DAFTAR ISI

ABSTRAK i
ABSTRACT ii
KATA PENGANTAR iii
DAFTAR ISI iv
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR SIMBOL xvi
DAFTAR LAMPIRAN xvii
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang Masalah 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 Metode Pengumpulan Data 3
1.5.2 Metode Pengembangan Perangkat Lunak 4
1.5.3 Metode Pengujian 5
1.6 Sistematika Penulisan 6
BAB 2 LANDASAN TEORI 7
2.1 Pengertian Game 7
2.1.1 Jenis Game 7
2.1.2 Real-Time Strategy (RTS) 9
2.2 Tower Defense 9

2.3 Teorema Pythagoras 10
2.3 Kecerdasan Buatan 11
2.4 Jaringan Saraf Tiruan (JST) 13
2.5 Backpropagation Neural Network (BPNN) 14
2.5.1 Fungsi Aktifasi 15
2.5.2 Proses Pelatihan JST Backpropagation 19
2.5.3 Proses Pengujian JST Backpropagation 22
2.6 Object Oriented Programming (OOP) 22
2.6.1 Analisis Berorientasi Objek 23
2.6.2 Desain Berorientasi Objek 23
2.6.3 Unified Modeling Language (UML) 24
2.6.4 Use Case Diagram 24
2.6.5 Activity Diagram 26
2.6.6 Sequence Diagram 27
2.6.7 Class Diagram 27
2.7 C# (C Sharp) 28
2.8 Black Box 29
2.8 Confusion Matrix 30
BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN 31
3.1 Analisis Masalah 31
3.1.1 Analisis Sistem 31
3.1.2 Analisis Algoritma Neural Network Backpropagation 32
3.1.3 Analisis Permainan Tower Defense 33
3.1.4 Analisis Data Masukan 35
3.1.5 Analisis Penentuan Langkah 36

3.1.6 Penerapan Algoritma Neural Network Backpropagation..... 38
3.1.7 Analisis Spesifikasi Perangkat Lunak 43
3.1.7.1 Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak Non-Fungsional..... 44
3.1.7.1 Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak Fungsional..... 44
3.1.8 Analisis Kebutuhan Non-Fungsional 44
3.1.8.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras..... 44
3.1.8.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak..... 45
3.1.9 Analisis Kebutuhan Fungsional 45
3.1.9.1 Use Case Diagram..... 45
3.1.9.2 Definisi Aktor 46
3.1.9.3 Definisi Use Case..... 46
3.1.9.4 Skenario Use Case..... 47
3.1.9.5 Activy Diagran..... 49
3.1.9.6 Sequence Diagram 50
3.1.9.7 Class Diagram..... 52
3.2 Perancangan Sistem..... 53
3.2.1 Perancangan Struktur Menu..... 53
3.2.2 Perancangan Antarmuka 54
3.2.2.1 Perancangan Tampilan Permainan..... 54
3.2.2.2 Perancangan Pesan..... 55
3.2.3 Jaringan Semantik..... 56
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN..... 57
4.1 Implentasi..... 57
4.1.1 Implentasi Perangkat Keras..... 57
4.1.2 Implentasi Perangkat Lunak..... 57

4.1.3 Implentasi Class 58
4.1.4 Implentasi Antarmuka 58
4.2 Pengujian Sistem 59
4.2.1 Pengujian Black Box 59
4.2.1.1 Rencana Pengujian 59
4.2.1.2 Pengujian 59
4.2.2 Pengujian K-Fold Cross Validation 60
4.2.2.1 Pengujian ke-1 61
4.2.2.1.1 Pengujian D1 61
4.2.2.1.2 Pengujian D2 62
4.2.2.1.3 Pengujian D3 63
4.2.2.1.4 Pengujian D4 64
4.2.2.1.5 Pengujian D5 64
4.2.2.1.6 Pengujian D6 65
4.2.2.1.7 Pengujian D7 65
4.2.2.1.8 Pengujian D8 66
4.2.2.1.9 Pengujian D9 67
4.2.2.1.10 Pengujian D10 67
4.2.2.1.11 Error 1-Fold Cross Validation 68
4.2.2.2 Pengujian ke-2 69
4.2.2.2.1 Error 2-Fold Cross Validation 69
4.2.2.3 Pengujian ke-3 70
4.2.2.3.1 Error 3-Fold Cross Validation 70
4.2.2.4 Pengujian ke-4 71
4.2.2.4.1 Error 4-Fold Cross Validation 71

4.2.2.5 Pengujian ke-5..... 72
4.2.2.5.1 Error 5-Fold Cross Validation..... 72
4.2.2.6 Pengujian ke-6..... 73
4.2.2.6.1 Error 6-Fold Cross Validation..... 73
4.2.2.7 Pengujian ke-7..... 74
4.2.2.7.1 Error 7-Fold Cross Validation..... 74
4.2.2.8 Pengujian ke-8..... 75
4.2.2.8.1 Error 8-Fold Cross Validation..... 75
4.2.2.9 Pengujian ke-9..... 76
4.2.2.9.1 Error 9-Fold Cross Validation..... 76
4.2.2.10 Pengujian ke-10..... 77
4.2.2.10.1 Error 10-Fold Cross Validation..... 77
4.2.2.11 Perbandingan Error Berdasarkan Perceptron Hidden Layer..... 78
4.2.3 Pengujian K-Fold Cross Validation Berdasarkan Learning Rate 78
4.2.3.1 Pengujian ke-1..... 79
4.2.3.1.1 Error 1-Fold Cross Validation..... 79
4.2.3.2 Pengujian ke-2..... 80
4.2.3.2.1 Error 2-Fold Cross Validation..... 80
4.2.3.3 Pengujian ke-3..... 81
4.2.3.3.1 Error 3-Fold Cross Validation..... 81
4.2.3.4 Pengujian ke-4..... 82
4.2.3.4.1 Error 4-Fold Cross Validation..... 82
4.2.3.5 Pengujian ke-5..... 83
4.2.3.5.1 Error 5-Fold Cross Validation..... 83
4.2.3.6 Pengujian ke-6..... 84

4.2.3.6.1 Error 6-Fold Cross Validation..... 84
4.2.3.7 Pengujian ke-7..... 85
4.2.3.7.1 Error 7-Fold Cross Validation..... 85
4.2.3.8 Pengujian ke-8..... 86
4.2.3.8.1 Error 8-Fold Cross Validation..... 86
4.2.3.9 Pengujian ke-9..... 87
4.2.3.9.1 Error 9-Fold Cross Validation..... 87
4.2.3.10 Pengujian ke-10..... 88
4.2.3.11 Perbandingan Error Berdasarkan Learning Rate..... 88
4.2.4 Pengujian K-Fold Cross Validation Berdasarkan Target Error 89
4.2.4.1 Pengujian ke-1..... 89
4.2.4.1.1 Error 1-Fold Cross Validation..... 89
4.2.4.2 Pengujian ke-2..... 90
4.2.4.2.1 Error 2-Fold Cross Validation..... 90
4.2.4.3 Pengujian ke-3..... 91
4.2.4.3.1 Error 3-Fold Cross Validation..... 91
4.2.4.4 Pengujian ke-4..... 92
4.2.4.4.1 Error 4-Fold Cross Validation..... 92
4.2.4.5 Pengujian ke-5..... 93
4.2.4.5.1 Error 5-Fold Cross Validation..... 93
4.2.4.6 Pengujian ke-6..... 94
4.2.4.6.1 Error 6-Fold Cross Validation..... 94
4.2.4.7 Pengujian ke-7..... 95
4.2.4.7.1 Error 7-Fold Cross Validation..... 95
4.2.4.8 Pengujian ke-8..... 96

4.2.4.8.1 Error 8-Fold Cross Validation..... 96
4.2.4.9 Pengujian ke-9..... 97
4.2.4.9.1 Error 9-Fold Cross Validation..... 97
4.2.4.10 Pengujian ke-10..... 98
4.2.4.10.1 Error 10-Fold Cross Validation..... 98
4.2.4.11 Perbandingan Error Berdasarkan Target Error 99
4.2.5 Kesimpulan Pengujian 99
5.1 Kesimpulan 101
5.2 Saran..... 101
DAFTAR PUSTAKA 102