DAFTAR ISI

ABSTRAK i

ABSTRACT ii

KATA PENGANTAR iii

DAFTAR ISI v

DAFTAR GAMBAR xi

DAFTAR TABEL xv

DAFTAR SIMBOL xvii

DAFTAR LAMPIRAN xxii

BAB 1 PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang Masalah 1

1.2 Identifikasi Masalah 3

1.3 Maksud dan Tujuan 3

1.4 Batasan Masalah 4

1.5 Metodologi Penelitian 4

1.5.1 Metode Pengumpulan Data 4

1.5.2 Metode Pembangunan Perangkat 5

1.6 Sistematika Penulisan Laporan 7

BAB 2 LANDASAN TEORI 9

2.1 Robot 9

2.1.1 Sejarah Robot 9

2.1.2 Kegunaan Robot 11

2.2 Manipulator 12

2.2.1 Degrees Of Freedom (DOF) 13

2.3 Mikrokontroler 17

2.3.1 Mikrokontroler ATmega328 18
2.4 Motor Servo 20
2.5 Kecerdasan Buatan 23
2.6 Pengolahan Citra Digital 24
2.6.1 Grayscale 24
2.6.2 Sauvola Threshold 25
2.6.3 Operasi Morfologi 26
2.6.3.1 Operasi Dilasi 26
2.6.3.2 Operasi Erosi 27
2.6.3.3 Operasi *Closing* 28
2.6.4 Segmentasi 29
2.6.5 *Resize* Citra 30
2.6.6 Binerisasi 30
2.7 Teknik Learning (Belajar) 31
2.8 JST (Jaringan Saraf Tiruan) 31
2.8.1 Model Sel Syaraf (*Neuron*) 31
2.8.2 Arsitektur Jaringan 32
2.8.3 Proses Belajar JST 33
2.8.4 Pembelajaran Dengan Pengawasan (*Supervised Learning*) 34
2.9 UML (Unified Modeling Language) 37
2.9.1 *Use Case Diagram* 38
2.9.2 Activity Diagram 40
2.9.3 Class Diagram 42
2.9.4 Sequence Diagram 43
2.10 Pengujian Sistem 44

2.10.1 Pengujian Black Box 45
2.10.2 Pengujian Akurasi 46
2.11 Bahasa Pemrograman 46
2.11.1 Bahasa Pemograman Java 46
2.11.2 Bahasa Pemrograman C 47
2.11.3 SQL 49
2.12 Aplikasi 49
2.12.1 Arduino IDE 49
2.12.2 Xampp 51
2.12.3 NetBeans 51
2.12.4 *Processing* 52
BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM 55
3.1 Analisis Masalah 55
3.2 Analisis Sistem 56
3.2.1 Analisis Solusi 57
3.2.2 Analisis Proses 57
3.2.2.1 Data Masukan 59
3.2.2.2 *Grayscale* 60
3.2.2.3 *Threshold* 62
3.2.2.4 *Closing* 66
3.2.2.5 Segmentasi Citra 70
3.2.2.6 *Resize* 71
3.2.2.7 Binerisasi Citra 72
3.2.2.8 Proses Pelatihan Metode *Learning Vector Quantization* 75
3.2.2.9 Proses Pengujian Metode *Learning Vector Quantization* 78

3.2.2.10 Analisis Hasil Pengujian 82
3.2.2.11 Proses Rekam Nilai Sudut Untuk Pergerakan Servo 84
3.2.3 Analisis Keluaran 85
3.2.4 Analisis Basis Data 85
3.2.5 Analisis Kebutuhan Non Fungsional 86
3.2.5.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras 87
3.2.5.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak 87
3.2.5.3 Analisis Pengguna 88
3.2.5.4 Analisis Perancangan Kontrol utama 88
3.2.6 Analsis Kebutuhan Fungsional 89
3.2.6.1 *Use Case Diagram* 89
3.2.6.2 *Activity Diagram* 96
3.2.6.3 *Class Diagram* 101
3.2.6.4 *Sequence Diagram* 102
3.2.6.5 Perancangan Prosedural 105
3.2.6.6 Diagram Konteks 106
3.2.6.7 *Data Flow Diagram* Level 1 107
3.2.6.8 Spesifikasi Proses 107
3.2.6.9 Kamus Data 109
3.3 Perancangan Sistem 110
3.3.1 Perancangan *Database* 110
3.3.1.1 Skema Relasi 110
3.3.1.2 Struktur Tabel 110
3.3.2 Perancangan Antar Muka 111
3.3.3 Perancangan Pesan 113

3.3.4 Jaringan Semantik 114
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN 115
4.1 Implementasi Sistem 115
4.1.1 Implementasi Perangkat Keras 115
4.1.2 Implementasi Perangkat Lunak 116
4.1.3 Implementasi *Database* 116
4.1.4 Implementasi Antar Muka 117
4.1.4.1 Antar Muka Menu Pelatihan 117
4.1.4.2 Antarmuka Menu Pengujian 118
4.1.4.3 Antarmuka Rekam Nilai Sudut 119
4.1.5 Implementasi Pesan 119
4.1.5.1 Pesan Data Pelatihan Belum Lengkap 119
4.1.5.2 Pesan Pelatihan Selesai 120
4.1.5.3 Pesan Pengujian selesai 120
4.1.5.4 Pesan Gagal Meload Tabel 121
4.1.5.5 Pesan Data Berhasil Dikirim 121
4.2 Pengujian Sistem 121
4.2.1 Pengujian *Black Box* 122
4.2.1.1 Kasus dan Hasil Pengujian *Black Box* 122
4.2.2 Kesimpulan Pengujian *Black Box* 126
4.2.2 Pengujian Akurasi 126
4.2.2.1 Pengujian *Sofware* 126
4.2.2.2 Pengujian *Hardware* 133
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 139
5.1 Kesimpulan 139

5.2 Saran 139
DAFTAR PUSTAKA 141