DAFTAR ISI

ABSTRAK i
ABSTRACT ii
KATA PENGANTAR iii
DAFTAR ISI v
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR SIMBOL xv
DAFTAR LAMPIRAN xviii
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Maksud dan Tujuan 2
1.4 Batasan Masalah 2
1.5 Metodologi Penelitian 3
1.5.1 Pengumpulan Data 4
1.5.2 Analisis Masalah 4
1.5.3 Analisis Preprocessing 4
1.5.4 Analisis Metode CNN 4
1.5.5 Pembangunan Perangkat Lunak 4
1.5.6 Pengujian Akurasi 6
1.5.7 Penarikan Kesimpulan 6
1.6 Sistematika Penulisan 6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 9
2.1 Sandi Rumput 9
2.2 Citra 9
2.3 Pengolahan Citra 10
2.4 Citra RGB 10
2.5 Citra Keabuan 10
2.6 *Thresholding* 11
2.7 Segmentasi 13
2.8 *Resize* 13

2.9 *Convolutional Neural Network* 13
2.9.1 *Convolution Layer* 14
2.9.2 *Activation Layer* 16
2.9.3 *Pooling Layer* 17
2.9.4 *Fully-Connected Layer* 17
2.10 *Softmax Classifier* 19
2.11 *Loss Function* 19
2.12 *Backpropagation* 19
2.13 *Confussion Matrix* 22
2.14 *UML (Unified Modelling Language)* 22
2.14.1 *Use Case Diagram* 23
2.14.2 *Activity Diagram* 24
2.14.3 *Class Diagram* 25
2.14.4 *Sequence Diagram* 26
2.15 Python 27
2.16 OpenCV 28
2.17 NumPy 28
2.18 Keras 29
BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN 31
3.1 Analisis Masalah 31
3.2 Analisis Sistem 31
3.2.1 Analisis Proses 31
3.3 Analisis Preprocessing 32
3.3.1 *Grayscale* 33
3.3.2 *Thresholding* 35
3.3.3 Segmentasi 38
3.3.4 *Resize* 39
3.4 Analisis Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) 40
3.4.1 CNN Pelatihan 40
3.4.1.1 Analisis Parameter 43
3.4.1.2 Inisialisasi CNN 44
3.4.1.3 *Feedforward* 48
3.4.1.4 *Backpropagation* 60
3.4.2 CNN Pengujian 73

3.5 Perancangan Sistem 78
3.5.1 Analisis Kebutuhan Non-Fungsional 78
3.5.1.1 Analisis Pengguna 78
3.5.1.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras 79
3.5.1.3 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak 79
3.5.2 Analisis Kebutuhan Fungsional 79
3.5.2.1 *Use Case Diagram* 80
3.5.2.1.1 Definisi *Use Case* 80
3.5.2.1.2 *Use Case Scenario* 81
3.5.2.2 *Activity Diagram* 82
3.5.2.3 *Class Diagram* 84
3.5.2.4 *Sequence Diagram* 84
3.5.3 Perancangan Antarmuka Sistem 86
3.5.3.1 Perancangan Antarmuka 87
3.5.3.2 Perancangan Pesan 90
3.5.3.3 Jaringan Semantik 91
3.5.4 Perancangan Prosedural 92
3.5.4.1 *Flowchart Preprocessing* 92
3.5.4.2 *Flowchart Grayscale* 93
3.5.4.3 *Flowchart Thresholding* 94
3.5.4.4 *Flowchart* Binerisasi 95
3.5.4.5 *Flowchart* Segmentasi 95
3.5.4.6 *Flowchart Resize* 96
3.5.4.7 *Flowchart* CNN Pelatihan 97
3.5.4.8 *Flowchart* CNN Pengujian 98
BAB 4 IMPELENTASI DAN PENGUJIAN 99
4.1 Implementasi 99
4.1.1 Implementasi Perangkat Keras 99
4.1.2 Implementasi Perangkat Lunak 99
4.1.3 Implementasi Antarmuka 100
4.2 Pengujian 103
4.2.1 Pengujian *White Box* 103
4.2.1.1 Pengujian *White Box* Proses Pelatihan 103
4.2.1.2 Pengujian *White Box* Proses Pengujian 106

4.2.2 Pengujian *Black Box* 110
4.2.2.1 Rencana Pengujian 110
4.2.2.2 Kasus dan Hasil Pengujian 111
4.2.2.3 Kesimpulan Pengujian Fungsionalitas Sistem 113
4.2.3 Pengujian Akurasi 113
4.2.3.1 Proses Pengujian Akurasi 115
4.2.3.2 Rekapitulasi dan Temuan Pengujian 123
4.2.3.3 Evaluasi Hasil Pengujian Akurasi 123
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 125
5.1 Kesimpulan 125
5.2 Saran 125
DAFTAR PUSTAKA 127