

Application of Tic-Tac-Toe Game Using Artificial Neural Network Method in Web-Based Decision Making for Winning [Penerapan Game Tic-Tac-Toe dengan Menggunakan Metode Artificial Neural Network dalam Pengambilan Keputusan untuk Meraih Kemenangan Berbasis Web]

Ahmad Abdullah Faqih ^{*1)}, Arif Senja Fitriani²⁾ (10pt)

¹⁾Program Studi Informatika, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Informatika, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: 191080200140@umsida.ac.id

Abstract. *Tic-Tac-Toe is a game played by only 2 players using a 3x3 board. The player must alternately fill in the empty places so that they can form a straight line horizontally, vertically or diagonally so that it can be said to have won. The methodology used in this research is using the Artificial Neural Network Method which is an attempt to imitate the function of the human brain. In the Tic-Tac-Toe game in making decisions to win, it has an accuracy value of 80% for easy difficulty, 40% for medium difficulty, and 30% for hard difficulty, this shows that for the computer to win the game is quite easy on the hard difficulty level and on the easy difficulty level, the computer is very easy to beat by the user.*

Keywords - *Tic-Tac-Toe, Artificial Neural Network, Web, Learning Media, Decision Making*

Abstrak. *Tic-Tac-Toe adalah permainan yang dimainkan hanya oleh 2 pemain dengan menggunakan papan berukuran 3x3. Pemain harus mengisi tempat kosong secara bergantian agar dapat membentuk garis lurus mendatar, vertikal atau diagonal sehingga dapat dikatakan menang. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan yang merupakan upaya meniru fungsi otak manusia. Pada permainan Tic-Tac-Toe dalam pengambilan keputusan untuk menang memiliki nilai akurasi sebesar 80% untuk tingkat kesulitan mudah, 40% untuk tingkat kesulitan sedang, dan 30% untuk tingkat kesulitan hard, hal ini menunjukkan bahwa komputer untuk memenangkan permainan tersebut adalah cukup mudah pada tingkat kesulitan yang sulit dan pada tingkat kesulitan yang mudah komputer sangat mudah dikalahkan oleh penggunanya.*

Kata Kunci - *Tic-Tac-Toe, Jaringan Syaraf Tiruan, Web, Media Pembelajaran, Pengambilan Keputusan*

I. PENDAHULUAN

Permainan merupakan suatu aktifitas yang disukai oleh masyarakat khususnya anak kecil. Dengan adanya teknologi saat ini, permainan-permainan di zaman sekarang tidak hanya dalam bentuk permainan nyata tetapi sudah berbentuk permainan komputer. Contoh nya yaitu permainan berbasis papan [1]. Permainan Tic-Tac-Toe merupakan permainan berbasis papan sederhana yang dimainkan hanya 2 pemain saja dengan menggunakan media papan berukuran 3x3. Pemain tersebut harus mengisi tempat yang kosong secara bergantian hingga dapat membentuk suatu garis lurus horizontal, vertikal maupun diagonal agar bisa dikatakan menang. Pada umumnya permainan ini berbasis strategi.

Neural Network dalam pemrograman komputer memiliki arti yang berbeda dari jaringan saraf dalam tubuh manusia. Jaringan saraf dalam pemrograman hanyalah kecerdasan buatan atau kecerdasan buatan yang dirancang untuk meniru pemikiran manusia, terutama penempatannya dalam pengambilan keputusan [2]. Model Artificial Neural Network memiliki tiga lapis jaringan yaitu input layer, hidden layer dan output layer [3]. Dengan adanya Neural Network diharapkan dapat digunakan untuk memodelkan hubungan yang kompleks antar input dan output.

Web dapat diartikan sebagai kumpulan halaman yang menampilkan informasi tentang data teks, data gambar, data animasi, suara, video, dan kombinasi dari semua itu (statis dan dinamis), masing-masing merupakan rangkaian halaman yang terhubung melalui jaringan halaman (hyperlink) [4]. Dengan demikian bahwa tanpa adanya web kita akan kesulitan untuk memberikan informasi maupun komunikasi dalam bentuk digital yang mana pengguna tersebut akan saling terhubung melalui internet.

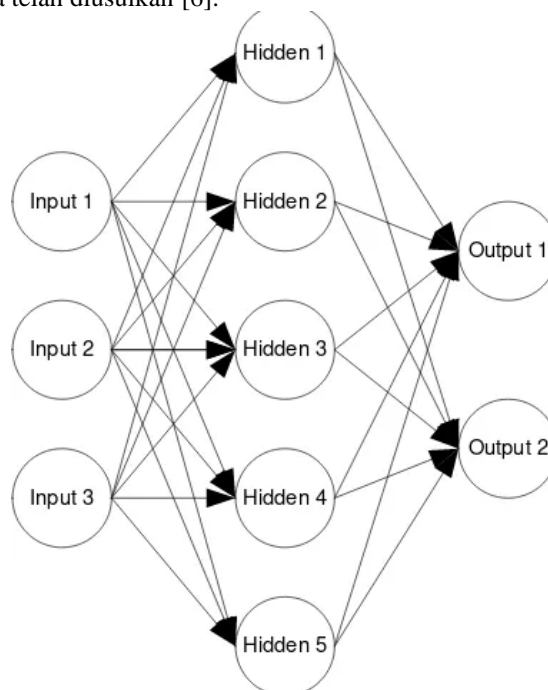
Javascript adalah bahasa berupa kumpulan script yang fungsinya dijalankan pada dokumen HTML. Dalam sejarah Internet, bahasa ini adalah bahasa scripting pertama untuk web. Bahasa ini merupakan bahasa pemrograman yang menambahkan fungsionalitas tambahan pada bahasa HTML dengan memungkinkan perintah dieksekusi di sisi user, yang artinya dari sisi browser, bukan dari sisi server web. Javascript berisi script javascript dan tentu saja bergantung pada browser untuk memanggil halaman web yang tertanam dalam dokumen HTML [5].

Tujuan dari penelitian ini mengenalkan kembali permainan tradisional kepada masyarakat dan juga melakukan pelatihan terhadap komputer untuk memberikan kecerdasan pada permainan tic-tac-toe tersebut serta memiliki pembelajaran disetiap tingkat kesulitan yang berbeda untuk digunakan sebagai media pembelajaran khususnya terhadap anak-anak.

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan di atas, maka peneliti tertarik untuk membahas dan mengkaji lebih dalam mengenai penelitian yang berkaitan dengan permainan Tic-Tac-Toe dengan judul, “Penerapan Game Tic-Tac-Toe menggunakan Metode Artificial Neural Network dalam Pengambilan Keputusan untuk Meraih Kemenangan Berbasis Web”.

II. METODE

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini ialah menggunakan Metode Artificial Neural Network atau Jaringan Syaraf Tiruan yang merupakan upaya untuk meniru fungsi otak manusia. Otak manusia diperkirakan terdiri dari jutaan unit pemrosesan kecil yang disebut neuron yang bekerja secara paralel. Neuron terhubung satu sama lain melalui koneksi saraf. Neuron individu menerima masukan dari sekumpulan neuron. Kemudian memproses input itu dan melewati output melalui serangkaian neuron. Keluaran dikumpulkan oleh neuron lain untuk diproses lebih lanjut. Para Otak manusia adalah jaringan kompleks neuron di mana koneksi tetap melanggar dan membentuk. Banyak model mirip dengan otak manusia telah diusulkan [6].



Gambar 1. Arsitektur Neural Network

Layer-layer penyusun Artificial Neural Network dapat dibagi menjadi 3, yaitu

a. Input Layer

Input layer adalah lapisan yang terdiri dari unit-unit (neuron) input yang langsung menerima sinyal input dari luar dan mengirim informasi input yang diterima ke setiap neuron yang ada pada hidden layer melalui bobot yang menghubungkan lapisan input dan lapisan tersembunyi.

b. Hidden Layer

Hidden layer adalah lapisan yang terdiri dari unit-unit (neuron) tersembunyi yang terletak di antara lapisan input dan lapisan output yang outputnya tidak dapat diamati secara langsung. Penambahan hidden layer ini dapat meningkatkan kemampuan jaringan dalam pengenalan pola.

c. Output Layer

Output layer adalah lapisan yang terdiri dari unit-unit output dimana keluaran dari lapisan output merupakan solusi Artificial Neural Network pada suatu masalah [7].

Data yang digunakan dalam penerapan game Tic-Tac-Toe menggunakan Metode Artificial Neural Network dalam Pengambilan Keputusan untuk Meraih Kemenangan berbasis Web merupakan data yang diambil dari permainan Tic-Tac-Toe yang meliputi aturan permainan, komponen-komponen permainan dan juga strategi permainan. Data tersebut akan dilakukan pemrosesan dengan menggunakan Metode Artificial Neural Network yang diharapkan maksimal sesuai dengan kemungkinan strategi-strategi yang dilakukan.

A. Tic-Tac-Toe

Tic-Tac-Toe merupakan permainan pertama komputer didunia yang dibuat dalam bentuk grafik pada tahun 1952 [8]. Berbeda halnya dengan anak-anak yang berada didaerah melakukan permainan tersebut dengan menggunakan papan ukuran 3x3 sebagai mediana dikarenakan belum berkembangnya teknologi pada saat itu. Tic-Tac-Toe merupakan permainan yang dimainkan 2 orang, permainan ini merupakan permainan yang sering dimainkan khususnya pada anak-anak.

Meskipun permainan Tic-Tac-Toe sederhana, Permainan tersebut memiliki nilai atau bobot dimana semua huruf (antara X dan O, X dan X, O dan O) adalah sama atau tidak memiliki perbedaan. Tidak seperti catur di mana benteng, menteri, kuda dan ratu memiliki nilai/bobot yang berbeda [8].

Tic-Tac-Toe memiliki beberapa aturan dalam cara bermainnya, Peraturan ini ialah sebagai berikut :

- a. Permainan hanya boleh dilakukan 2 orang.
- b. Awal dari permainan menggunakan papan kosong.
- c. Bermain secara bergantian menempatkan simbol X atau O yang terdapat di dalam kotak yang berukuran 3x3.
- d. Pemain pertama mendapatkan simbol X, dan pemain kedua mendapatkan simbol O.
- e. Dengan asumsi simbol X mendapat langkah pertama, pemain dengan simbol X memiliki satu lebih banyak dari jumlah simbol huruf O.
- f. Permainan berakhir apabila salah satu pemain simbolnya berhasil ditempatkan tepat satu garis, baik garis secara horisontal, vertikal, dan diagonal atau saat kotak pada papan telah diisi penuh oleh simbol.
- g. Bila berakhir, kedua pemain tidak ada yang bergerak lagi [9].

Ada tiga kemungkinan hasil untuk permainan ini sesuai dengan aturan di atas. Pemain pertama yang menyusun simbol secara horizontal, vertikal atau diagonal dianggap memenangkan permainan. Namun, pemain mana pun yang tidak dapat memasang simbol dianggap kalah. Jika kedua pemain tidak dapat menyejajarkan simbol, permainan dianggap seri [9].

B. Website

Situs web atau website adalah kumpulan halaman yang digunakan untuk menampilkan informasi teks, gambar diam atau bergerak, animasi, suara, dan/atau kombinasi dari statis dan dinamis, yang masing-masing terhubung ke jaringan Membentuk rangkaian bangunan yang saling berhubungan yang jaringan halaman tertaut (hyperlink) [10]. Web menggunakan protocol HTTP (Hypertext Transfer Protocol) dan untuk mengaksesnya menggunakan browser, Tanpa adanya web akan sulit untuk mencari sebuah informasi yang kita inginkan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

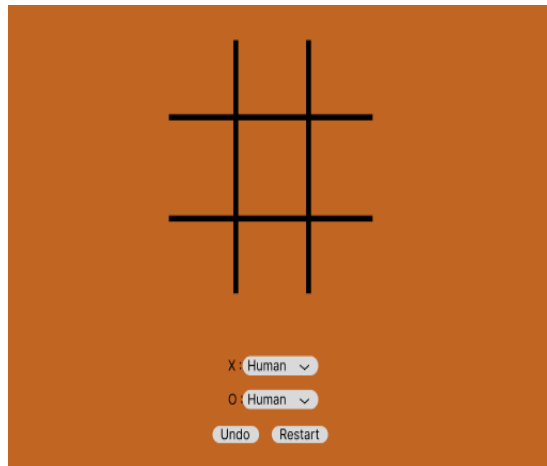
A. Persiapan Data

Data didapatkan dengan mengumpulkan data mulai dari aturan permainan, cara bermain dan juga dari strategi-strategi permainan dan diharapkan mendapatkan hasil yang maksimal.

Data yang sudah didapatkan tersebut akan dilakukan pembelajaran melalui web dengan menggunakan Metode Artificial Neural Network.

B. Tampilan Interface Aplikasi

Pada tampilan aplikasi Penerapan Game Tic-Tac-Toe menggunakan Metode Artificial Neural Network berbasis Web. Sistem ini hanya memiliki satu user saja. User atau pengguna dapat menggunakan Web Aplikasi Permainan Game Tic-Tac-Toe untuk digunakan sebagai media pembelajaran dengan menggunakan Metode Artificial Neural Network.

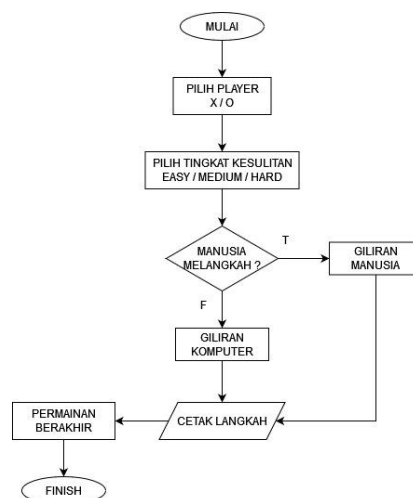


Gambar 2. Tampilan Utama Permainan Game Tic-Tac-Toe

Tahap selanjutnya ialah dengan menggunakan permainan Tic-Tac-Toe berbasis Web. Hal yang dibutuhkan ialah rancangan mulai dari tampilan website sampai dengan cara melakukan permainannya. Metode Artificial Neural Network tersebut akan diimplementasikan pada pemrograman JavaScript yang nantinya akan dihubungkan pada website. Sehingga pada website tersebut dapat dilakukan pengujian pada permainan Tic-Tac-Toe dengan tingkat kesulitan yang berbeda.

Pada permainan Tic-Tac-Toe memiliki tingkat kesulitan yang berbeda tersebut diambil berdasarkan strategi-strategi permainan pada Tic-Tac-Toe untuk dilakukan pembelajaran pada Metode Artificial Neural Network sehingga tingkat kesulitan tersebut memiliki pola yang berbeda-beda dan bisa disesuaikan dengan kemampuan cara berfikir manusia mulai dari anak-anak sampai dengan orang dewasa.

C. Flowchart



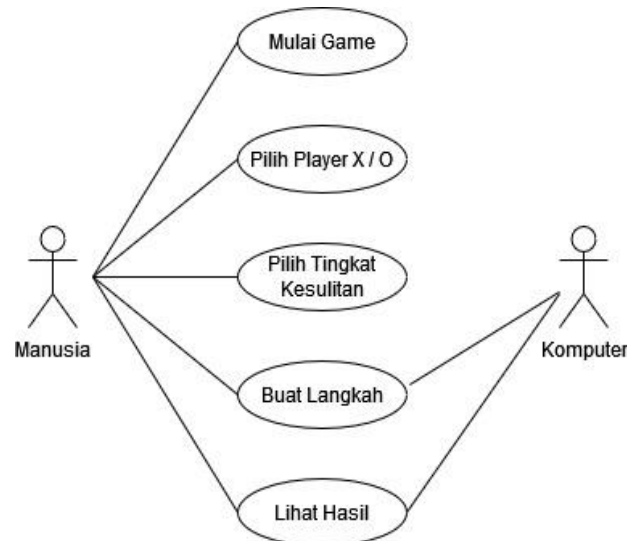
Gambar 3. Flowchart Permainan Game Tic-Tac-Toe

Pada gambar 3 tersebut merupakan flowchart bagian dari Permainan Game Tic-Tac-Toe. Pada alur tersebut user dipersilahkan memilih karakter antara X atau O kemudian selanjutnya user memilih tingkat kesulitan sesuai dengan pilihan mulai dari Easy, Medium dan Hard. Kemudian user akan melakukan langkah pertama dan komputer akan merespon dan melakukan langkahnya sesuai dengan tingkat kesulitan yang dipilih oleh user tersebut. Selanjutnya permainan akan dilakukan secara berulang-ulang sampai dengan salah satu karakter antara X dan O kalah.

Dengan demikian Permainan berakhir apabila salah satu pemain karakternya berhasil ditempatkan tepat satu garis, baik garis secara horisontal, vertikal, dan diagonal atau saat kotak pada papan telah diisi penuh oleh karakter.

D. Use Case Diagram

Pada Use Case Diagram mendeskripsikan interaksi antara satu pemain dengan pemain lainnya atau juga dengan komputer pada permainan tersebut.



Gambar 4. Use Case Diagram Permainan Game Tic-Tac-Toe

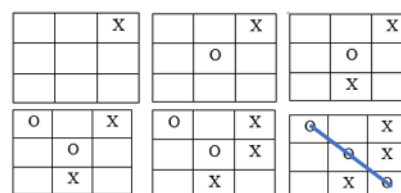
Pada gambar 4 tersebut menunjukkan aturan main atau fitur yang didapat apabila nantinya permainan Tic-Tac-Toe tersebut dijalankan, langkah pertama yang dilakukan ialah memilih terlebih dahulu player mana yang akan digunakan X atau O setelah pemilihan selesai, langkah selanjutnya memilih tingkat kesulitan sesuai dengan yang diinginkan yaitu Easy, Medium, atau Hard. Ketika pemilihan player selesai maka akan langsung diarahkan ke permainan, manusia akan membuat langkah pertamanya setelah dilakukan langkah pertama, langkah selanjutnya akan dilakukan oleh komputer, komputer secara otomatis akan memilih langkah sesuai dengan tingkat kesulitan yang kita pilih sebelumnya.

E. Tingkat Kesulitan Permainan Tic-Tac-Toe

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai tingkat kesulitan yang ada pada permainan *Tic-Tac-Toe* sesuai dengan strategi-strategi permainannya dengan menggunakan Metode *Artificial Neural Network*.

a. Tingkat Kesulitan Easy

Langkah pertama terhadap tingkat kesulitan *easy* pada permainan *Tic-Tac-Toe* ialah player akan dibuat mudah dalam memenangkan pemain dengan strategi permainan yang dilakukan secara random pada Metode *Artificial Neural Network* kemungkinan untuk menang semakin tinggi dikarenakan permainan tersebut dibuat untuk menyesuaikan tingkat kesulitannya.



Gambar 5. Pola Tingkat Kesulitan Easy

Pada tingkat kesulitan *easy* tersebut memiliki pola yang sederhana sehingga tingkat untuk memenangkan pertandingan sangat mudah, Adapun hasil percobaan dengan melakukan 10 kali percobaan sebagai berikut :

Tabel 1. Uji Coba Permainan Tingkat *Easy*

	Player	AI Komputer
Menang	8	0
Seri	2	2
Kalah	0	0

Setelah dilakukan uji coba sebanyak 10 kali hasil yang didapat ialah player dapat memenangkan pertandingan sebanyak 8 kali dan 2 kali seri hal tersebut membuktikan bahwa kemungkinan besar player untuk memenangkan permainan tersebut tinggi.

b. Tingkat Kesulitan *Medium*

Pada tahapan langkah selanjutnya ialah terhadap tingkat kesulitan medium pada permainan *Tic-Tac-Toe* ialah player akan dibuat sedikit berfikir dalam melakukan langkah-langkah pada papan permainan dikarenakan tingkat kesulitan yang semakin tinggi membuat player akan sedikit susah dalam melakukan setiap langkahnya.

<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>X</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>					X					<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>X</td><td></td></tr><tr><td>O</td><td></td><td></td></tr></table>					X		O			<table border="1"><tr><td>X</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>X</td><td></td></tr><tr><td>O</td><td></td><td></td></tr></table>	X				X		O		
	X																												
	X																												
O																													
X																													
	X																												
O																													
<table border="1"><tr><td>X</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>X</td><td></td></tr><tr><td>O</td><td></td><td>O</td></tr></table>	X				X		O		O	<table border="1"><tr><td>X</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>X</td><td></td></tr><tr><td>O</td><td>X</td><td>O</td></tr></table>	X				X		O	X	O	<table border="1"><tr><td>X</td><td>O</td><td></td></tr><tr><td></td><td>X</td><td></td></tr><tr><td>O</td><td>X</td><td>O</td></tr></table>	X	O			X		O	X	O
X																													
	X																												
O		O																											
X																													
	X																												
O	X	O																											
X	O																												
	X																												
O	X	O																											
<table border="1"><tr><td>X</td><td>O</td><td></td></tr><tr><td></td><td>X</td><td>X</td></tr><tr><td>O</td><td>X</td><td>O</td></tr></table>	X	O			X	X	O	X	O	<table border="1"><tr><td>X</td><td>O</td><td></td></tr><tr><td>O</td><td>X</td><td>X</td></tr><tr><td>O</td><td>X</td><td>O</td></tr></table>	X	O		O	X	X	O	X	O	<table border="1"><tr><td>X</td><td>O</td><td>X</td></tr><tr><td>O</td><td>X</td><td>X</td></tr><tr><td>O</td><td>X</td><td>O</td></tr></table>	X	O	X	O	X	X	O	X	O
X	O																												
	X	X																											
O	X	O																											
X	O																												
O	X	X																											
O	X	O																											
X	O	X																											
O	X	X																											
O	X	O																											

Gambar 6. Pola Tingkat Kesulitan *Medium*

Pada tingkat kesulitan *medium* memiliki pola yang cukup rumit sehingga bisa dikatakan untuk kemungkinan menang sangat kecil dan bisa dilakukan analisa bahwasannya langkah pertama AI selalu mengambil langkah pada kotak tengah, dikarenakan kotak tengah memiliki opsi yang bisa dibagi secara vertikal, horizontal dan diagonal. Adapun hasil percobaan dengan melakukan 10 kali percobaan sebagai berikut :

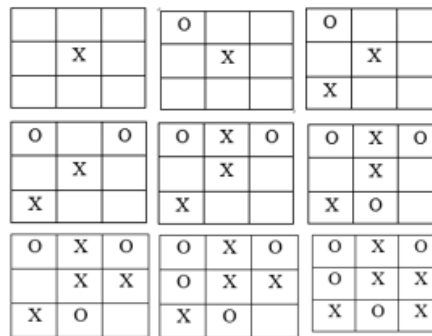
Tabel 2. Uji Coba Permainan Tingkat *Medium*

	Player	AI Komputer
Menang	0	6
Seri	4	4
Kalah	6	0

Setelah dilakukan uji coba sebanyak 10 kali pada tingkat kesulitan *medium*, hasil yang didapat ialah komputer memenangkan permainan sebanyak 6 kali dan 4 kali seri, sehingga hal ini membuktikan bahwa untuk tingkat kesulitan *medium* tersebut mulai memiliki pola yang rumit untuk memperkecil peluang kemenangan.

c. Tingkat Kesulitan *Hard*

Langkah selanjutnya yaitu untuk tingkat kesulitan *hard* akan dibuat pola yang sangat susah sehingga player tersebut akan merasakan seperti bermain dengan manusia dan tingkat kemenangan pada level tersebut sangat kecil dan bahkan tidak ada.



Gambar 7. Pola Tingkat Kesulitan *Hard*

Pada tingkat kesulitan *hard* memiliki pola yang rumit sehingga bisa dikatakan untuk kemungkinan menang sangat kecil, pada level *hard* bisa dikatakan player tersebut setara bermain dengan manusia dan bisa dilakukan analisa bahwasannya langkah pertama AI selalu mengambil langkah pada kotak tengah, dikarenakan kotak tengah memiliki opsi yang bisa dibagi secara vertikal, horizontal dan diagonal. Adapun hasil percobaan dengan melakukan 10 kali percobaan sebagai berikut :

Tabel 3. Uji Coba Permainan Tingkat *Hard*

	Player	AI Komputer
Menang	0	7
Seri	3	3
Kalah	7	0

Setelah dilakukan uji coba sebanyak 10 kali pada tingkat kesulitan *hard*, hasil yang didapat ialah komputer memenangkan permainan sebanyak 7 kali dan 3 kali seri, sehingga hal ini membuktikan bahwa untuk tingkat kesulitan *hard* tersebut memiliki pola yang rumit untuk memperkecil peluang kemenangan dan pada level *hard* tersebut setara bermain dengan manusia.

F. Tahapan Pengujian

Tahapan ini digunakan untuk melakukan pengujian pada permainan Tic-Tac-Toe yang sebelumnya sudah dilakukan di setiap tingkat kesulitannya dan mendapatkan hasil yang cukup baik.

Tabel 4. Pengujian Keseluruhan Player

	Easy	Medium	Hard
Menang	8	0	0
Seri	2	4	3
Kalah	0	6	7

Pada table berikut didapatkan bahwasannya untuk hasil pada setiap tingkat kesulitannya memiliki hasil yang berbeda sehingga bisa dikatakan bahwa Metode Artificial Neural Network merupakan metode yang cukup baik yang digunakan dalam membangun permainan Tic-Tac-Toe tersebut. Kedepannya peneliti menyarankan untuk menggunakan metode lain atau menggabungkan agar hasil yang dicapai bisa maksimal.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan uji coba yang telah dilakukan pada Permainan Game Tic-Tac-Toe dalam pengambilan keputusan untuk meraih kemenangan tersebut memiliki nilai akurasi sebesar 80% untuk tingkat kesulitan easy, 40% untuk tingkat kesulitan medium, dan 30% untuk tingkat kesulitan hard, hal ini menunjukkan bahwa bagi komputer untuk meraih kemenangan pada permainan tersebut cukup mudah pada tingkat kesulitan hard dan pada tingkat kesulitan easy, komputer sangat mudah dikalahkan oleh user.

Media pembelajaran dengan menggunakan Permainan Game Tic-Tac-Toe tersebut masih memiliki kelebihan dan kekurangan, maka dari itu diharapkan untuk kedepannya dapat dilakukan dengan menggunakan metode-metode yang lain sehingga akurasi yang dihasilkan pada permainan tersebut memiliki tingkat akurasi yang tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama kami panjatkan puji syukur kehadirat ALLAH SWT yang telah memberikan berkah kepada penulis sehingga menyelesaikan penelitian ini. Selanjutnya, kami mengucapkan terima kasih kepada tim peneliti yang telah bekerja sama dan saling membantu selama penelitian. Serta tidak lupa kami sampaikan terima kasih juga kepada semu pihak yang telah berkontribusi dalam proses penelitian ini, yang tidak dapat disebutkan namanya satu per satu.

REFERENSI

- [1] G. Emanuel, R. K. J. Bendi, and A. Arieffianto, "Desain Non-Player Character Permainan Tic-Tac-Toe Dengan Algoritma Minimax," *J. Ilm. Matrik*, vol. 21, no. 3, pp. 223–233, 2019, doi: 10.33557/jurnalatrik.v21i3.725.
- [2] P. Herlambang Yudha, A. Muhammad Aminul, and A. Issa, "Penerapan Neural Network untuk NPC Braking Decision pada Racing Game," *J. Pengemb. Teknol. Inf. Dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 5, pp. 4148–4154, 2019.
- [3] M. A. Dalffa, B. S. Abu-Nasser, and S. S. Abu-Naser, "Tic-Tac-Toe Learning Using Artificial Neural Networks," *Int. J. Eng. Inf. Syst.*, vol. 3, no. 2, pp. 9–19, 2019.
- [4] E. Indra, N. P. Sijabat, M. A. Riady, and ..., "Analisa Efektivitas Algoritma Minimax, Alpha Beta Pruning, dan Negamax dalam Penerapannya pada Permainan Papan (Board Game)," ... *Ilmu Komput. dan ...*, vol. 3, no. 2, pp. 49–59, 2020, [Online]. Available: <http://ejournal.sisfokomtek.org/index.php/jikom/article/view/48>.
- [5] A. Sahi, "Aplikasi Test Potensi Akademik Seleksi Saringan Masuk Lp3I Berbasis Web Online Menggunakan Framework Codeigniter," *Tematik*, vol. 7, no. 1, pp. 120–129, 2020, doi: 10.38204/tematik.v7i1.386.
- [6] A. Sopian, A. Wiyatno, and A. Riyandi, "Komparasi Algoritma Support Vector Machines dengan Algoritma Artificial Neural Network untuk Memprediksi Nilai Persetujuan Kredit Modal Kerja yang Diberikan Bank Umum," *J. Teknol. Inform. dan Komput.*, vol. 5, no. 1, pp. 88–95, 2019, doi: 10.37012/jtik.v5i1.224.
- [7] S. Syukri and S. Samsuddin, "Pengujian Algoritma Artificial Neural Network (ANN) Untuk Prediksi Kecepatan Angin," *J. Nas. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 1, p. 43, 2019, doi:

- 10.32672/jnkti.v2i1.1056.
- [8] Timothy Ageng Pracaya, Antonius Bima Murti Wijaya, and Haeni Budiati, "Penerapan Algoritma Minimax Sebagai Kecerdasan Buatan Pada Permainan Tic Tac Toe," vol. 1, no. 1, pp. 1–12, 2020.
- [9] A. Christopher, Daniel, E. Pratama, and L. Hakim, "Penerapan Algoritma Minimax Terhadap Permainan Tic-Tac-Toe Dengan Menggunakan Artificial Intelligence," *Ancol, Kec. Pademangan, Kota Jkt Utara*, vol. 2020, no. 9, pp. 2657–1501, 2020.
- [10] S. Hasan and N. Muhammad, "Sistem Informasi Pembayaran Biaya Studi Berbasis Web Pada Politeknik Sains Dan Teknologi Wiratama Maluku Utara," *IJIS - Indones. J. Inf. Syst.*, vol. 5, no. 1, pp. 44–55, 2020, doi: 10.36549/ijis.v5i1.66.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.