

# Pemanfaatan Teori Kombinatorik Untuk Membuat Pohon Keputusan Dari Alur Permainan Tic-Tac-Toe

Jundullah - 13518027  
Program Studi Teknik Informatika  
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika  
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia  
13518027@std.stei.itb.ac.id

**Abstrak**—Tic-Tac-Toe merupakan permainan klasik yang sudah ada sejak waktu yang sangat lama. Permainan ini cukup sederhana untuk dimainkan, hanya membutuhkan sebuah (atau dua buah) alat tulis dan sebuah kertas yang sudah digambarkan sembilan buah segiempat yang disusun sebagai matriks berukuran 3x3.

**Kata kunci**—kombinatorik, Tic-Tac-Toe, pemetaan, permainan papan, permainan, X O X, matematika diskrit, AI.

## I. PENDAHULUAN

Tic-Tac-Toe merupakan permainan klasik yang sudah ada sejak waktu yang sangat lama. Permainan ini cukup sederhana untuk dimainkan, hanya membutuhkan sebuah (atau dua buah) alat tulis dan sebuah kertas yang sudah digambarkan sembilan buah segiempat yang disusun sebagai matriks berukuran 3x3.

Namun apa jadinya jika di era yang sudah modern ini, orang-orang merasa menyiapkan kertas dan menggambar matriks berukuran 3x3 setiap kali memulai permainan baru dirasa sangat merepotkan? Ya, tentu saja hal itu dapat membuat ketertarikan orang-orang terhadap permainan papan yang satu ini sangat berkurang bahkan jika ini terus berlanjut, permainan Tic-Tac-Toe yang legendaris ini akan punah.

Untuk itu dibutuhkan adanya digitalisasi dari permainan ini. Tentunya dengan membuat suatu produk digital dari permainan ini, diharapkan permainan Tic-Tac-Toe ini tetap lestari dalam waktu yang sangat lama.

Namun, muncul satu permasalahan lagi. Sebagai sebuah permainan digital yang melibatkan dua pemain, akan terasa sangat aneh bila di dalam permainan tersebut tidak disematkan fitur "Player vs Computer" atau yang biasa ditampilkan sebagai "1 Player". Untuk membuat fitur ini, tentunya dibutuhkan sebuah AI yang tidak hanya memahami aturan dan cara bermain Tic-Tac-Toe, tapi juga pandai dan dapat memenangkan game tersebut. Tidak hanya itu, alangkah baiknya jika AI yang disematkan di dalam program tersebut dapat diatur tingkat kepintarannya. Dengan memanfaatkan teori kombinatorik, tentunya akan lebih mudah dalam proses pembuatan AI yang dapat diatur tingkat kesulitannya. Dalam hal ini, teori kombinatorik hanya digunakan sebagai perhitungan peluang kemenangan untuk setiap pilihan yang akan diambil oleh AI yang memainkan permainan Tic-Tac-Toe tersebut. Peluang ini

yang nantinya akan dijadikan sebagai pohon keputusan yang akan digunakan oleh AI.

## II. TEORI DASAR KOMBINATORIK

Kombinatorial adalah cabang matematika untuk menghitung jumlah penyusunan objek-objek tanpa harus mengenumerasi semua kemungkinan susunannya untuk merepresentasikan objek-objek diskrit dan hubungan antara objek-objek tersebut.

Dalam cabang matematika yang satu ini, terdapat beberapa kaidah dasar yang sangat bermanfaat, yaitu:

1. Kaidah perkalian (*rule of product*)  
Percobaan 1: p hasil  
Percobaan 2: q hasil  
Percobaan 1 **dan** percobaan 2:  $p \times q$  hasil
2. Kaidah penjumlahan (*rule of sum*)  
Percobaan 1: p hasil  
Percobaan 2: q hasil  
Percobaan 1 **atau** percobaan 2:  $p + q$  hasil

Dari kaidah dasar tersebut, dapat dilakukan perluasan penggunaan dengan cara melakukan perulangan, misalkan ada n percobaan, masing-masing dengan  $p_i$  hasil, maka perluasannya adalah:

1. Perluasan kaidah perkalian (*rule of product*)  
 $p_1 \times p_2 \times \dots \times p_n$  hasil
2. Perluasan kaidah penjumlahan (*rule of sum*)  
 $p_1 + p_2 + \dots + p_n$  hasil

Selain kaidah dasar, ada beberapa teori lain yang dapat membantu, yaitu:

1. Prinsip Inklusi-Eksklusi  
Prinsip ini mirip dengan pemahaman terhadap sebuah diagram venn, yaitu  $|A \cup B| = |A| + |B| - |A \cap B|$ .
2. Permutasi  
Secara definisi, permutasi adalah jumlah urutan berbeda dari pengaturan objek-objek. Selain itu, permutasi juga merupakan bentuk khusus aplikasi kaidah perkalian. Bentuk umum permutasi adalah

$$P_r^n = \frac{n!}{(n-r)!}$$

3. Permutasi unsur sama  
Permutasi yang biasa hanya dapat digunakan untuk

menyusun benda yang semua elemennya berbeda sehingga setiap penukaran dua elemen sembarang, maka hasil dari penukaran tersebut dianggap sebagai bentuk permutasi yang berbeda. Namun terkadang akan dibutuhkan suatu metode untuk menghitung banyaknya kemungkinan permutasi jika terdapat elemen yang sama dari kumpulan elemen yang ingin dihitung permutasinya. Untuk menghitung itu, dapat digunakan metode permutasi unsur sama dengan  $a_i$  adalah banyaknya elemen tiap jenisnya. Secara matematis dituliskan:

$$P_r^n = \frac{n!}{a_1 \times a_2 \times \dots \times a_r}$$

#### 4. Kombinasi

Permutasi juga memiliki bentuk khusus tersendiri, yaitu kombinasi. Jika pada permutasi urutan kemunculan diperhitungkan, maka pada kombinasi, urutan kemunculan diabaikan.

Bentuk umum permutasi adalah

$$C_r^n = \frac{n!}{r!(n-r)!}$$

#### 5. Kombinasi dengan pengulangan

Kombinasi biasa, hanya dapat menghitung kombinasi dari elemen-elemen yang akan dimasukkan ke dalam wadah-wadah yang tiap wadahnya hanya dapat dimasuki oleh tepat satu elemen saja. Tentu saja dalam beberapa kasus dibutuhkan suatu persamaan yang dapat menghitung saat dimana wadah yang akan dimasuki elemen yang diinginkan dapat menampung lebih dari satu elemen atau bahkan kurang dari satu elemen. Persamaan tersebut adalah:

$$C_r^{n+r-1} = \frac{(n+r-1)!}{r!(n-1)!}$$

Kombinatorial adalah cabang matematika untuk menghitung jumlah penyusunan objek-objek tanpa harus mengenumerasi semua kemungkinan susunannya untuk merepresentasikan

sedikit  $n + 1$ .

Prinsip sarang merpati, jika diterapkan dengan baik, akan memberikan hanya objek-objek yang ada, dan bukan memberitahukan bagaimana mencari objek tersebut dan berapa banyak.

Pada masalah sarang burung merpati, prinsip ini tidak memberitahukan di sarang merpati mana yang berisi lebih dari dua ekor merpati.

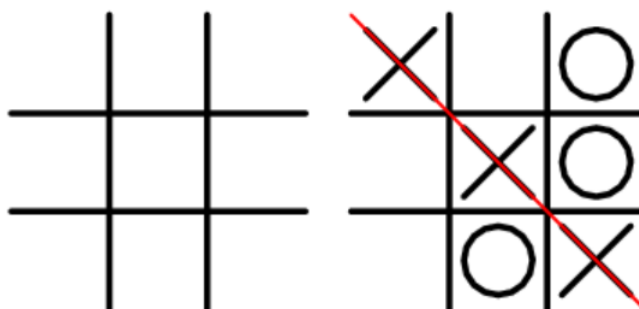
#### 3. Prinsip Sarang Merpati yang Dirampatkan.

Prinsip sarang burung merpati hanya dapat mendeteksi bahwa ada satu buah wadah yang menyimpan setidaknya dua buah elemen (tidak dapat mendeteksi untuk lebih dari dua elemen). Oleh karena itu dibuat prinsip sarang burung merpati yang dirampatkan, yaitu:

Jika  $M$  elemen ditempatkan di dalam  $n$  buah wadah, maka paling sedikit terdapat satu wadah yang berisi setidaknya  $\lceil M/n \rceil$  elemen.

### III. PENGENALAN PERMAINAN TIC-TAC-TOE

Tic-Tac-Toe (juga dikenal sebagai noughts and crosses atau Xs dan Os) adalah permainan kertas dan pensil untuk dua pemain, X dan O, yang bergiliran menandai ruang dalam grid  $3 \times 3$ . Pemain yang berhasil menempatkan tiga tanda mereka di baris horisontal, vertikal, atau diagonal memenangkan pertandingan. 2, dan yang ketiga adalah saat permainan berakhir seimbang.



Gambar 1. contoh permainan Tic-Tac-Toe  
<http://mathworld.wolfram.com/Tic-Tac-Toe.html>

Ada beberapa prinsip yang dapat digunakan dengan memanfaatkan teori-teori kombinatorik tersebut, yaitu:

#### 1. Koefisien binomial

Dengan menggunakan teori kombinasi, dapat dibangun sebuah segitiga pascal yang dapat menjadi pedoman dalam penentuan koefisien binomial, yaitu koefisien dari tiap-tiap variable dari suatu polinom berderajat  $n$ .

#### 2. Prinsip sarang burung merpati (Pigeonhole principle)

Jika  $n + 1$  atau lebih objek ditempatkan di dalam  $n$  buah kotak, maka paling sedikit terdapat satu kotak yang berisi dua atau lebih objek.

Bukti: Misalkan tidak ada kotak yang berisi dua atau lebih objek. Maka, total jumlah objek paling banyak adalah  $n$ . Ini kontradiksi, karena jumlah objek paling

Karena kesederhanaan tic-tac-toe, sering digunakan sebagai alat pedagogis untuk mengajarkan konsep sportifitas yang baik dan cabang kecerdasan buatan yang berhubungan dengan pencarian pohon permainan. Sangat mudah untuk menulis program komputer untuk bermain tic-tac-toe dengan sempurna atau untuk menghitung 765 posisi yang pada dasarnya berbeda (kompleksitas ruang keadaan) atau 26.830 kemungkinan permainan hingga rotasi dan refleksi (kompleksitas pohon permainan) pada ruang ini.

Permainan ini dapat digeneralisasikan ke  $m, n, k$ -permainan di mana dua pemain bergantian menempatkan batu dengan warna mereka sendiri di papan  $m \times n$ , dengan tujuan mendapatkan  $k$  warna mereka sendiri berturut-turut. Tic-tac-toe adalah  $(3,3,3)$ -game. Harary's general tic-tac-toe adalah

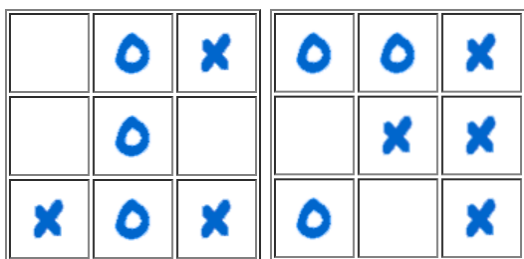
generalisasi yang lebih luas dari tic-tac-toe. Ini juga bisa digeneralisasikan sebagai game n. Tic-tac-toe adalah gim mana n sama dengan 3 dan d sama dengan 2.

#### IV. STRATEGI PEMIKIRAN AI

Dalam permainan Tic-Tac-Toe, ada tiga kemungkinan akhir permainan, yaitu ketika permainan dimenangkan oleh pemain yang menggunakan symbol O atau yang biasa disebut sebagai pemain 1, yang kedua saat pemain yang menggunakan symbol O atau yang biasa disebut pemain 2, dan yang ketiga adalah saat permainan berakhir seimbang.

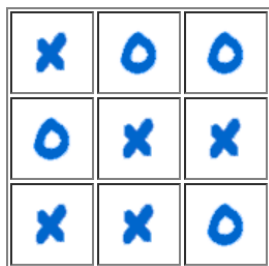
Permainan dinyatakan berakhir jika salah satu atau kedua dari kondisi yang telah ditentukan terjadi. Kondisi yang dimaksud adalah,

1. Salah satu pemain mendapatkan tiga buah symbol yang dia mainkan mengisi matriks papan permainan dalam satu garis.



Gambar 2. (kiri) contoh disaat pemain dengan symbol O memenangkan permainan. (kanan) contoh disaat pemain dengan symbol X memenangkan permainan  
[https://www.exploratorium.edu/brain\\_explorer/tictactoe.html](https://www.exploratorium.edu/brain_explorer/tictactoe.html)

2. Semua kotak dalam matriks papan permainan telah terisi oleh symbol-symbol yang dimainkan masing-masing pemain.



Gambar 3. contoh disaat permainan berakhir seri  
[https://www.exploratorium.edu/brain\\_explorer/tictactoe.html](https://www.exploratorium.edu/brain_explorer/tictactoe.html)

Tentu saja untuk mencapai akhir permainan melalui sangat banyak cara. Untuk itu, AI harus dapat memetakan semua cara-cara tersebut sehingga setelah semua langkah-langkah tersebut dipetakan, dapat dibuat pohon keputusan untuk mencari jalan terbaik yang dapat membuat AI tersebut memenangkan permainan.

Untuk membuat peta alur permainan tersebut, yang pertama kali harus dilakukan adalah memetakan semua akhir permainan

yang mungkin. Untuk mempermudah pemetaan, dianggap permainan selesai hanya ketika syarat pada poin kedua saja yang terpenuhi. Dengan demikian, banyaknya akhir permainan yang mungkin terjadi adalah penyusunan lima buah symbol dari pemain satu dan empat buah symbol dari pemain kedua ke dalam matriks papan permainan yang memiliki total sebanyak sembilan wadah symbol (hal ini terjadi karena permainan dilakukan secara bergantian antara pemain pertama dan pemain kedua sehingga pemain pertama akan mendapatkan giliran satu kali lebih banyak dari pemain yang kedua untuk matriks papan permainan yang banyak wadah simbolnya adalah ganjil).

$$\frac{9!}{5!4!} = 126$$

Berdasarkan perhitungan di atas, kita dapat menyimpulkan bahwa total kemungkinan akhir permainan adalah 126 kemungkinan.

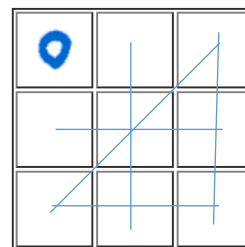
Setelah mendapatkan data tersebut, AI akan mencari banyaknya kemungkinan dimana AI akan menang. Perhitungan dilakukan dengan cara menghitung banyaknya garis-garis potensial yang dapat dijadikan garis pembuat menang yaitu garis yang tidak diisi oleh symbol milik pihak lawan. Namun perlu diperhatikan pula jika pihak lawan berkemungkinan untuk menang atau tidak di giliran selanjutnya.

Untuk menghitung garis yang dapat dijadikan garis pembuat kemenangan dapat menggunakan dengan metode yang sama dengan metode yang sebelumnya, yaitu metode permutasi unsur sama.

$$\frac{N!}{(N_o)!(N_x)!}$$

Dengan N adalah banyaknya kotak yang masih kosong,  $N_o$  adalah banyaknya symbol O yang akan disematkan ke dalam matriks papan permainan, dan  $N_x$  adalah banyaknya symbol X yang akan disematkan ke dalam matriks papan permainan. Dalam hal ini diasumsikan bahwa AI bermain sebagai pemain kedua yaitu pemain dengan symbol X.

1. Studi kasus : AI sebagai pemain kedua (putaran pertama)



Gambar 3. Pemain pertama menyematkan symbol pertamanya di pojok kiri atas  
[https://www.exploratorium.edu/brain\\_explorer/tictactoe.html](https://www.exploratorium.edu/brain_explorer/tictactoe.html)

Jika pemain pertama menyematkan symbol O-nya di pojok atas kiri pada matriks papan permainan, Banyaknya garis yang dapat dijadikan sebagai pembuat kemenangan ada sebanyak

lima garis. Di posisi ini, AI dapat memilih untuk menyematkan simbol X-nya di delapan buah kotak yang ada pada matriks papan permainan.

Untuk itu AI akan melakukan pengecekan satu-persatu terhadap ke-delapan opsi tersebut.

Opsi pertama yaitu saat symbol X disematkan ke kotak bagian atas tengah. Dari kotak tersebut, hanya dapat membuat garis vertical di tengah. Oleh karena itu, AI akan mengasumsikan bahwa ketiga titik yang dihubungkan oleh garis vertical tersebut telah diisi oleh symbol X. Dari garis tersebut, kemungkinan untuk mendapatkan kemenangan adalah

$$\frac{5!}{4! 1!} = 5$$

Opsi kedua yaitu saat symbol X disematkan ke kotak bagian atas kanan. Dari kotak tersebut, dapat membuat dua garis, yaitu garis vertical di kanan dan garis diagonal. Oleh karena itu, AI akan mengulang yang dilakukan pada opsi pertama untuk kedua garis tersebut. Untuk garis yang vertical, kemungkinan untuk mendapatkan kemenangan adalah

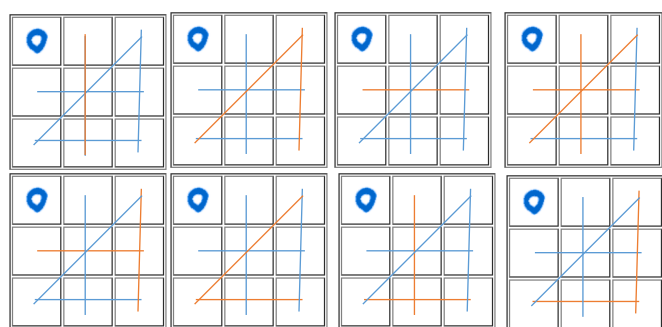
$$\frac{5!}{4! 1!} = 5$$

Sedangkan untuk garis diagonal, kemungkinan untuk mendapat kemenangan adalah

$$\frac{5!}{4! 1!} = 5$$

Sehingga keungkinan total untuk kedua pengetesan tersebut adalah  $5+5 = 10$ .

Jika ke delapan opsi yang telah disebutkan telah dijalankan, dan dibagi dengan banyaknya kemungkinan akhir permainan yang telah dihitung tadi yaitu 126, akan didapatkan data peluang sebagai berikut.



Gambar 4. Garis untuk masing masing opsi

[https://www.exploratorium.edu/brain\\_explorer/tictactoe.html](https://www.exploratorium.edu/brain_explorer/tictactoe.html)

- Opsi 1 :  $5/126 = 3.96\%$
- Opsi 2 :  $10/126 = 7.93\%$
- Opsi 3 :  $5/126 = 3.96\%$
- Opsi 4 :  $15/126 = 11.9\%$
- Opsi 5 :  $10/126 = 7.93\%$
- Opsi 6 :  $10/126 = 7.93\%$

- Opsi 7 :  $10/126 = 7.93\%$
- Opsi 8 :  $10/126 = 7.93\%$

Oleh karena itu, pilihan terbaik bagi AI adalah dengan memilih opsi 4, yaitu di bagian tengah.

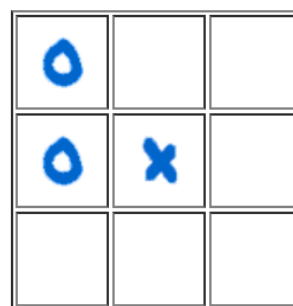
Dapat dilihat bahwa jumlah dari keseluruhan peluang dari opsi tersebut tidak satu, bahkan tidak mendekati dengan satu. Hal ini disebabkan oleh banyaknya kemungkinan yang akan terjadi setelahnya. Contohnya sangat besar kemungkinan bahwa pihak lawan akan menyematkan simbol O-nya pada tempat yang AI inginkan untuk dijadikan sebagai garis pembuat menang.

## 2. Studi kasus : AI sebagai pemain kedua (putaran kedua)

Setelah putaran pertama selesai, tibalah saatnya untuk memainkan putaran kedua. Dalam keadaan normal, AI hanya perlu mengulangi algoritma yang telah dipelajari saat AI melakukan analisis untuk memainkan putaran pertama yang sudah lewat. Namun ada hal lain yang perlu di analisis.

Dalam permainan Tic-Tac-Toe ini, semua pemain selalu berusaha untuk menjadi pemenang, namun untuk mencapai kemenangan tersebut, pemain harus menghalangi kemenangan musuh. Dalam hal ini, AI harus menghalangi pihak lawan untuk menyematkan simbol O-nya yang dapat membuat pihak lawan mencapai kemenangannya.

Jadi, sebelum melakukan algoritma yang sudah dipelajari pada putaran pertama, AI harus melakukan pengecekan terhadap posisi simbol-simbol lawan yang sudah ada pada matriks papan permainan. Jika ternyata ada dua simbol lawan yang berada dalam satu garis dan kotak yang tersisa masih kosong (belum diisi oleh simbol apapun), AI harus menyematkan simbol X-nya pada kotak tersebut sehingga pada putaran selanjutnya pihak lawan tidak mendapatkan kemenangan. Jika AI tidak melakukan hal tersebut, pihak lawan akan mendapatkan kemenangan pada putaran selanjutnya sehingga dapat disimpulkan bahwa peluang kemenangan AI setelah melakukan tahap ini adalah 0%.

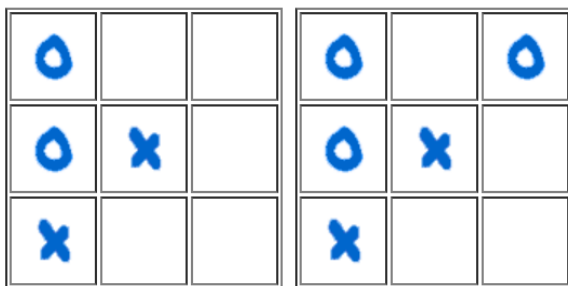


Gambar 5. Pemain pertama membentuk dua simbol O pada satu garis

[https://www.exploratorium.edu/brain\\_explorer/tictactoe.html](https://www.exploratorium.edu/brain_explorer/tictactoe.html)

3. Studi kasus : AI sebagai pemain kedua (setelah putaran kedua)

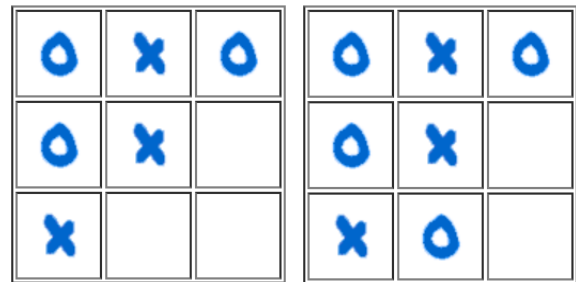
Setelah putaran kedua selesai, tibalah saatnya untuk memainkan putaran ketiga. Hal yang sangat menarik muncul disini. Karena AI menggunakan algoritma peluang pada putaran pertama, setelah melakukan putaran kedua AI mendapatkan dua buah simbol X yang berada pada satu garis bersama dengan satu kotak yang belum ditempati. Jika pihak lawan menerapkan algoritma yang digunakan oleh AI pada putaran kedua, maka secara sangat kebetulan, pihak lawan akan mendapatkan dua simbol O yang berada pada satu garis Bersama dengan satu kotak yang belum ditempati pula.



Gambar 6. (kiri) AI menghalangi kotak kemenangan pihak lawan sekaligus membuat kotak kemenangan untuk dirinya sendiri. Hal ini sudah direncanakan sejak perhitungan di putaran pertama (kanan) pihak lawan menghalangi kotak kemenangan pihak lawan dan secara kebetulan membuat kotak kemenangan untuk dirinya sendiri.

[https://www.exploratorium.edu/brain\\_explorer/tictactoe.html](https://www.exploratorium.edu/brain_explorer/tictactoe.html)

Hal ini menjadi semakin menarik lagi ketika di putaran keempat, penyematan simbol X pada matriks papan permainan oleh AI yang bertujuan untuk menghalangi pihak lawan dalam membuat garis kemenangannya, ternyata dapat membuat potensi garis kemenangan baru bagi AI. Tentu saja hal ini disebabkan oleh AI yang memilih opsi nomor 4 pada putaran pertama yang melibatkan tiga buah garis potensi kemenangan. Hal ini juga membuktikan bahwa perhitungan yang telah dilakukan pada putaran pertama memberikan pengaruh yang sangat penting karena “keberuntungan” yang dimiliki pihak lawan hanya terjadi sekali yaitu pada putaran ketiga. Pada putaran ini, pada saat pihak lawan menyematkan simbolnya di matriks papan permainan untuk menghalangi AI mencapai kemenangannya, di saat yang sama tidak terbentuk garis yang disambungkan oleh dua buah kotak dengan simbol O didalamnya dan sebuah kotak yang masih belum diisi simbol apapun yang diharapkan menjadi potensi kemenangan untuk pihak lawan.



Gambar 7. (kiri) AI menghalangi kotak kemenangan pihak lawan sekaligus membuat kotak kemenangan untuk dirinya sendiri. Hal ini sudah direncanakan sejak perhitungan di putaran pertama (kanan) pihak lawan menghalangi kotak kemenangan pihak lawan dan secara kebetulan membuat kotak kemenangan untuk dirinya sendiri.

[https://www.exploratorium.edu/brain\\_explorer/tictactoe.html](https://www.exploratorium.edu/brain_explorer/tictactoe.html)

## V. KESIMPULAN

Dalam permainan Tic-Tac-Toe, sebagian besar dari hasil permainan adalah seri, dapat dilihat dari peluang menang yang sangat sedikit sekali. Hal tersebut telah dibuktikan oleh algoritma yang dilakukan oleh AI pada putaran pertama. Dapat dilihat dari data bahwa sebagai pemain kedua, total kemenangan yang dapat didapatkan hanyalah 11,9% pada pengambilan keputusan terbaik oleh AI. Posisi yang sangat baik bagi AI selalu ditunjukkan oleh matriks papan permainan setelah putaran pertama berakhir, hal ini menjadi factor pendukung bahwa algoritma yang telah ditetapkan kepada AI telah cukup mutakhir untuk digunakan. Namun sangat disayangkan bahwa permainan Tic-Tac-Toe ini memiliki kemungkinan salah satu pemain akan menang sangatlah kecil sehingga menurunkan peminat para pemain Tic-Tac-Toe. Jika tidak ada solusi dari kecilnya peluang untuk mendapatkan kemenangan dalam permainan ini, maka akan cukup besar kemungkinan bahwa permainan ini akan kehilangan peminatnya.

## VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama penulis mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena hanya atas berkat dan rahmat-Nya penulis memiliki kesempatan untuk menulis makalah ini. Selain itu penulis juga ingin berterima kasih kepada Dr. Ir. Rinaldi Munir, yang telah membuat sebuah website yang sangat bermanfaat untuk saya sebagai salah satu mahasiswa mata kuliah IF 2120 Matematika Diskrit, serta kepada Fariska Zakhralativa Ruskanda, S.T., M.T. selaku dosen pengajar mata kuliah IF 2120 Matematika Diskrit. Penulis juga ingin berterima kasih kepada orang tua yang selalu mendukung penulis. Dan yang terakhir tapi tidak kalah penting, penulis amat sangat berterimakasih kepada teman-teman seperjuangan serta kakak-kakak di HMIF yang bersama-sama saling mendukung dan menyemangati.

## REFERENCES

- [1] [http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2014-2015/Kombinatorial%20\(2014\).pdf](http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2014-2015/Kombinatorial%20(2014).pdf).
- [2] <http://mathworld.wolfram.com/Tic-Tac-Toe.html>.
- [3] [https://www.exploratorium.edu/brain\\_explorer/tictactoe.html](https://www.exploratorium.edu/brain_explorer/tictactoe.html).

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 6 Desember 2019

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Jundullah', with a horizontal line underneath it.

Jundullah  
13518027