



Penerapan Game *Tic-Tac-Toe* dengan Metode *Artificial Neural Network* dalam Pengambilan Keputusan untuk Meraih Kemenangan

Ahmad Abdullah Faqih¹, Arif Senja Fitriani²

^{1,2}Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Email: ¹ahmadabdullah841@gmail.com, ²asfjim@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 purpose of this study is to reintroduce traditional games to the community and also to conduct computer training to provide intelligence to the tic-tac-toe game and have learning at each different level of difficulty. 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. The human brain is thought to consist of millions of tiny processing units called neurons that work in parallel. The data used in the application of the Tic-Tac-Toe game using the Artificial Neural Network Method in Decision Making to Achieve Web-based Victory is taken from the Tic-Tac-Toe game which includes game rules, game components and game strategy. 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

Permainan Tic-Tac-Toe merupakan permainan 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. 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. Metodologi yang digunakan pada penelitian ini ialah menggunakan Metode Artificial Neural Network yang merupakan upaya untuk meniru fungsi otak manusia. Otak manusia diperkirakan terdiri dari jutaan unit pemrosesan kecil yang disebut neuron yang bekerja secara paralel. Data yang digunakan dalam penerapan game Tic-Tac-Toe menggunakan Metode Artificial Neural Network dalam Pengambilan Keputusan untuk Meraih Kemenangan berbasis Web diambil dari permainan Tic-Tac-Toe yang meliputi aturan permainan, komponen-komponen permainan dan juga strategi permainan. 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.

Kata kunci: *Tic-Tac-Toe, Artificial Neural Network, Web, Media Pembelajaran, Pengambilan Keputusan*

1. 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. Contohnya 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].

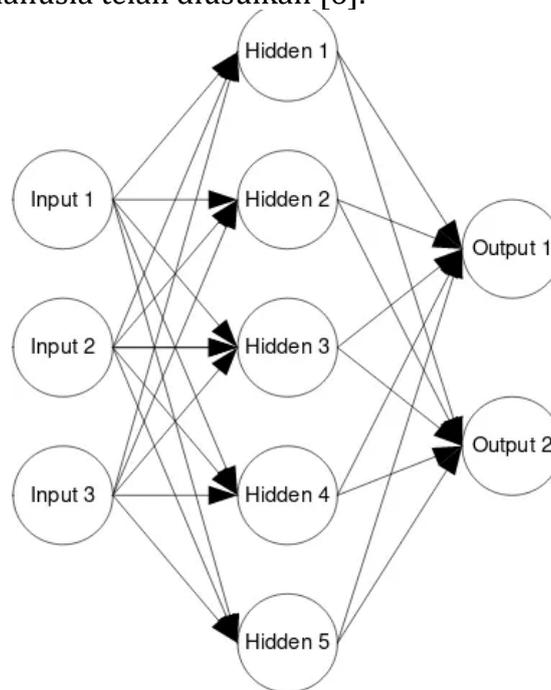
Tujuan dari penelitian ini mengenalkan kembali permainan tradisional kepada masyarakat dan juga melakukan pelatihan terhadap komputer untuk memberikan kecerdasan pada permainan *tic-tac-toe* tersebut serta memiliki pembelajaran disetiap tingkat kesulitan yang berbeda untuk digunakan sebagai media pembelajaran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

2. METODOLOGI PENELITIAN

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 melewatkan 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.

2.1. 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 symbol dianggap kalah. Jika kedua pemain tidak dapat menyejajarkan simbol, permainan dianggap seri [9].

2.2. 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.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

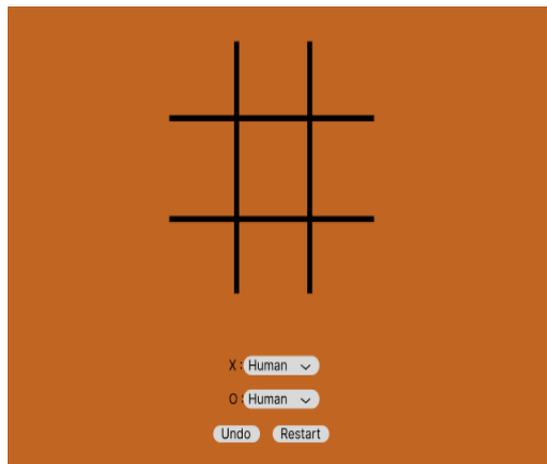
Pada bab ini terdapat beberapa pokok bahasan mengenai hasil penelitian, antara lain:

3.1. 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*.

3.2. 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*.

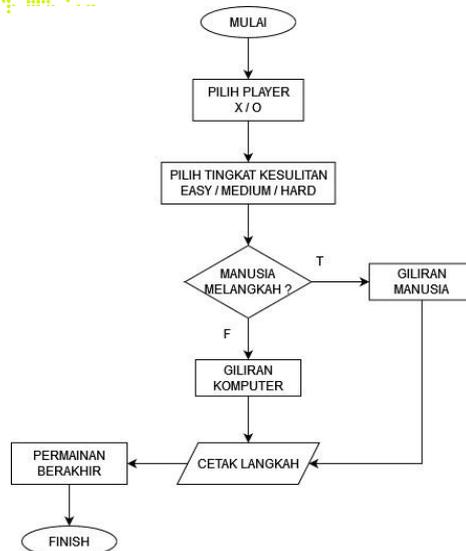


Gambar 2. Tampilan Utama Permainan Game *Tic-Tac-Toe*

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.

3.3. Flowchart



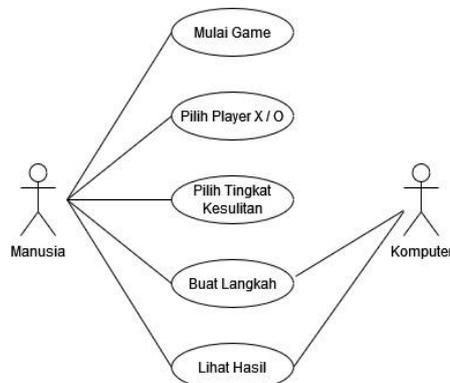
Gambar 3. Flowchart Permainan Game Tic-Tac-Toe

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.

3.4. 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

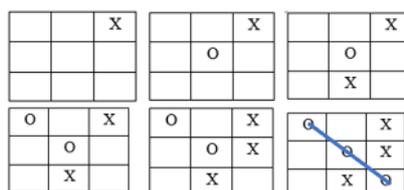
Pada gambar 4 tersebut menunjukkan aturan main atau fitur yang didapat apabila nantinya permainan *Tic-Tac-Toe* tersebut dijalankan, langkah pertama yang dilakukan ialah memilih terlebih dahulu player mana yang akan digunakan X atau O setelah pemilihan selesai, langkah selanjutnya memilih tingkat kesulitan 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.

3.5. 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*.

3.5.1. Tingkat Kesulitan *Easy*

Langkah pertama terhadap tingkat kesulitan *easy* pada permainan *Tic-Tac-Toe* ialah player akan dibuat mudah dalam memenangkan permainan 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 :

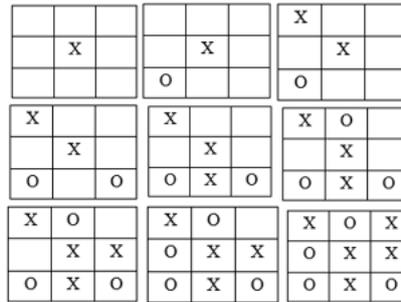
Tabel 1. Uji Coba Permainan Tingkat *Easy*

	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.

3.5.2. 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.



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.

3.5.3. 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.



	X			X			X	
						X		
O		O	O	X	O	O	X	O
	X			X			X	
X			X			X	O	
O	X	O	O	X	O	O	X	O
	X	X	O	X	X	O	X	X
X	O		X	O		X	O	X

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.

3.6. 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 Tabel 4 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.

4. 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

DAFTAR PUSTAKA

- [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/jurnalmatrik.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.