

BAB 4

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

4.1 Implementasi Sistem

Setelah melakukan tahapan analisis dan perancangan, maka yang harus dilakukan selanjutnya adalah mengimplementasikan yang telah di analisis dan dirancang sebelumnya. Tahapan-tahapan implementasi tersebut berupa spesifikasi implementasi perangkat keras, spesifikasi implementasi perangkat lunak, kriteria pengujian, dan pengujian akurasi sistem.

4.1.1 Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras menjelaskan perangkat keras yang digunakan untuk mengimplementasikan sistem yang telah dibuat. Berikut ini merupakan perangkat keras yang digunakan dalam mengimplementasi sistem ini:

Tabel 4.1 Implementasi Perangkat Keras

No.	Perangkat Keras	Spesifikasi
1	Processor	Intel Core i3 3,4 GHz
2	Memori	RAM 16 GB
3	Hard Disk	1 TB
4	VGA	NVIDIA GeForce GTX 1050 Ti 4GB

4.1.2 Implementasi Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam aplikasi ini dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Implementasi Perangkat Lunak

No.	Perangkat Lunak	Analisis Spesifikasi Software
1	Sistem Operasi	Windows 10
2	Program	PyCharm

4.1.3 Implementasi Antarmuka

Poin ini menunjukkan hasil implementasi antarmuka aplikasi yang sudah dirancang sebelumnya. Terdapat empat antarmuka yaitu.

1. Implementasi halaman beranda
2. Implementasi halaman tambah gambar
3. Implementasi halaman pelatihan

4. Implementasi halaman prediksi

Hasil implementasi antarmuka aplikasi dapat dilihat di bagian lampiran.

4.2 Pengujian

Setelah dilakukan implementasi pada aplikasi, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian pada sistem untuk melihat apakah fungsi pada aplikasi sudah berjalan dengan baik atau belum.

4.2.1 Rencana Pengujian Fungsionalitas

Pada pengujian aplikasi ini dilakukan dengan cara memeriksa secara fungsionalitas terhadap sistem dengan menggunakan metode *black box*. Rencana pengujian ini dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Rencana pengujian

No	Poin Pengujian	Metode Pengujian
1	Tambah data	<i>Black Box</i>
2	Melakukan pelatihan	<i>Black Box</i>
3	Melakukan prediksi	<i>Black Box</i>

4.2.2 Hasil Pengujian Fungsionalitas

Berdasarkan rencana pengujian, maka dapat dilakukan pada pengujian aplikasi yang dapat dilihat pada tabel 4.4 dan tabel 4.6.

Tabel 4.4 Pengujian tambah data

Kasus dan Hasil Uji (Benar)			
Kasus	Hasil yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Memilih file dalam format jpg atau png	Data masuk ke folder <i>training</i> dan tampil pada halaman beranda	Data masuk ke folder <i>training</i> dan tampil pada halaman beranda	Diterima
Kasus dan Hasil Uji (Salah)			
Kasus	Hasil yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Memilih file dalam format txt	Tampil pesan kesalahan bahwa file tidak berformat jpg atau png	Tampil pesan kesalahan bahwa file tidak berformat jpg atau png	Diterima

Tabel 4.5 Pengujian pelatihan

Kasus dan Hasil Uji (Benar)			
Kasus	Hasil yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Melakukan pelatihan dengan memasukkan <i>learning rate</i> 0.001, metode <i>optimizer adam</i> dan jumlah <i>epoch</i> 100	Tampil hasil akurasi dari proses pelatihan	Tampil hasil akurasi dari proses pelatihan	Diterima
Kasus dan Hasil Uji (Salah)			
Kasus	Hasil yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Melakukan pelatihan dengan memasukkan <i>learning rate</i> dengan huruf, metode <i>optimizer adam</i> dan jumlah <i>epoch</i> dengan huruf	Tampil pesan kesalahan bahwa nilai <i>learning rate</i> dan jumlah <i>epoch</i> tidak boleh huruf	Tampil pesan kesalahan bahwa nilai <i>learning rate</i> dan jumlah <i>epoch</i> tidak boleh huruf	Diterima

Tabel 4.6 Pengujian prediksi

Kasus dan Hasil Uji (Benar)			
Kasus	Hasil yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Memilih file dalam format jpg atau png	Tampil pesan yang berisi motif kain batik yang diprediksi	Tampil pesan yang berisi motif kain batik yang diprediksi	Diterima
Kasus dan Hasil Uji (Salah)			
Kasus	Hasil yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Memilih file dalam format txt	Tampil pesan kesalahan bahwa file tidak berformat jpg atau png	Tampil pesan kesalahan bahwa file tidak berformat jpg atau png	Diterima

Hasil dari pengujian *blackbox* sesuai dengan yang diharapkan karena aplikasi dibuat dengan baik.

4.2.3 Rencana Pengujian Akurasi

Pengujian akurasi akan dilakukan sebanyak tiga kali. Pengujian pertama *dataset* akan digunakan sebagai data latih dan juga sebagai data uji. Pengujian kedua *dataset* akan dibagi menjadi 80/20 yaitu 80% data latih dan 20% data uji. Lalu pengujian kedua *dataset* akan dibagi menjadi 70/30 yaitu 70% data latih dan 30% data uji.

Semua dataset akan dilakukan preprocessing akan tetapi untuk data uji tidak menggunakan proses *data augmentation* berupa rotasi. Untuk pengujian pertama jumlah data latih dan jumlah data uji memiliki jumlah yang sama yaitu 556 maka total data latih setelah *preprocessing* berjumlah 2224 dan data uji berjumlah 556.

Pada pengujian kedua dataset dibagi menjadi 80% untuk data latih dan 20% untuk data uji. Jumlah untuk masing-masing data latih dan data uji yaitu 1768 dan 114. Pengujian ketiga dataset dibagi menjadi 70% untuk data latih dan 30% untuk

data uji. Hasil akurasi yang dicetak tebal memiliki hasil akurasi tertinggi untuk setiap kolom pada tabel. Maka jumlah untuk masing-masing data latih dan data uji yaitu 1544 dan 170. Adapun skenario pengujian dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.7 Skenario pengujian

	Data Latih		Data Uji	
	Pengujian Satu	100%	2224 gambar	100%
Pengujian Dua	80%	1768 gambar	20%	114 gambar
Pengujian Tiga	70%	1544 gambar	30%	170 gambar

4.2.4 Hasil Pengujian Ukuran Gambar

Pengujian ini akan membandingkan ukuran gambar yang digunakan pada tahap *scaling*. Gambar akan di *scaling* menjadi 256 pixel x 256 pixel dan 512 pixel x 512 pixel. Pengujian ini menggunakan umlah epoch sebanyak 1000 menggunakan *adam optimizer* dan learning rate 0.0001. Dengan menggunakan skenario pengujian pada tabel 4.6, hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.8 hingga 4.10.

1. Pengujian Satu

Tabel 4.8 Pengujian ukuran gambar untuk pengujian satu

No.	Ukuran Gambar	Hasil Akurasi
1	256	0.985611511
2	512	0.958633094

2. Pengujian Dua

Tabel 4.9 Pengujian ukuran gambar untuk pengujian dua

No.	Ukuran Gambar	Hasil Akurasi
1	256	0.824561404
2	512	0.815789474

3. Pengujian Tiga

Tabel 4.10 Pengujian ukuran gambar untuk pengujian tiga

No.	Ukuran Gambar	Hasil Akurasi
1	256	0.788235294
2	512	0.772058824

Hasil dari pengujian di atas dapat dilihat bahwa ukuran gambar 256 pixel x 256 pixel memiliki hasil akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan ukuran gambar 512 pixel x 512 pixel. Hal tersebut dipengaruhi oleh dataset (sebelum

preprocessing) yang memiliki gambar rata-rata dibawah 512 pixel x 512 pixel. Jika gambar di bawah 512 *pixel* diubah menjadi 512 *pixel* akan mengurangi kualitas gambar.

4.2.5 Hasil Pengujian Jumlah *Neuron* dan Jumlah *Layer*

Dengan menggunakan skenario pengujian pada tabel 4.6, pengujian ini dilakukan dengan menguji jumlah layer 2 dan 1 serta jumlah neuron sebanyak 4096 dan 2048. Pengujian ini menggunakan jumlah epoch sebanyak 1000 menggunakan *adam optimizer*, learning rate 0.0001 dan ukuran gambar pada saat *scaling* 256 pixel x 256 pixel. Dengan hasil yang dapat dilihat pada tabel 4.11 hingga tabel 4.13.

1. Pengujian Satu

Tabel 4.11 Pengujian jumlah *layer* dan *neuron* untuk pengujian satu

No.	Jumlah Layer	Jumlah Neuron	Hasil Akurasi
1	2	4096	0.987410072
2	1	4096	0.985611511
3	2	2048	0.98381295
4	1	2048	0.985611511

2. Pengujian Dua

Tabel 4.12 Pengujian jumlah *layer* dan *neuron* untuk pengujian dua

No.	Jumlah Layer	Jumlah Neuron	Hasil Akurasi
1	2	4096	0.815789474
2	1	4096	0.842105263
3	2	2048	0.833333333
4	1	2048	0.850877193

3. Pengujian Tiga

Tabel 4.13 Pengujian jumlah *layer* dan *neuron* untuk pengujian tiga

No.	Jumlah Layer	Jumlah Neuron	Hasil Akurasi
1	2	4096	0.817647059
2	1	4096	0.817647059
3	2	2048	0.823529412
4	1	2048	0.811764706

Hasil pengujian di atas didapatkan bahwa jumlah *layer* 1 dengan jumlah *neuron* 2048 memiliki hasil akurasi yang lebih baik dibandingkan yang lainnya. Jika dilihat jumlah *neuron* tidak meningkatkan hasil akurasi secara signifikan tetapi jumlah *layer* yang membuat hasil akurasi berbeda. Tetapi pada pengujian ketiga memiliki hasil yang sama untuk jumlah *layer* 1 dan 2 dengan jumlah *neuron* 4096. Hal tersebut terjadi juga pada pengujian satu dengan semua hasil akurasi memiliki angka yang tidak beda jauh.

4.2.6 Hasil Pengujian *Adam Optimizer*

Dengan menggunakan skenario pengujian pada tabel 4.6, pengujian ini akan membandingkan *adam optimizer* dengan *RMSprop optimizer* dan *SGD optimizer*. Hal tersebut untuk membuktikan apakah *adam optimizer* cocok untuk kasus klasifikasi motif kain batik. Jumlah *epoch* sebanyak 1000, jumlah *layer* 1 jumlah *neuron* 2048, ukuran gambar pada saat *scaling* 256 pixel x 256 pixel dan nilai akurasi sebagai acuan pengujian. Dengan hasil yang dapat dilihat pada tabel 4.14 hingga tabel 4.16.

1. Pengujian Satu

Tabel 4.14 Pengujian *optimizer* pertama

No.	<i>Learning Rate</i>	<i>Optimizer</i>		
		<i>Adam</i>	<i>RMSprop</i>	<i>SGD</i>
1	0.0001	0.985611511	0.985611511	0.92625899
2	0.0002	0.987410072	0.98381295	0.95323741
3	0.0003	0.985611511	0.98381295	0.97302158
4	0.0004	0.985611511	0.985611511	0.97661871
5	0.0005	0.982014388	0.98381295	0.98381295
6	0.0006	0.98381295	0.978417266	0.98381295
7	0.0007	0.98381295	0.980215827	0.98920863
8	0.0008	0.980215827	0.985611511	0.98920863
9	0.0009	0.98381295	0.982014388	0.98741007
10	0.0010	0.980215827	0.985611511	0.98920863
Rata-rata		0.98381295	0.983453237	0.97517986

2. Pengujian Dua

Tabel 4.15 Pengujian *optimizer* kedua

No.	<i>Learning Rate</i>	<i>Optimizer</i>		
		<i>Adam</i>	<i>RMSprop</i>	<i>SGD</i>
1	0.0001	0.824561404	0.833333333	0.8245614
2	0.0002	0.833333333	0.842105263	0.8245614
3	0.0003	0.815789474	0.850877193	0.8245614
4	0.0004	0.833333333	0.824561404	0.84210526
5	0.0005	0.789473684	0.824561404	0.83333333
6	0.0006	0.850877193	0.807017544	0.81578947
7	0.0007	0.842105263	0.824561404	0.83333333
8	0.0008	0.824561404	0.850877193	0.81578947
9	0.0009	0.833333333	0.842105263	0.79824561
10	0.0010	0.842105263	0.815789474	0.83333333
Rata-rata		0.828947368	0.831578947	0.8245614

3. Pengujian Tiga

Tabel 4.16 Pengujian *optimizer* ketiga

No.	<i>Learning Rate</i>	<i>Optimizer</i>		
		<i>Adam</i>	<i>RMSprop</i>	<i>SGD</i>
1	0.0001	0.823529412	0.823529412	0.77058824
2	0.0002	0.805882353	0.811764706	0.81764706
3	0.0003	0.817647059	0.823529412	0.80588235
4	0.0004	0.794117647	0.794117647	0.81176471
5	0.0005	0.8	0.8	0.80588235
6	0.0006	0.776470588	0.794117647	0.82941176
7	0.0007	0.817647059	0.8	0.80588235
8	0.0008	0.8	0.788235294	0.80588235
9	0.0009	0.817647059	0.782352941	0.79411765
10	0.0010	0.788235294	0.788235294	0.8
Rata-rata		0.804117647	0.800588235	0.80470588

Berdasarkan hasil pengujian di atas, nilai akurasi metode *adam optimizer* lebih baik dari *RMSprop* pada pengujian satu dan pengujian tiga. Hasil tersebut telah diuji oleh Diederik P. Kingma bahwa nilai akurasi *adam optimizer* memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan *RMSprop* [6]. Nilai akurasi *SGD* memang memiliki hasil yang tinggi dibandingkan dengan *adam optimizer* dan *RMSprop* tetapi perbaikan parameter yang dilakukan *SGD* memakan waktu yang lama. Hal tersebut dibuktikan oleh penelitian yang dilakukan oleh Ashia [36]. Penelitian tersebut juga menemukan bahwa metode *adaptive (adam optimizer dan RMSprop)* rata-rata lebih buruk daripada metode *SGD* [36].

4.2.7 Pengujian Akurasi

Pada pengujian akurasi telah disediakan 206 gambar. Gambar tersebut diambil dari dataset yang sebelumnya tidak mengalami pelatihan dan menggunakan learning rate dengan nilai terbesar dari hasil pengujian dua pada sub bab 4.2.6 yaitu 0.0006. Dapat dilihat pada tabel 4.17 hasil dari akurasinya.

Tabel 4.17 Pengujian Akurasi

No.	Label	Jumlah Gambar	Jumlah Tebakan Benar
1	Buketan	18	17
2	Ceplok	18	15
3	Kawung	16	15
4	Lereng	18	18
5	Megamendung	17	17
6	Sekarjagad	15	9
7	Sidomukti	12	5
Total		114	96

Berdasarkan pengujian di atas gambar berlabel sidomukti memiliki jumlah tebakan benar yang tidak lebih dari setengahnya yaitu 5 dari 12. Hal tersebut dipengaruhi oleh jumlah dataset yang lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah dataset yang lainnya. Untuk motif kain batik sidomukti, sebanyak 3 kali dikenali sebagai motif kain batik ceplok, 2 kali dikenali sebagai motif kain batik kawung, 1 kali dikenali sebagai motif kain sekarjagad dan motif kain batik buketan. Motif kain batik sidomukti dikenali sebagai motif ceplok karena memiliki pola kotak-kotak yang hampir sama.

Maka setelah dilakukan pengujian dapat dihitung akurasi pada *adaptive moment estimation* pada *convolutional neural network* dengan cara:

$$\frac{\text{Jumlah data benar}}{\text{Jumlah data uji}} \times 100\%$$

$$\frac{96}{114} \times 100\% = 84.210\%$$

Berdasarkan hasil pengujian akurasi yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa hasil dari *adaptive moment estimation* pada *convolutional neural network* untuk pengenalan motif kain batik dengan data uji 114 didapatkan keakuratan sebesar 84.210%.

4.2.8 Kesimpulan Penguji

Pada setiap pengujian dapat diketahui bahwa banyak hal yang dapat mempengaruhi hasil akurasi metode *convolutional neural network*. Pada pengujian

ukuran gambar didapatkan bahwa ukuran gambar 256 pixel x 256 pixel dapat meningkatkan akurasi setidaknya 0.01. Hasil dari pengujian ukuran gambar tersebut digunakan kembali untuk menguji pengaruh jumlah *layer* dan *neuron* pada metode *convolutional neural network*. Hasil yang didapatkan dari pengujian tersebut, jumlah *layer* 1 dan jumlah *neuron* 2048 mendapatkan hasil yang paling tinggi berdasarkan rata-ratanya.

Selanjutnya hasil dari pengujian jumlah *layer* dan *neuron* digunakan kembali untuk pengujian *adam optimizer*. Untuk *adam optimizer*, hasil akurasi yang paling tinggi ditemukan pada *learning rate* 0.0006 dengan *dataset* 80%/20%.

Pada pengujian terakhir yaitu pengujian akurasi, penelitian ini menggunakan ukuran gambar (*scaling*) 256 pixel x 256 pixel, jumlah *layer* 1, jumlah *neuron* 2048 dan *learning rate* 0.0006. Hasil pengujian tersebut didapatkan akurasi 84.210%

