

## KATA PENGANTAR

Pertama-tama, penulis ingin memanjatkan puji syukur kepada Tuhan Yesus atas berkat, anugerah, karunia, dan pimpinan-Nya yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, yang berjudul PERANCANGAN APLIKASI ANDROID UNTUK PENGENALAN TULISAN TANGAN SISWA PADA BORANG JAWABAN UJIAN JENIS PILIHAN BERGANDA, dengan baik dan tepat waktu.

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang turut berkontribusi sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

1. Bapak Hendra Tjahyadi., S.T., M.T., Ph.D., sebagai Pembantu Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
2. Ibu Irene A. Lazarusli, S.Kom., M.T., sebagai Ketua Jurusan Teknik Informatika.
3. Bapak Aditya Rama Mitra, S.Si., M.T., sebagai Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan dan bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
4. Dion Krisnadi, S.Inf., S.Si., M.T.I., sebagai Dosen Co-Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Keluarga penulis yaitu Ayah (Yosafat Halim), Ibu (Tan Rinawati Halim), Saudara Perempuan (Febriana Josephine Halim) dan Saudara Laki-Laki (Ivan Yonathan Halim) yang telah memberikan

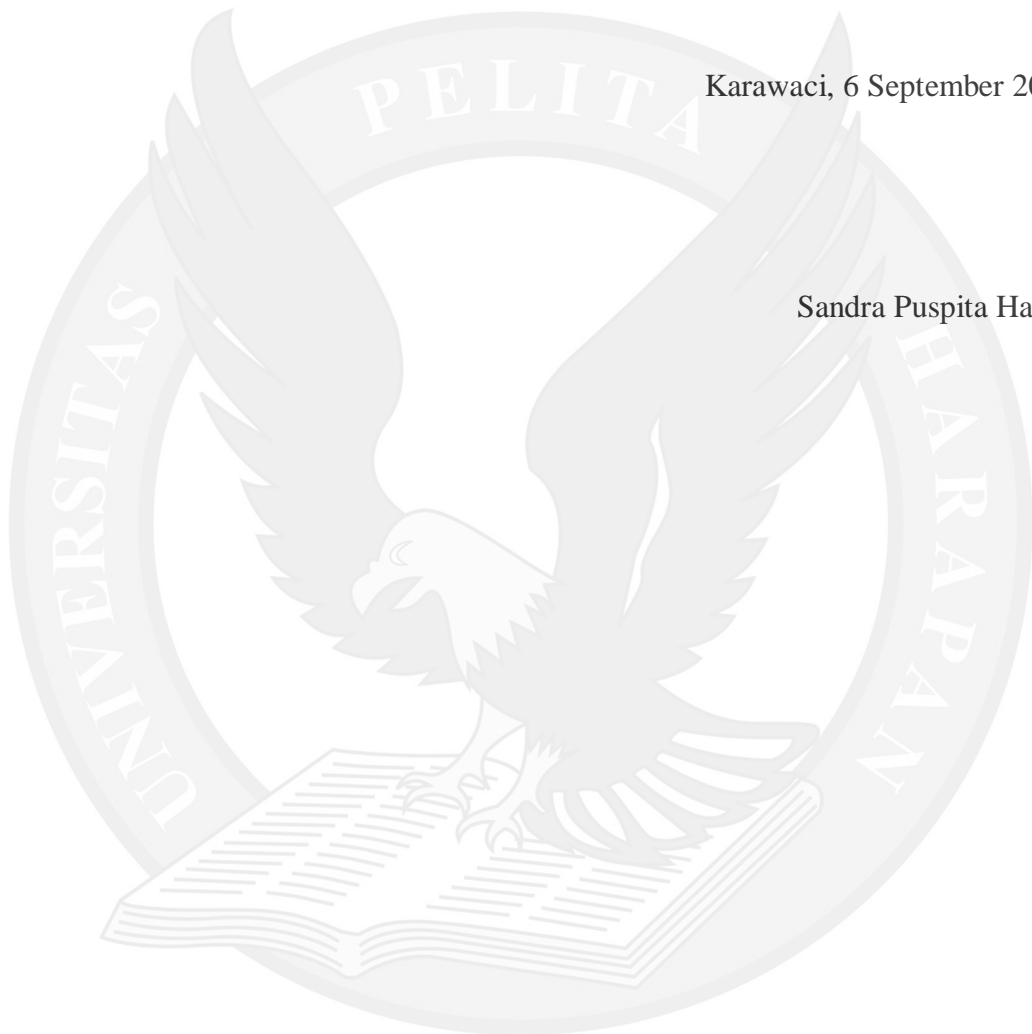
banyak bantuan serta dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

6. Teman-teman UPH, khususnya Teknik Informatika 2014 yaitu Kenny Octacio, Georgius William Pratama, Abianto Wibisono, Sherwin, Michael Regianto, Ricky Gunawan, Senior Teknik Informatika 2010, Kevin Murvie, Senior, Adhytama dalam memberikan dukungan, saran serta bantuan kepada penulis selama mengerjakan tugas akhir ini.
7. Teman-teman Teknik Informatika 2013 dan 2015 yang telah memberikan semangat dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Sahabat SMP penulis, Lily Andriani dan Jessica Allen Hasibuan, yang telah memberikan semangat dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Sahabat SMA penulis, Karina Yosefin Thamrin, Cindy Cynthia, Sherfin Tania, Octavia Monaliesa, Claudia Florencia, yang telah memberikan semangat dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Seluruh pihak lain yang turut membantu, membimbing dan mendukung penulis selama ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak yang membacanya, dan dapat dijadikan sebagai bahan penelitian lainnya serta dapat dikembangkan lebih lanjut.

Karawaci, 6 September 2017

Sandra Puspita Halim



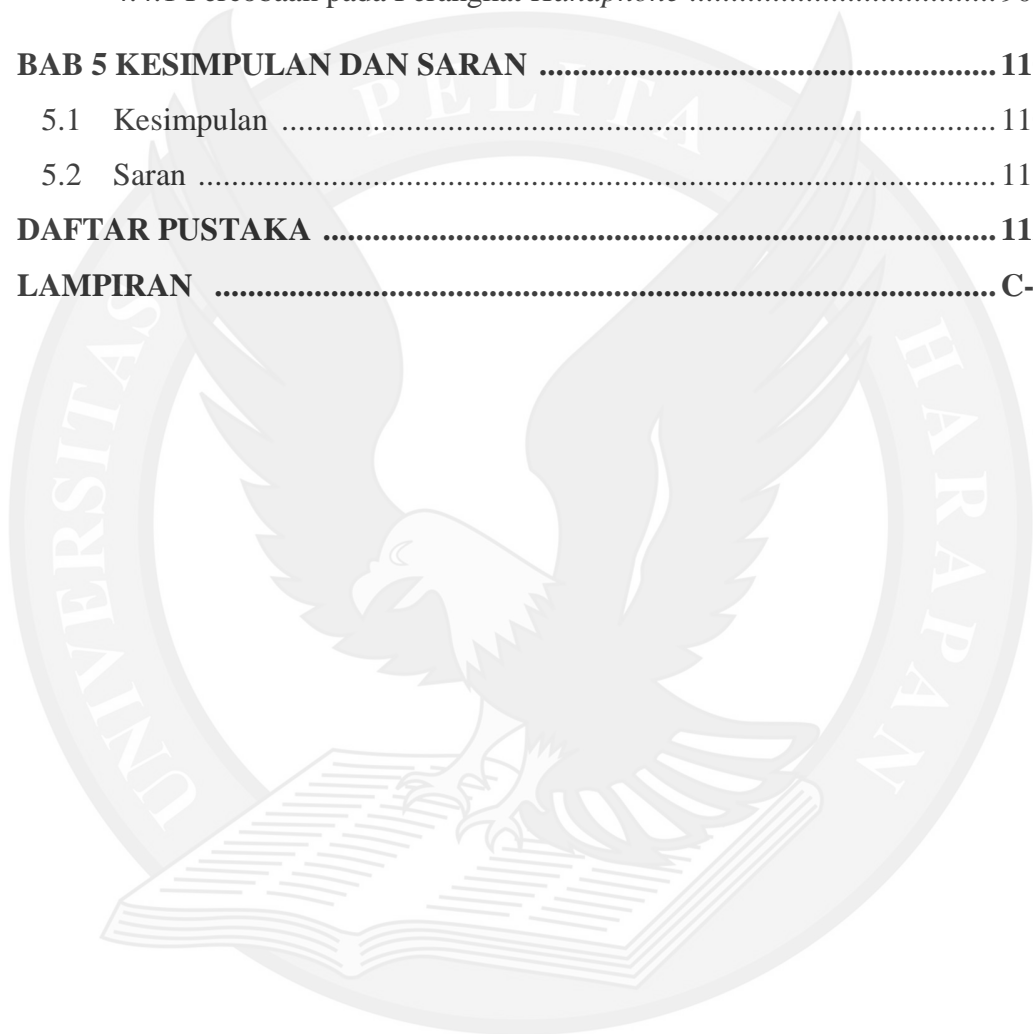
# DAFTAR ISI

Halaman

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR</b>	
<b>PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR</b>	
<b>PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR</b>	
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xx
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan .....	4
1.5 Metodologi.....	5
1.6 Struktur Penulisan .....	6
<b>BAB 2 LANDASAN TEORI .....</b>	<b>7</b>
2.1 Soal Pilihan Ganda .....	7
2.2 <i>Optical Character Recognition</i> .....	8
2.3 Pengolahan Citra Digital .....	10
2.4 <i>Median Blur</i> .....	18
2.5 <i>Thresholding</i> .....	19
2.6 <i>Gabor Filter</i> .....	21
2.7 <i>OpenCV</i> .....	22
2.7.1 <i>Mat OpenCV</i> .....	23

2.7.2	<i>Linear Filter</i>	24
2.7.3	<i>RGB to Gray</i>	25
2.7.4	<i>Contour</i>	25
2.4.5.1	<i>Contour Approximation dan Contour Area</i>	26
2.4.5.2	<i>Moments</i>	27
2.4.5.3	<i>Bounding Rectangle</i>	27
2.7.5	<i>Perspective Transform dan Warp Perspective</i>	28
2.7.6	<i>AddWeighted</i>	29
2.7.7	<i>Normalization</i>	29
2.8	Jaringan Saraf Tiruan	31
2.8.1	<i>Multilayer Perceptron</i>	38
2.8.2	<i>Hidden Layer</i>	42
2.6	<i>iText</i>	42
2.7	<i>SQLite</i>	43
<b>BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM</b>		<b>45</b>
3.1	Rancangan Percobaan Sistem	46
3.1.1	Rancangan Lembar Jawaban	46
3.1.2	Rancangan Tahap Pengambilan Gambar	47
3.1.3	Rancangan Tahap Pemrosesan Awal	47
3.1.4	Rancangan Tahap Identifikasi Hasil	49
3.1.5	Rancangan Tahap Evaluasi Hasil	49
3.1.6	Rancangan Tahap Pemrosesan Data Gambar	50
3.1.7	Rancangan Tahap Pelatihan Data	52
<b>BAB 4 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN</b>		<b>55</b>
4.1	Hardware dan spesifikasi piranti yang digunakan	55
4.2	Tampilan Aplikasi	56
4.3	Implementasi Sistem	61
4.3.1	Implementasi Pengambilan Gambar	62
4.3.1	Implementasi Pemrosesan Awal	63
4.3.2	Implementasi Identifikasi Hasil	69
4.3.3	Implementasi Evaluasi Hasil	75

4.3.4 Implementasi Pemrosesan Data Gambar .....	79
4.3.5 Implementasi Pelatihan Data .....	81
4.3.5.1 Hasil Pelatihan Data .....	83
4.3.5.2 Implementasi <i>Hidden Layer</i> .....	88
4.4 Analisis Data Percobaan .....	90
4.4.1 Percobaan pada Perangkat <i>Handphone</i> .....	90
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>110</b>
5.1 Kesimpulan .....	110
5.2 Saran .....	111
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>112</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>C-1</b>



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Klasifikasi OCR.....	8
Gambar 2.2 <i>Feature extraction</i> dengan <i>row vector</i> .....	9
Gambar 2.3 Ilustrasi OCR dengan <i>neural networks</i> .....	10
Gambar 2.4 <i>Pixel</i> .....	11
Gambar 2.5 Gambar yang memiliki <i>noise</i> (kiri), Gambar hasil dari <i>noise removing</i> (kanan).....	13
Gambar 2.6 Contoh <i>color image processing</i> (a) <i>Enhance saturation color</i> , (b) <i>Reduce saturation color</i> .....	13
Gambar 2.7 Contoh <i>kernel</i> ukuran 3x3 bentuk <i>rectangle</i> (kiri), bentuk <i>cross</i> (kanan).....	14
Gambar 2.8 Proses <i>convolution dilation</i> .....	15
Gambar 2.9 Gambar awal (kiri), Gambar setelah operasi <i>dilation</i> (kanan).....	15
Gambar 2.10 Proses <i>convolution erosion</i> .....	16
Gambar 2.11 Gambar awal (kiri), Gambar setelah operasi <i>erosion</i> (kanan).....	16
Gambar 2.12 Gambar awal (kiri), Gambar setelah operasi <i>closing</i> (kanan).....	17
Gambar 2.13 <i>Character segmentation</i> .....	17
Gambar 2.14 Contoh <i>automated traffic monitoring</i> .....	18
Gambar 2.15 Gambar awal (kiri), Gambar hasil <i>median filter</i> (kanan).....	19
Gambar 2.16 Perbandingan <i>simple thresholding</i> dengan <i>adaptive thresholding</i> ..	20
Gambar 2.17 Gambar hasil <i>gabor filter</i> dengan berbagai orientasi, (tengah-atas) 0°, (kanan-atas) 45°, (kiri-bawah) Penggabungan 4 orientasi : 0°, 45°, 90° dan 135°, (tengah-bawah) 90°, (kanan-bawah) 135°.....	21

Gambar 2.18 Representasi gambar, <i>grayscale 1-channel</i> (atas), warna 3-channel (bawah).....	23
Gambar 2.19 Proses <i>convolution</i> .....	24
Gambar 2.20 Gambar awal (kiri), Gambar hasil <i>RGB to Gray</i> (kanan) .....	25
Gambar 2.21 <i>Contour approximation</i> (berdasarkan parameter <i>epsilon</i> ), (a) gambar awal, (b) <i>epsilon</i> = 10%, (c) <i>epsilon</i> =1% .....	26
Gambar 2.22 Gambar hasil <i>bounding rectangle</i> .....	27
Gambar 2.23 Hasil penggabungan dari 2 gambar dengan fungsi <i>addWeighted</i> OpenCV, (a) Gambar 1, (b) Gambar 2, (c) Gambar hasil penggabungan. ....	29
Gambar 2.24 Contoh rentang nilai intensitas <i>pixel</i> (0-255) .....	30
Gambar 2.25 Jaringan saraf manusia .....	31
Gambar 2.26 <i>Artificial neuron</i> , (a) Struktur <i>artificial neuron</i> , (b) Elemen <i>neuron</i> pada <i>artificial neuron</i> .....	32
Gambar 2.27 <i>Neural network layers</i> .....	34
Gambar 2.28 Arsitektur <i>monolayer networks</i> .....	34
Gambar 2.29 Arsitektur <i>multilayer networks</i> .....	35
Gambar 2.30 Arsitektur <i>feedback networks</i> .....	36
Gambar 2.31 Klasifikasi jaringan saraf tiruan.....	38
Gambar 2.32 Hubungan <i>neuron</i> model MLP .....	39
Gambar 2.33 Contoh arsitektur MLP dengan penggunaan <i>bias</i> .....	39
Gambar 2.34 Contoh <i>file</i> PDF menggunakan pustaka <i>iText</i> .....	43
Gambar 2.35 Versi <i>SQLite</i> berdasarkan versi Android .....	44
Gambar 3.1 Tahapan aplikasi, (atas) Tahapan <i>online</i> dan (bawah) Tahapan <i>offline</i> .....	46
Gambar 3.2 Desain lembar jawaban .....	47



Gambar 3.3 Hasil yang diharapkan dari tahap pemrosesan awal .....	48
Gambar 3.4 Penamaan karakter, (a) Huruf besar, (b) Huruf kecil dan (c) Angka	52
Gambar 3.5 Ilustrasi pembuatan jaringan saraf tiruan, (a) Jaringan saraf tiruan alfabet, (b) Jaringan saraf tiruan angka. ....	53
Gambar 4.1 Tampilan jendela <i>home</i> . ....	56
Gambar 4.2 Tampilan jendela hasil .....	57
Gambar 4.3 Tampilan <i>file</i> PDF yang dihasilkan .....	58
Gambar 4.4 Tampilan jendela <i>scanning</i> , (kiri) format yang diisikan, (kanan) tampilan akhir setelah data berhasil disimpan. ....	59
Gambar 4.5 Tampilan jendela <i>training</i> .....	60
Gambar 4.6 Pengambilan gambar tampak jauh.....	61
Gambar 4.7 Pengambilan gambar tampak dekat .....	61
Gambar 4.8 Tahap pengambilan gambar .....	62
Gambar 4.9 Tahap pemrosesan awal .....	63
Gambar 4.10 Kode duplikasi gambar .....	64
Gambar 4.12 Kode deteksi kertas.....	66
Gambar 4.13 Kode pencarian titik kotak hitam.....	67
Gambar 4.14 Kode transformasi kertas.....	68
Gambar 4.15 Hasil pemrosesan awal.....	68
Gambar 4.16 Kode tahap akhir pemrosesan awal .....	69
Gambar 4.17 Kode pencarian 64 kotak.....	70
Gambar 4.18 Kode pemrosesan kotak .....	71
Gambar 4.19 Hasil perhitungan ulang posisi <i>rectangle</i> , (kiri) <i>bounding</i> <i>rectangle</i> yang dibuat berdasarkan terdeteksinya karakter, (kanan) posisi <i>bounding rectangle</i> yang diubah. ....	71
Gambar 4.20 Pengaplikasian <i>filter gabor</i> pada karakter.....	72

Gambar 4.21 Kode ekstraksi fitur angka, nama dan jawaban .....	73
Gambar 4.22 Kode ekstraksi fitur dan normalisasi fitur .....	73
Gambar 4.23 Tahap identifikasi hasil .....	74
Gambar 4.24 Kode pembacaan <i>file</i> CSV berdasarkan nama <i>path</i> .....	75
Gambar 4.25 Kode pembacaan <i>file</i> txt pelatihan data dan penyimpanan ke dalam tipe objek .....	76
Gambar 4.26 Kode hasil <i>file</i> pembacaan bobot pelatihan data .....	76
Gambar 4.27 Kode <i>neural network</i> angka .....	77
Gambar 4.28 Kode <i>neural network</i> huruf besar .....	77
Gambar 4.29 Kode <i>neural network</i> huruf kecil.....	77
Gambar 4.30 Kode proses <i>feedforward neural network</i> .....	77
Gambar 4.31 Tahap evaluasi hasil.....	78
Gambar 4.32 Kode untuk pemrosesan awal data gambar .....	80
Gambar 4.33 Contoh hasil <i>file</i> CSV angka, (a) Fitur A 784-bit, (b) Label A 26-bit.....	80
Gambar 4.34 Tahap pemrosesan data gambar.....	80
Gambar 4.35 Tahap pelatihan data .....	81
Gambar 4.36 Kode perhitungan eror pada <i>output layer</i> .....	82
Gambar 4.37 Kode perhitungan eror pada <i>hidden layer</i> .....	82
Gambar 4.38 Kode perhitungan bobot baru dari <i>hidden</i> ke <i>output layer</i> .....	83
Gambar 4.39 Kode perhitungan bobot baru dari <i>input</i> ke <i>hidden layer</i> .....	83
Gambar 4.40 Grafik eror pelatihan data angka MNIST.....	84
Gambar 4.41 Grafik eror pelatihan data angka ( <i>dataset</i> sendiri) .....	85
Gambar 4.42 Grafik eror pelatihan data huruf besar (A-Z) .....	86
Gambar 4.43 Grafik eror pelatihan data huruf besar (A-E) .....	86

Gambar 4.44 Grafik eror pelatihan data huruf kecil (a-z)..... 87

Gambar 4.45 Grafik eror pelatihan data huruf kecil (a-e)..... 88

Gambar 4.46 Grafik perbandingan jumlah penggunaan *neuron hidden*..... 89

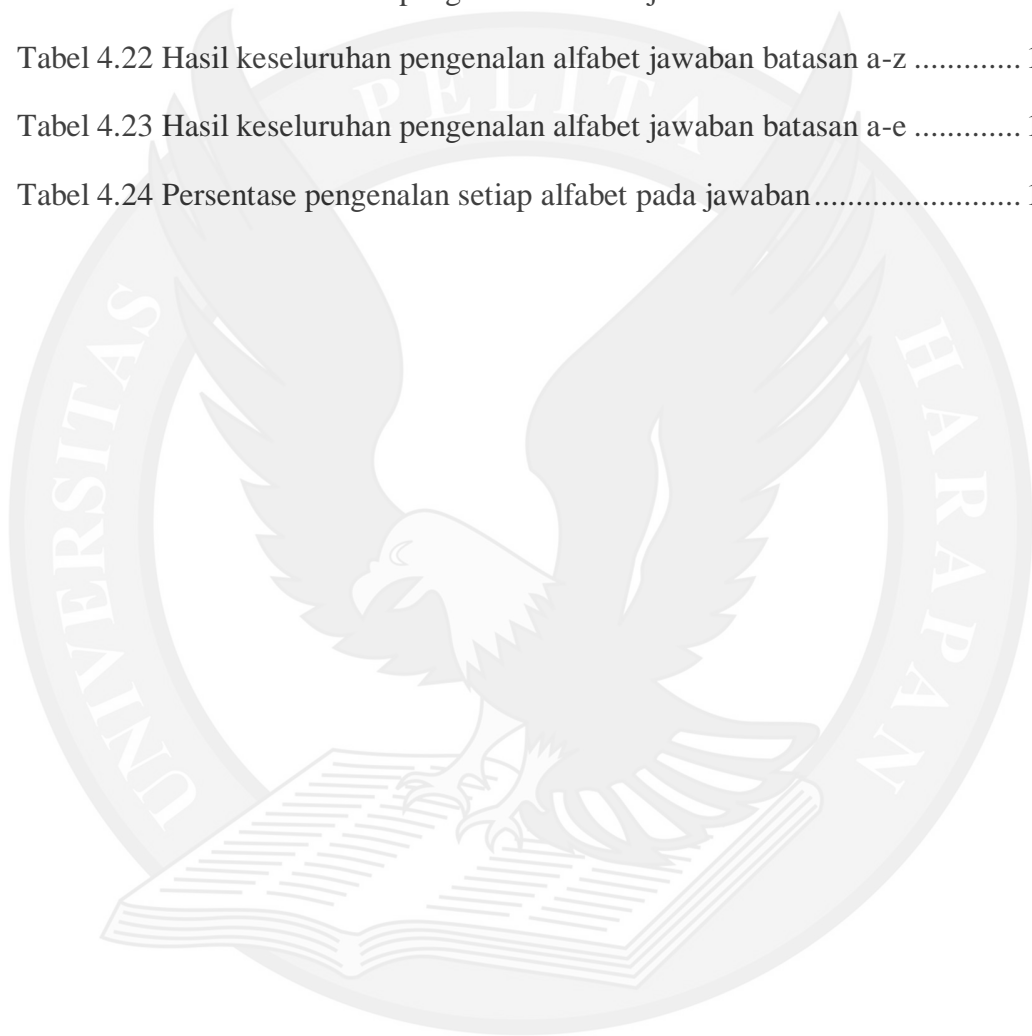
Gambar 4.46 Ilustrasi sudut dan jarak pengambilan gambar ..... 90



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Struktur Modul OpenCV .....	22
Tabel 2.2 Fungsi aktivasi <i>neural network</i> .....	32
Tabel 3.1 Rangkuman data gambar yang telah dikumpulkan untuk pelatihan .....	50
Tabel 4.1 Spesifikasi <i>smartphone</i> yang digunakan .....	55
Tabel 4.2 Spesifikasi laptop yang digunakan.....	55
Tabel 4.3 Penjelasan pelatihan data yang digunakan dalam pemrosesan data gambar.....	79
Tabel 4.4 Hasil pelatihan data angka MNIST .....	84
Tabel 4.5 Hasil pelatihan data angka ( <i>dataset</i> sendiri) .....	85
Tabel 4.6 Hasil pelatihan data huruf besar (A-Z) .....	85
Tabel 4.7 Hasil pelatihan data huruf besar (A-E).....	86
Tabel 4.8 Hasil pelatihan data huruf kecil (a-z) .....	87
Tabel 4.9 Hasil pelatihan data huruf kecil (a-e) .....	87
Tabel 4.10 Hasil pengambilan gambar dari berbagai sudut dan jarak.....	91
Tabel 4.11 Persentase keberhasilan deteksi kertas dari berbagai sudut dan jarak .....	92
Tabel 4.12 Hasil pengujian identifikasi hasil .....	93
Tabel 4.13 Rangkuman jumlah setiap angka dari 8 <i>form</i> .....	99
Tabel 4.14 Rangkuman jumlah setiap alfabet (nama) dari 8 <i>form</i> .....	99
Tabel 4.15 Rangkuman jumlah setiap alfabet (jawaban) dari 8 <i>form</i> .....	100
Tabel 4.16 Hasil terbaik pengenalan angka dengan <i>dataset</i> MNIST dan <i>dataset</i> sendiri.....	101

Tabel 4.17 Persentase pengenalan setiap angka .....	101
Tabel 4.18 Hasil terbaik pengenalan alfabet nama .....	103
Tabel 4.19 Persentase pengenalan setiap alfabet pada nama .....	104
Tabel 4.20 Hasil terbaik pengenalan alfabet jawaban batasan A-Z.....	105
Tabel 4.21 Hasil keseluruhan pengenalan alfabet jawaban batasan A-E.....	106
Tabel 4.22 Hasil keseluruhan pengenalan alfabet jawaban batasan a-z .....	106
Tabel 4.23 Hasil keseluruhan pengenalan alfabet jawaban batasan a-e .....	107
Tabel 4.24 Persentase pengenalan setiap alfabet pada jawaban.....	107



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A.1 Desain lembar jawaban.....	1
Lampiran A.2 Hasil pengujian berbagai sudut dan jarak.....	2
Lampiran A.3 Hasil pengujian data angka berdasarkan berbagai jumlah pelatihan data ( <i>dataset</i> MNIST dan <i>dataset</i> sendiri) .....	16
Lampiran A.4 Hasil pengujian data nama berdasarkan berbagai jumlah pelatihan data .....	19
Lampiran A.5 Hasil terbaik pengujian jawaban .....	29
Lampiran A.6 Hasil pengujian perhitungan algoritma MLP.....	30
Lampiran A.7 Kumpulan <i>file</i> hasil pelatihan JST dari berbagai <i>dataset</i> .....	31