar Uji	Hasil Uji	Kategori
		Cukup
		Cukup



		Cukup
		Kurang
		Cukup
		Cukup
		Cukup
		Cukup
		Cukup
		Cukup

4.6.3 Pengujian Ketiga

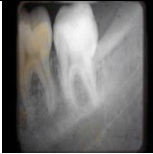

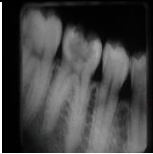

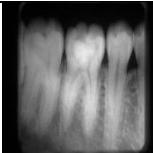

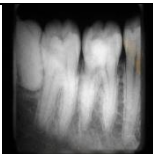
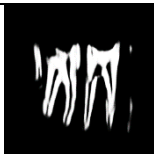
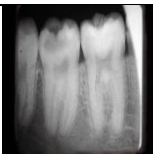
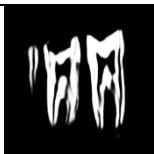

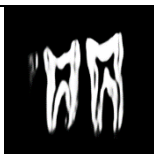
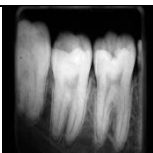
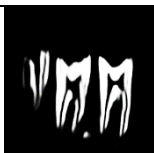
Hasil pengujian kedua menggunakan model pelatihan ketiga. Tes dilakukan pada citra gigi yang berada di folder satu dan dua. Hasil pengujian kedua dapat dilihat pada Tabel 4. 16, Tabel 4. 17, Tabel 4. 18, Tabel 4. 19, Tabel 4. 20, dan Tabel 4. 21.


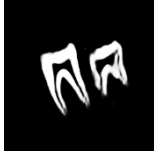


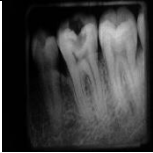

Tabel 4. 16 Pengujian ketiga folder satu epoch 2000

Gambar Uji	Hasil Uji	Kategori
		Kurang
		Kurang
		Kurang
		Cukup
		Kurang
		Cukup
		Kurang
		Kurang
		Kurang

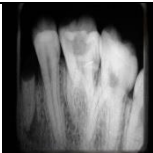

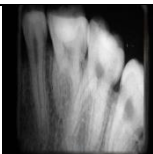







		Kurang
---	---	--------



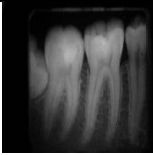

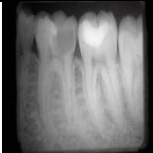

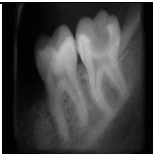

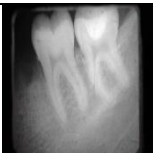

Tabel 4. 17 Pengujian ketiga folder dua epoch 2000

Gambar Uji	Hasil Uji	Kategori
		Kurang
		Kurang
		Kurang
		Kurang
		Cukup
		Cukup
		Cukup



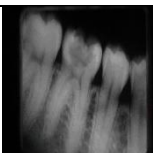

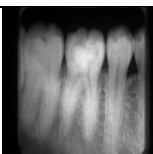

		Cukup
		Cukup
		Kurang

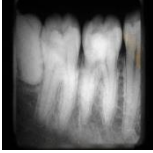

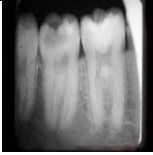

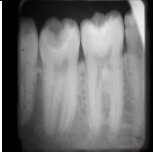

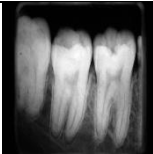





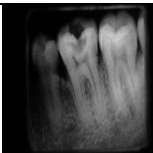

Tabel 4. 18 Pengujian ketiga folder satu epoch 2500

Gambar Uji	Hasil Uji	Kategori
		Kurang
		Kurang
		Kurang
		Cukup
		Cukup



		Cukup
		Cukup
		Kurang
		Kurang
		Kurang

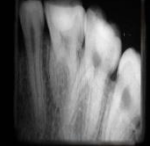
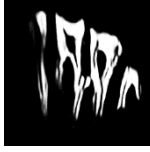





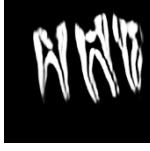



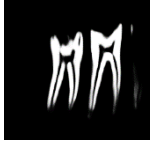


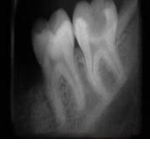


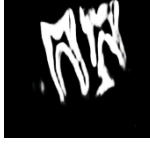
Tabel 4. 19 Pengujian ketiga folder dua epoch 2500

Gambar Uji	Hasil Uji	Kategori
		Kurang
		Cukup
		Kurang

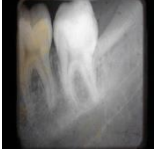
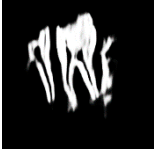
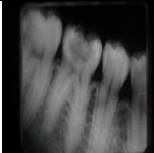

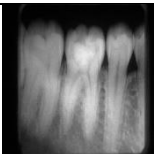


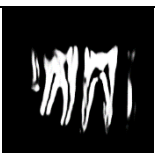
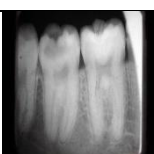
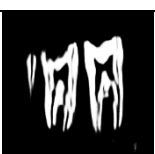

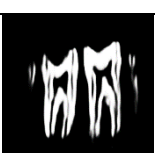
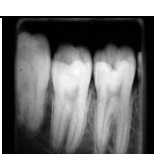
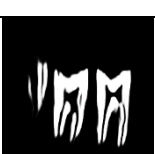

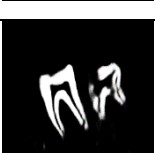

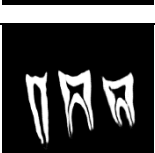
		Kurang
		Cukup
		Cukup
		Cukup
		Cukup
		Cukup
		Cukup

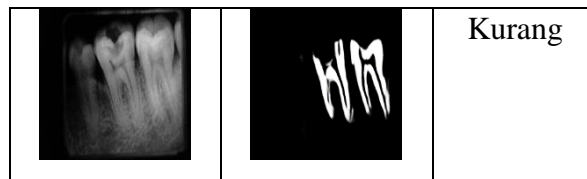
Tabel 4. 20 Pengujian ketiga folder satu epoch 3000

Gambar Uji	Hasil Uji	Kategori
		Kurang

		Kurang
		Kurang
		Cukup
		Cukup
		Cukup
		Cukup
		Kurang
		Kurang
		Kurang

Tabel 4. 21 Pengujian ketiga folder dua epoch 3000

Gambar Uji	Hasil Uji	Kategori
		Kurang
		Cukup
		Cukup
		Kurang
		Cukup
		Cukup
		Cukup
		Cukup
		Cukup



4.6.4 Analisis Pengujian Model

Analisis hasil pengujian ditampilkan pada *Tabel 4. 22*, *Tabel 4. 23*, dan *Tabel 4. 24*. Pengujian dilakukan dengan 20 citra gigi. 20 citra di masukkan ke dalam dua folder. Akurasi dalam tabel adalah akurasi dengan hasil cukup dan total rata-rata akurasi adalah rata-rata total hasil cukup. Dapat disimpulkan bahwa total akurasi rata-rata yang dihasilkan pada setiap epoch semakin baik. Hal tersebut dapat dilihat pada hasil rata-rata akurasi pada step epoch 2000, 2500, dan 3000. Untuk hasil sepadan yang masih kosong dikarenakan masih perlu untuk kembali pelatihan data dengan pengaturan parameter diatas 3000. Diharapkan untuk hasil kedepannya nilai yang kurang akan bisa menjadi nol.

Tabel 4. 22 Hasil pengujian step epoch 2000

Pelatihan	Folder	Kurang	Cukup	Sepadan	Akurasi
1	Dua	5	5	0	50%
	Tiga	5	5	0	50%
2	Satu	4	6	0	60%
	Tiga	2	8	0	80%
3	Satu	8	2	0	20%
	Dua	5	5	0	50%
Rata-rata akurasi					52%

Tabel 4. 23 Hasil pengujian step epoch 2500

Pelatihan	Folder	Kurang	Cukup	Sepadan	Akurasi
1	Dua	3	7	0	70%
	Tiga	5	5	0	50%
2	Satu	6	4	0	40%

	Tiga	1	9	0	90%
3	Satu	6	4	0	40%
	Dua	3	7	0	70%
Rata-rata akurasi					60%

Tabel 4. 24 Hasil pengujian step epoch 3000

Pelatihan	Folder	Kurang	Cukup	Sepadan	Akurasi
1	Dua	4	6	0	60%
	Tiga	6	4	0	40%
2	Satu	4	6	0	60%
	Tiga	1	9	0	90%
3	Satu	6	4	0	40%
	Dua	3	7	0	70%
Rata-rata akurasi					60%