

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xi
INTISARI	xii
ABSTRACT	xiii
<b>I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
<b>II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
<b>III LANDASAN TEORI</b>	<b>7</b>
3.1 <i>Pengolahan Citra Digital</i>	7
3.2 Ruang Warna HSV	8
3.3 <i>Local Binary Pattern</i>	9
3.4 Klasifikasi dan Deteksi	10
3.5 Jaringan Syaraf Tiruan	10
3.6 <i>Convolutional Neural Network</i>	11
3.7 <i>Mask R-CNN</i>	12
3.8 <i>Region of Interest</i>	13
3.9 <i>Intersection over Union</i>	14

3.10	<i>Precision dan Recall</i>	15
3.11	<i>Mean Average Precision</i>	15
3.12	<i>Ilmu Tajwid</i>	16
3.12.1	<i>Idgham</i>	16
3.12.2	<i>Iqlab</i>	17
3.12.3	<i>Ikhfa</i>	17
3.12.4	<i>Idgham mim</i>	17
3.12.5	<i>Ikhfa' syafawi</i>	17
<b>IV</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>19</b>
4.1	Deskripsi Penelitian	19
4.2	Alat dan Bahan Penelitian	21
4.3	Dataset	21
4.3.1	Anotasi <i>Dataset</i>	22
4.4	Tahapan Penelitian	22
4.4.1	Studi Literatur	22
4.4.2	Pengumpulan Data	22
4.4.3	Analisis Sistem	23
4.4.4	Perancangan Sistem	23
4.4.5	Implementasi Sistem	23
4.4.6	Pengujian	23
4.4.7	Penulisan Laporan	23
4.5	Rancangan Sistem	24
4.5.1	Segmentasi Citra	25
4.5.2	Citra <i>RGB</i>	26
4.5.3	Citra <i>Grayscale</i>	27
4.5.4	Citra <i>Local Binary Pattern (LBP)</i>	28
4.5.5	<i>Mask R-CNN</i>	29
4.5.6	Klasifikasi Hukum Tajwid	29
4.6	Rancangan Pengujian	30
<b>V</b>	<b>IMPLEMENTASI</b>	<b>32</b>
5.1	Implementasi Proses Segmentasi	32
5.2	Implementasi Proses Pelatihan	33
5.2.1	Pemuatan Pustaka	33

5.2.2	Pembuatan Kelas Dataset	34
5.2.3	Pembuatan Model dan Pelatihan	36
5.3	Proses Deteksi dan Klasifikasi Nama Tajweed	41
5.3.1	Pemuatan model	41
5.3.2	Pemuatan citra dan proses deteksi	41
5.3.3	Aturan-aturan hukum bacaan	42
5.3.4	Klasifikasi Hukum Bacaan Tajwid	50
<b>VI</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>52</b>
6.1	Hasil Segmentasi Berbasis Fitur Warna	52
6.2	<i>Mask R-CNN</i>	53
6.2.1	Hasil Pelatihan	53
6.2.2	Hasil validasi	57
6.2.3	Evaluasi model	61
6.3	Klasifikasi hukum bacaan tajwid	70
6.3.1	Hasil pengujian klasifikasi tajwid	70
6.3.2	Cofusion Matrix	72
<b>VII</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>75</b>
7.1	Kesimpulan	75
7.2	Saran	75
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>76</b>

## DAFTAR GAMBAR

3.1	3 bagian akuisisi citra (Moeslund, 2012)	7
3.2	HSV (Zuraiyah dkk., 2018)	8
3.3	Jaringan syaraf tiruan (Glosser, 2013)	11
3.4	Convolutional Neural Network (El-Sayed, 2013)	12
3.5	Faster R-CNN (Ren dkk., 2016)	13
3.6	(1). Hasil <i>masking</i> pada citra. (2) Arsitektur <i>Mask R-CNN</i> (He dkk., 2018)	13
3.7	Citra ayat dan RoI	14
3.8	<i>Intersection over Union</i>	14
3.9	Hukum nun sukun dan mim sukun (Zaky, 2008)	18
4.1	Alur penelitian	20
4.2	Sampel citra <i>dataset</i>	21
4.3	Anotasi pada citra	22
4.4	<i>Flowchart</i> sistem	25
4.5	<i>Flowchart</i> segmentasi	26
4.6	(a) citra sebelum segmentasi, (b) citra hasil segmentasi	26
4.7	Sample citra RGB	27
4.8	Sample citra <i>grayscale</i>	27
4.9	Sample citra LBP	28
4.10	Sample citra <i>grayscale</i>	29
4.11	<i>Flowchart</i> klasifikasi	30
5.1	Pemuatan pustaka dan gambar	32
5.2	Cuplikan kode segmentasi	32
5.3	<i>Pseudocode</i> segmentasi	33
5.4	Pemuatan pustaka proses pelatihan	34
5.5	Fungsi ekstraksi LBP	35
5.6	Cuplikan kode kelas data hijaiyah	36
5.7	Cuplikan kode konfigurasi untuk pelatihan	36
5.8	Persiapan dataset dan pembuatan model	37
5.9	Kelas <i>callback</i>	38
5.10	Kelas <i>callback</i>	39

5.11 Kelas <i>callback</i> . . . . .	40
5.12 Pemuatan model hasil pelatihan . . . . .	41
5.13 Pemuatan citra dan deteksi . . . . .	42
5.14 Pengecekan harakat dan batas jarak huruf . . . . .	43
5.15 Pengecekan qalqalah . . . . .	44
5.16 Pengecekan idgham bighunnah . . . . .	45
5.17 Pengecekan idgham bilaghunnah . . . . .	46
5.18 Pengecekan iqlab . . . . .	47
5.19 Pengecekan ikhfa . . . . .	48
5.20 Pengecekan idgham mitslain . . . . .	49
5.21 Pengecekan ikhfa syafawi . . . . .	49
5.22 Fungsi untuk menentukan roi hukum tajwid . . . . .	50
5.23 Klasifikasi dan pelabelan . . . . .	50
5.24 Pengecekan idgham bighunnah . . . . .	51
6.1 (a), (c) Citra asli dataset ayat. (b), (d) Citra hasil segmentasi . . . . .	52
6.2 Perbandingan nilai <i>threshold</i> . . . . .	53
6.3 Perbandingan nilai MAP pelatihan . . . . .	55
6.4 Perbandingan nilai <i>Bounding Box Loss</i> pelatihan . . . . .	56
6.5 Perbandingan nilai <i>Class Loss</i> pelatihan . . . . .	57
6.6 Perbandingan nilai MAP validasi . . . . .	58
6.7 Perbandingan nilai <i>Bounding Box Loss</i> validasi . . . . .	60
6.8 Perbandingan nilai <i>Class Loss</i> validasi . . . . .	60
6.9 <i>Confusion matrix</i> model RGB <i>Batch Size</i> 2 . . . . .	62
6.10 <i>Confusion matrix</i> model RGB <i>Batch Size</i> 4 . . . . .	63
6.11 <i>Confusion matrix</i> model RGB <i>Batch Size</i> 8 . . . . .	64
6.12 <i>Confusion matrix</i> model grayscale <i>Batch Size</i> 2 . . . . .	65
6.13 <i>Confusion matrix</i> model grayscale <i>Batch Size</i> 4 . . . . .	66
6.14 <i>Confusion matrix</i> model grayscale <i>Batch Size</i> 8 . . . . .	67
6.15 <i>Confusion matrix</i> model LBP <i>Batch Size</i> 2 . . . . .	68
6.16 <i>Confusion matrix</i> model LBP <i>Batch Size</i> 4 . . . . .	69
6.17 <i>Confusion matrix</i> model LBP <i>Batch Size</i> 8 . . . . .	70
6.18 Contoh citra hasil klasifikasi . . . . .	71
6.19 <i>Confusion matrix</i> klasifikasi tajwid citra RGB . . . . .	72
6.20 <i>Confusion matrix</i> klasifikasi tajwid citra grayscale . . . . .	73

6.21 <i>Confusion matrix</i> klasifikasi tajwid citra LBP . . . . .	74
---	----

## DAFTAR TABEL

2.1 Perbandingan penelitian . . . . .	5
6.1 Rata-rata MAP pelatihan di 20 epoch terakhir . . . . .	54
6.2 Rata-rata <i>Loss</i> pelatihan di 20 epoch terakhir . . . . .	56
6.3 Rata-rata MAP validasi di 20 epoch terakhir . . . . .	58
6.4 Rata-rata <i>Loss</i> validasi di 20 epoch terakhir . . . . .	59
6.5 Rata-rata MAP uji . . . . .	61
6.6 Rata-rata performa . . . . .	71