

## ABSTRAK

Intelejensia buatan merupakan cabang ilmu yang dapat membantu manusia untuk mengotomatisasikan pekerjaan mereka. Jaringan saraf tiruan merupakan salah satu metode intelegensia buatan yang terkenal dan sering digunakan untuk proses-proses klasifikasi, prediksi, pengenalan pola, dan optimisasi. Jaringan saraf tiruan memiliki kemampuan spesial untuk belajar dari suatu pola atau data. Salah satu jaringan saraf tiruan yang paling mirip dengan cara kerja pembelajaran pada sel otak manusia adalah *Self Organizing Map*. *Self Organizing Map* menggunakan metode *unsupervised* dalam melakukan proses pembelajaran, sehingga jaringan dapat mengenali pola tanpa antisipasi output. Salah satu masalah yang dapat dipecahkan dengan menggunakan jaringan saraf tiruan *Self Organizing Map* adalah pengenalan pola pada tulisan tangan huruf alfabet.

Pada proyek ini, jaringan saraf akan digunakan dalam permainan kuis untuk mengenali tulisan tangan huruf alfabet. Pengguna dapat membuat daftar soal sendiri dan memainkannya dengan menjawab setiap pertanyaannya. Pada saat pengguna menjawab setiap soal, pengguna juga mempunyai akses untuk memainkan model 3D. Aplikasi akan dibagi menjadi 2 yaitu: *Game Editor* dan *Game Launcher*. *Game Editor* digunakan untuk menyiapkan soal-soal dan file-file multimedia. *Game Launcher* akan digunakan untuk memainkan soal yang sebelumnya telah dibuat dalam *Game Editor*.

Jaringan saraf *Self Organizing Map* akan dilatih dengan suatu gambar dan pola didalamnya harus dikenali. Gambar harus diproses untuk mendapatkan informasi di dalamnya. Terdapat beberapa cara untuk mendapatkan informasi pada gambar, yaitu dengan mengambil informasi setiap pixel pada gambar, setiap pixel yang telah dibagi 9 petak, rata-rata pixel per kolom, baris, dan diagonal kiri dan kanan. Kemudian, ubah setiap bobot node dalam jaringan menggunakan nilai jarak atau nilai error. Setelah selesai, jaringan akan disimpan untuk digunakan dalam proses klasifikasi. Dalam proses klasifikasi, jaringan akan mencari pola yang paling mirip dengan pola yang diberikan.

Implementasi jaringan saraf tiruan *Self Organizing Map* diharapkan dapat memberikan kontribusi yang positif pada manusia. Penerapan jaringan saraf pada aplikasi lain dan pengembangan sistem lama tentunya dapat memberikan hasil yang lebih baik di masa depan.

**Kata Kunci** : Intelejensia Buatan, Jaringan saraf tiruan, *Self Organizing Map*, *unsupervised*, *Game*, *3D*, *pixel*, klasifikasi.

## ABSTRACT

*Artificial Intelligence is a branch of science that can help people to automate their works. Artificial neural network is one of popular method of artificial intelligence and usually it was used for clasification, prediction, pattern recognition, and optimization processes. Artificial neural network has special ability to learn from patterns or data. One of neural networks that has the most similarity in learning mechanism of human's brain cell is Self Organizing Map. Self Organizing Map using unsupervised method in learning process, so it can learn through a given pattern without anticipated output. One of problems that can be solved with artificial neural network Self Organizing Map is pattern recognition for handwritten alphabet.*

*In this project, neural network will be used in a quiz game to recognize handwritten alphabet. Users can make their own question list and play with it by answering each question inside it. When users are answering the questions, users also has an access to play with 3D model. Application will be divided into 2 parts: Game Editor and Game Launcher. Game Editor will be used to prepare the questions and multimedia files. Game Launcher will be used to play previous questions that have been made in Game Editor.*

*Neural network Self Organizing Map will be trained with given image and the pattern inside it must be recognized. The given image must be processed to get its information. There are several ways to get information for a given image, that is by extracting the information for each pixel inside the image, each pixel that already divided into 9 grids, average pixel for each column, row, and right and left diagonal. Then, adjust each weights of node in the network using distance value or error value. After the network finish, network will be saved for next classification process. In classification process, network will search for the pattern that most similar with the given pattern.*

*Implementation of artificial neural network is expected to give a positive contribution for the people. Other implementation of neural network and development of previous system may give the better result in the future.*

**Keywords** : *Artificial Intelligence, Artificial Neural Network, Self Organizing Map, unsupervised, Game, 3D, pixel, Classification.*

# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN .....	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR ISTILAH .....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Sistematika Pembahasan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI .....	4
2.1 Jaringan Saraf Tiruan .....	4
2.1.1 Penjelasan Awal .....	4
2.1.2 Masalah-masalah yang tidak sesuai dengan solusi jaringan saraf tiruan .....	8
2.1.3 Masalah-masalah yang sesuai dengan jaringan saraf tiruan .....	8
2.1.4 Pelatihan jaringan saraf tiruan.....	9
2.1.5 Validasi jaringan saraf tiruan .....	10
2.1.6 Masalah-masalah yang umumnya diselesaikan menggunakan jaringan network.....	10
2.1.7 Dimana saja jaringan saraf tiruan buatan dapat diterapkan: .....	12
2.2 Feedforward Backpropagation.....	12
2.2.1 Penjelasan awal Feedforward Backpropagation .....	12

2.2.2 Layer Input .....	14
2.2.3 Layer Output .....	14
2.2.4 Layer Hidden.....	15
2.2.5 Fungsi Aktivasi .....	15
2.2.6 Pelatihan Backpropagation .....	18
2.3 Self Organizing Map .....	19
2.3.1 Konsep dasar self organizing map.....	19
2.3.2 Langkah-Langkah Membangun Jaringan Self Organizing Map .....	20
2.4 Java 3D .....	24
<b>BAB III ANALISIS DAN DESAIN.....</b>	<b>27</b>
3.1 Analisis .....	27
3.2 Gambaran Keseluruhan .....	29
3.2.1 Persyaratan Antarmuka Eksternal .....	29
3.2.2 Antarmuka Dengan Pengguna.....	30
3.2.3 Antarmuka Perangkat Keras .....	30
3.2.4 Antarmuka Perangkat Lunak.....	30
3.2.6 Fitur-Fitur Produk Perangkat Lunak.....	30
3.2.6.1 Mempelajari suatu pola karakter .....	30
3.2.6.2 Mengenali karakter .....	31
3.2.6.3 Membuat dan modifikasi soal .....	32
3.2.6.4 Memainkan model 3D.....	33
3.2.6.5 Menyimpan file soal .....	33
3.2.6.6 Membuka file soal .....	34
3.3 Disain Perangkat Lunak .....	34
3.3.1 Pemodelan Perangkat Lunak.....	34
3.3.2 Disain Antarmuka.....	41
<b>BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK .....</b>	<b>43</b>
4.1 Implementasi Modul/Class .....	43
4.1.1 Class Diagram .....	43
4.1.2 Implementasi Jaringan saraf tiruan.....	48
4.2 Implementasi Antarmuka .....	58
4.2.1 Pelatihan Pola.....	58

4.2.2 Klasifikasi Pola.....	70
4.2.3 Memainkan Model 3D .....	72
4.2.4 Manipulasi Soal.....	72
4.2.5 Menyimpan Soal.....	73
4.1.6 Membuka Soal.....	75
<b>BAB V TESTING DAN EVALUASI SISTEM .....</b>	<b>77</b>
5.1 Blackbox .....	77
5.1.1. Testing delete individual file .....	77
5.1.2. Testing delete folder .....	77
5.1.3. Testing kompress zip .....	77
5.1.4 Testing dekompress zip .....	78
5.1.5. Testing melakukan copy gambar .....	78
5.1.6. Testing set gambar .....	79
5.1.7. Testing set model 3D .....	79
5.1.8. Testing deserialisasi soal.....	80
5.1.9. Testing ubah hitam putih .....	80
5.1.10. Testing memotong tepi gambar .....	80
5.1.11. Testing alokasi bobot.....	81
5.1.12. Testing tambah soal .....	81
5.1.13. Testing ubah soal .....	82
5.1.14. Testing pelatihan jaringan .....	82
5.1.15. Testing klasifikasi tulisan tangan .....	83
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>85</b>
5.1 Kesimpulan .....	85
5.2 Saran.....	85
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>xv</b>
<b>RIWAYAT HIDUP PENULIS.....</b>	<b>xvi</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 AnswerPanel .....	43
Tabel 4.2 Archieve.....	44
Tabel 4.3 DrawPanel.....	44
Tabel 4.4 GameEditor.....	45
Tabel 4.5 GameLauncher .....	45
Tabel 4.6 MenuComponent.....	45
Tabel 4.7 Panel 2D.....	45
Tabel 4.8 Panel3D.....	46
Tabel 4.9 Question.....	46
Tabel 4.10 Utils .....	46
Tabel 4.11 Visualizer .....	46
Tabel 4.12 SelfOrganizingMap .....	47
Tabel 4.13 Detail perubahan objek dalam jaringan SOM.....	57
Tabel 5.1 Testing delete individual file .....	77
Tabel 5.2 Testing delete folder .....	77
Tabel 5.3 Testing kompress zip.....	78
Tabel 5.4 Testing dekompres zip.....	78
Tabel 5.5 Testing melakukan copy gambar .....	78
Tabel 5.6 Testing set gambar .....	79
Tabel 5.7 Testing set model 3D.....	79
Tabel 5.8 Testing deserialisasi soal .....	80
Tabel 5.9 Testing ubah hitam putih .....	80
Tabel 5.10 Testing memotong tepi gambar.....	81
Tabel 5.11 Testing alokasi bobot.....	81
Tabel 5.11 Testing tambah soal.....	82
Tabel 5.11 Testing ubah soal.....	82
Tabel 5.11 Testing pelatihan jaringan.....	83
Tabel 5.11 Testing klasifikasi tulisan tangan .....	84

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Neuron Sel.....	5
Gambar 2.2 Sinyal Digital.....	5
Gambar 2.3 Sinyal Analog .....	6
Gambar 2.4 Grafik Output .....	6
Gambar 2.5 Neuron Digital.....	7
Gambar 2.6 Variasi Lampu Lalu Lintas.....	11
Gambar 2.7 Jaringan Saraf Feedforward (1 layer hidden).....	13
Gambar 2.8 Rentang Nilai Fungsi Sigmoid .....	16
Gambar 2.9 Rentang Nilai Fungsi Hyperbolic Tangent .....	17
Gambar 2.10 Rentang Nilai Fungsi Linear .....	17
Gambar 2.11 Gaussian Decay .....	23
Gambar 3.1 Flowchart Game Editor.....	28
Gambar 3.2 Flowchart Game Launcher .....	29
Gambar 3.3 Use Case.....	35
Gambar 3.4 Aktiviti Manipulasi Soal .....	37
Gambar 3.5 Aktiviti Memainkan Model 3D .....	38
Gambar 3.6 Aktiviti Melakukan Pelatihan Pengenalan Pola .....	39
Gambar 3.7 Aktiviti Klasifikasi Pola.....	39
Gambar 3.8 Aktiviti Menyimpan Soal.....	40
Gambar 3.9 Aktiviti Membuka Soal.....	40
Gambar 3.10 Disain Visualizer .....	41
Gambar 3.11 Disain Game Editor .....	41
Gambar 3.12 Disain Game Launcher.....	42
Gambar 4.1 Class Diagram .....	43
Gambar 4.2 Sketsa jaringan saraf tiruan .....	48
Gambar 4.3 Perbandingan Noise .....	58
Gambar 4.4 Alokasi bobot .....	61
Gambar 4.5 Percobaan bauran berdasarkan nilai acak .....	66
Gambar 4.6 Perbandingan Penambahan Nilai Variabel Bauran .....	67
Gambar 4.7 Pelatihan Pola .....	68
Gambar 4.8 Klasifikasi Pola.....	71
Gambar 4.9 Memainkan Model 3D .....	72
Gambar 4.10 Manipulasi Soal .....	73
Gambar 4.11 Membuat Soal.....	73
Gambar 4.12 Membuka Soal.....	75

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 4.1 Source code ubah hitam putih.....	59
Lampiran 4.2 Source code potong tepi kosong .....	60
Lampiran 4.3 Alokasi bobot.....	65
Lampiran 4.4 source code proses pembelajaran.....	70
Lampiran 4.5 Source code klasifikasi tulisan tangan .....	72
Lampiran 4.6 Source code kompres file dengan rekursif .....	75



## **DAFTAR ISTILAH**

1. Algoritma = Struktur penulisan kode yang digunakan untuk melakukan kalkulasi dalam suatu pekerjaan.
2. SOM = Self Organizing Map.
3. Unsupervised = Tanpa pengawasan.
4. Supervised = Dengan pengawasan.
5. Alfabet = Huruf Abjad.
6. 3D = 3 Dimensi.
7. File = Berkas
8. Pixel = Bagian terkecil dari informasi suatu gambar bitmap
9. API = Application Programmer Interface
10. Filtering = Proses perubahan tiap pixel dalam suatu gambar
11. Reduksi Noise = Reduksi suatu pixel yang dianggap kotoran.
12. Sel = Bagian terkecil dari suatu komponen makhluk hidup.
13. Neuron = Saraf.
14. Axon = Bagian dari sel saraf yang berfungsi untuk mengirimkan sinyal.
15. Dendrit = Bagian dari sel saraf yang berfungsi untuk menerima sinyal.
16. Analog = Menggunakan data dengan rentang yang cukup besar.
17. Digital = Menggunakan data dengan rentang 0 dan 1
18. Biner = Dua.
19. Threshold = Ambang.
20. Matrix = Larik yang memiliki ukuran terbatas untuk menyimpan suatu informasi dan dituliskan berdasarkan posisi baris dan kolom.
21. Hybrid = Gabungan dari beberapa metode.
22. Error = Kesalahan.
23. Epoch = Waktu.
24. Online = Terhubung dengan jaringan internet.
25. Output = Keluaran.
26. Input = Input
27. Brute force = Metode yang mencoba segala kemungkinan yang ada.
28. Overfitting = Keadaan dimana jumlah node hidden terlalu banyak.
29. Underfitting = Keadaan dimana jumlah node hidden terlalu sedikit.
30. Feedforward = Proses menghitung nilai node dari layer input ke layer output
31. Backpropagation = Proses menghitung nilai error dari layer output ke layer input dan mengubah setiap bobot pada setiap layer yang dikunjungi.
32. Fungsi sigmoid = Fungsi aktivasi yang memiliki nilai rentang output positif.

33. Fungsi Hyperbolic Tangent = Fungsi aktivasi yang memiliki nilai rentang positif dan negatif.
34. Fungsi Linear = Fungsi aktivasi yang mengembalikan nilai apa adanya.
35. Derivative = Operasi turunan matematika.
36. Learning rate = Kemampuan belajar.
37. BMU = Best Matching Unit.
38. Cluster = Kelompok
39. Euclidean Distance = Metode matematika untuk menghitung jarak antara 2 titik
40. Vector Dot Product = Metode matematika untuk menghitung sudut antara 2 vector.
41. RMS = Root Mean Square
42. Developer = Orang yang memiliki peran sebagai pengembang suatu sistem tertentu.
43. OpenGL = Pustaka yang berisi implementasi untuk proses penggambaran dan kalkulasi objek 3D.
44. DirectX = Kumpulan pustaka yang ditujukan untuk mengembangkan aplikasi berbasis 3D.
45. CAD = Computer Aided Design.
46. JDK = Java Development Kit.
47. Scene-graph = Graph yang digunakan untuk menyimpan objek 3D secara hierarki.
48. Ambient light = Cahaya yang menyebar pada segala arah dengan intensitas yang sama.
49. directional light = Cahaya yang menunjuk pada suatu arah tertentu.
50. Point light = Cahaya yang bersumber pada suatu titik tertentu dan memancarkan sinar pada radius tertentu dengan intensitas tertentu.
51. spot light = Cahaya yang menunjuk pada suatu arah tertentu dengan radius tertentu.
52. Material = Material digunakan untuk memberikan warna dan memberikan suatu sifat benda tertentu pada bidang geometry.
53. UV Mapping = Proses penempatan koordinat tekstur pada objek 3D.
54. Orthogonal = Sudut pandang terhadap suatu objek 3D dengan ukuran sebenarnya.
55. Perspektif = Sudut pandang terhadap suatu objek 3D untuk membuat objek tampak lebih kecil jika jarak lebih jauh dan tampak lebih besar jika jarak lebih dekat.
56. Procedural programming = Metode penulisan program yang sekuensial.
57. IDE = Integrated Development Environment.