

PENGGUNAAN FUNGSI HEURISTIK SEDERHANA PADA PERMAINAN TIC-TAC-TOE

R. Kristoforus Jawa Bendi ¹⁾

¹⁾ Informatika, Universitas Katolik Musi Charitas
Jl. Bangau No 60 Palembang 30113
Email : kristojb@gmail.com

Abstrak . Tic-Tac-Toe merupakan salah satu permainan papan sederhana. Permainan ini dimainkan oleh dua pemain dengan cara mengisi kolom pada papan dengan bidak X atau bidak O sedemikian hingga terbentuk garis sejajar secara vertikal, horizontal dan diagonal. Dengan perkembangan bidang Artificial Intelligence (AI), berbagai algoritma telah diaplikasikan pada permainan ini. Persoalan utama pada penggunaan metode (algoritma) dalam permainan ini adalah pohon solusi yang dibangun secara exhaustive akan meningkatkan beban komputasi. Karena itu metode yang memanfaatkan fungsi heuristik banyak digunakan untuk menemukan solusi optimum lokal. Kendati demikian, penerapan metode-metode tersebut (seperti algoritma minimax dan algoritma genetika) juga relatif kompleks, karena perlu mengevaluasi keadaan berikutnya (next state), dan proses evaluasinya yang iteratif. Penelitian ini mencoba untuk memberikan cara pandang lain dalam menemukan solusi permainan tic-tac-toe berukuran 3 x 3. Dalam penelitian ini fungsi heuristik yang sederhana akan digunakan untuk mengevaluasi current state. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ini dapat menemukan solusi optimum lokal seperti halnya metode-metode terdahulu. Pada tahap penelitian selanjutnya perlu dilakukan evaluasi keefektifan dan keefisienan metode ini dibandingkan dengan metode lainnya.

Kata kunci: tic-tac-toe, fungsi heuristik.

1. Pendahuluan

Permainan papan (*game board*) melibatkan penempatan bidak pada papan berpetak yang telah ditandai dengan seperangkat aturan dan dimainkan secara bergiliran. Beberapa studi menunjukkan bahwa permainan papan secara signifikan dapat meningkatkan kemampuan matematika anak [1] dan juga membantu perkembangan emosi dan sosial mereka [1,2]. Tic-tac-toe merupakan salah satu bentuk permainan papan dengan aturan yang relatif sederhana. Permainan ini dimainkan oleh dua pemain, X dan O yang secara bergiliran menandai petak berukuran 3 x 3. Pemain X biasanya adalah pemain pertama. Pemain yang terlebih dahulu menandai 3 petak sejajar secara horisontal, vertikal atau diagonal adalah pemenangnya. Berkembangnya komputasi modern dan konsep *artificial intelligence*, memungkinkan *game board* dirancang sebagai permainan komputer [3]. Demikian juga tic-tac-toe dirancang menjadi permainan komputer dengan satu pemain adalah manusia (user) dan lawannya adalah komputer. Tantangannya adalah bagaimana merancang kemampuan berpikir komputer sehingga dapat menjadi lawan permainan seperti layaknya manusia.

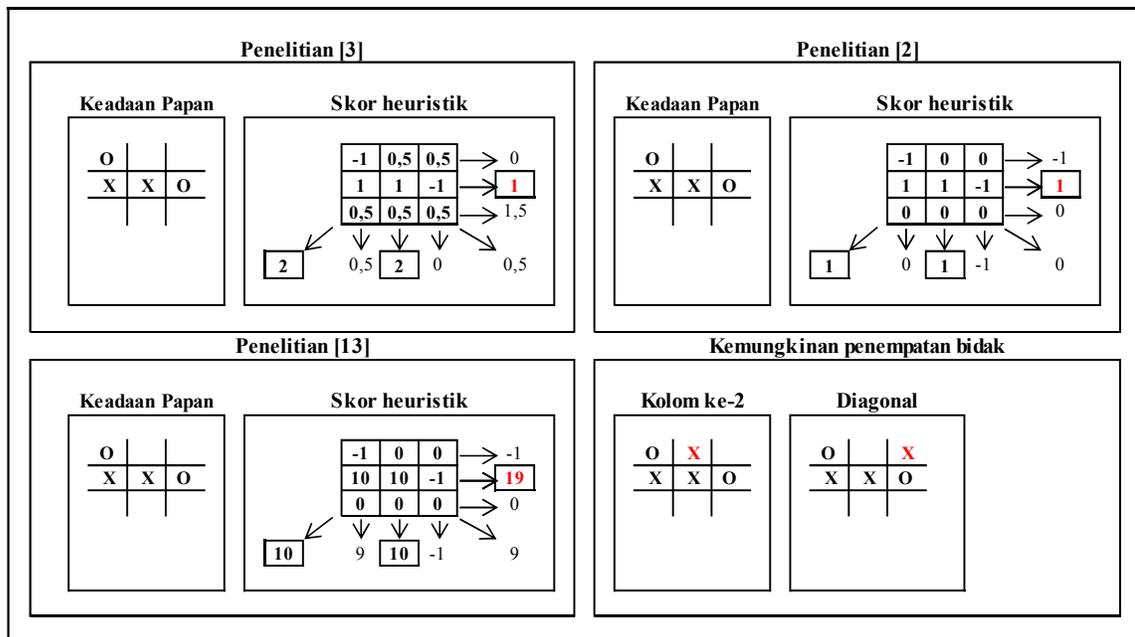
Berbagai teknik dan algoritma heuristik telah digunakan untuk merancang kemampuan berpikir komputer dalam permainan tic-tac-toe. Diantaranya adalah algoritma genetika [4,5,6], Algoritma Minimax [7,8,9], metode *Case Based Reasoning* [10], *Genetic programming* [11], dan *hill climbing* [12]. Penelitian [3] menyebutkan bahwa penggunaan teknik-teknik tersebut terlalu canggih untuk diterapkan pada permainan tic-tac-toe. Kesulitan utama penerapan algoritma tersebut adalah kompleksitasnya tidak mudah dipahami oleh perancang permainan (game designer) dan solusi lengkapnya membutuhkan ruang memori yang besar. Pada permainan tic-tac-toe, pohon solusi dapat dibangun secara lengkap (*exhaustive*). Untuk tic-tac-toe berukuran papan 3 x 3, terdapat 362.800 kemungkinan solusi. Dengan menggunakan pohon solusi yang lengkap, beban komputasi dan kebutuhan memori penyimpanan akan semakin besar. Penggunaan berbagai teknik yang telah disebutkan sebelumnya, dapat mengurangi pohon solusi dengan jalan mencari solusi optimum lokal. Kendati demikian, persoalannya adalah bahwa pada solusi optimum lokal pohon solusi tetap harus dibangun sampai pada kedalaman tertentu. Beberapa penelitian telah mencoba menggunakan fungsi heuristik yang lebih sederhana [2, 3,13]. Dalam menemukan solusi permainan, penelitian-penelitian tersebut

Setiap petak akan diberi nilai/skor tertentu berdasarkan bidak yang menempatnya. Dimisalkan bidak X adalah komputer dan bidak O adalah manusia. Penelitian [2] memberi skor 1 untuk petak yang berisi bidak X, skor -1 untuk petak yang berisi bidak O dan skor 0 untuk petak yang kosong. Sedangkan penelitian 3] memberikan skor 1 untuk petak berisi X, skor -1 untuk petak berisi O, dan memberikan skor 0,5 untuk petak yang kosong. Pada penelitian [13] petak yang berisi bidak X diberi skor 10, bidak O diberi skor -1, dan petak yang kosong diberi skor 0. Tabel 1 memperlihatkan skor yang diberikan untuk setiap petak berdasarkan ketiga penelitian tersebut.

Tabel 1. Nilai/Skor Petak

Bidak	Skor Bidak berdasarkan penelitian:		
	[2]	[3]	[13]
X	1	1	10
O	-1	-1	-1
Null	0	0,5	0

Berdasarkan skor tersebut, nilai heuristik akan dihitung berdasarkan jumlah skor dari tiga petak dalam deret sejajar (horisontal/vertikal/diagonal). Setelah itu akan dipilih sebuah deret berdasarkan nilai heuristik tertentu. Pada deret tersebut akan komputer akan meletakkan bidak X pada area petak yang kosong. Sebagai ilustrasi, Gambar 2 memperlihatkan nilai heuristik yang diperoleh berdasarkan keadaan papan (*current state*) setelah giliran bidak O (manusia). Dimisalkan nilai heuristik terpilih adalah nilai terbesar (nilai 2 berdasarkan penelitian 3]), maka kemungkinan penempatan bidak X berikutnya adalah pada kolom kedua atau pada posisi diagonal ke kiri.



Gambar 2. Ilustrasi perhitungan nilai heuristik

Pada bidang permainan berukuran 3 x 3, terdapat sepuluh kemungkinan kombinasi isi petak dalam deret sejajar yang dapat dievaluasi (Tabel 2). Dari sepuluh kemungkinan tersebut, dua kombinasi adalah kondisi akhir permainan (XXX dan OOO), dua kombinasi tidak dapat dijadikan alternatif solusi karena isi petak pada deret tersebut sudah penuh (XXO dan XOO). Sehingga tersisa enam kemungkinan kombinasi yang akan dijadikan alternatif pemilihan solusi. Pada penelitian [2] terdapat nilai heuristik yang sama untuk kombinasi yang berbeda. Kesamaan nilai tersebut akan menyulitkan dalam penentuan nilai heuristik. Pada penelitian [3] dan [13] nilai heuristik yang dihasilkan cenderung sebanding. Dalam penelitian ini diputuskan untuk menggunakan fungsi heuristik dari penelitian [13].

Tabel 2. Nilai heuristik untuk kombinasi isi petak

Kombinasi isi 3 petak dalam deret sejajar			Nilai heuristik berdasarkan penelitian			Evaluasi Keadaan	Prioritas Peempatan berdasarkan nilai heuristik	
1	2	3	[2]	[3]	[13]		Maksimum	Minimum
X	X	X	3	3	30	Win		
X	X	O	1	1	19	Not available		
X	O	O	-1	-1	8	Not available		
O	O	O	-3	-3	-3	Lose		
X	X		2	2,5	20	Available	1	6
X	O		0	0,5	9	Available	3	4
O	O		-2	-2	-2	Available	6	1
X			1	2	10	Available	2	5
O			-1	0	-1	Available	5	2
			0	1,5	0	Available	4	3

2.3. Analisis Strategi Penempatan

Dalam penelitian-penelitian terdahulu strategi penempatan bidak biasanya didasarkan pada kondisi papan (*current state*). Dalam penelitian ini, nilai heuristik yang diperoleh, akan dijadikan dasar pertimbangan untuk memilih solusi (menentukan posisi penempatan bidak). Berdasarkan Tabel 2, terdapat dua kemungkinan pemilihan solusi. Pertama, solusi dipilih berdasarkan nilai heuristik terkecil (solusi minimum), dan kedua, solusi dipilih berdasarkan nilai heuristik terbesar (solusi maksimum). Pada solusi minimum, terlihat bahwa bidak X akan berusaha menghalangi bidak O untuk mencapai kemenangan. Sedangkan pada solusi maksimum, bidak X akan berusaha untuk memenangkan permainan tanpa mempedulikan posisi bidak O. Berdasarkan kondisi tersebut, solusi minimum ini akan disebut sebagai strategi Defensif, sedangkan solusi maksimum akan disebut sebagai strategi Agresif. Dengan demikian, prioritas penempatan bidak berdasarkan strategi Defensif dapat ditulis sebagai berikut.

1. Jika dalam satu langkah lawan akan mencapai kemenangan, tempatkan bidak pada deret tersebut (-2)
2. Jika dalam satu deret hanya ada satu bidak milik lawan, tempatkan bidak pada deret tersebut (-1)
3. Jika belum ada bidak dalam satu deret, tempatkan bidak pada deret tersebut (0)
4. Jika dalam satu deret masih tersisa satu petak kosong, tempatkan bidak pada deret tersebut (9)
5. Jika dalam satu deret hanya ada satu bidak milik sendiri, tempatkan bidak pada deret tersebut (10)
6. Jika dalam satu langkah akan mencapai kemenangan, tempatkan bidak pada deret tersebut. (20)

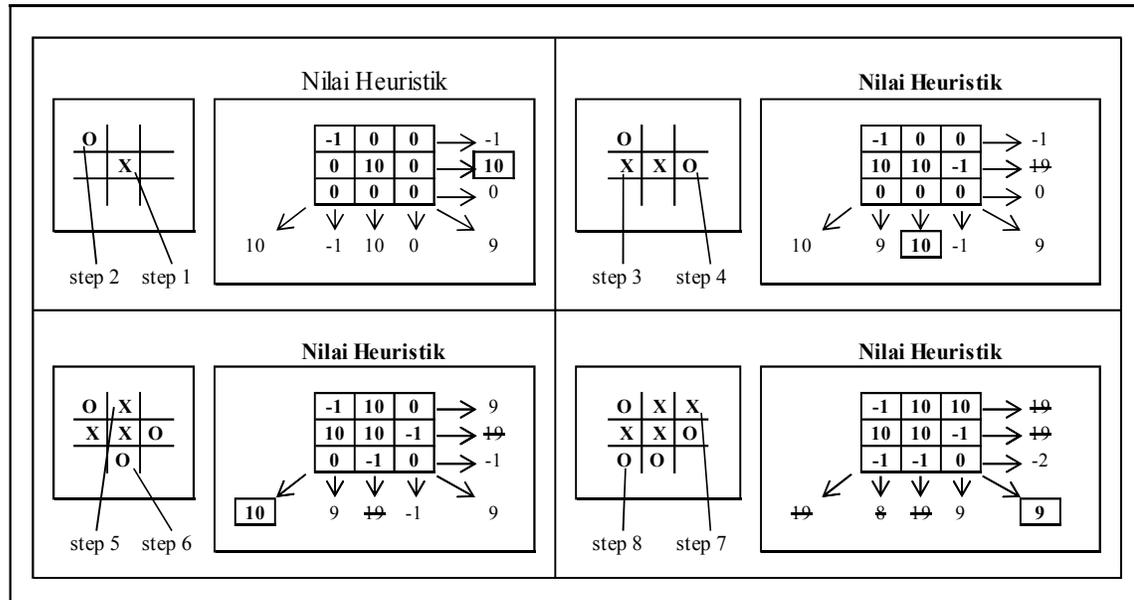
Sedangkan prioritas penempatan dengan strategi Agresif dapat ditulis sebagai berikut.

1. Jika dalam satu langkah akan mencapai kemenangan, tempatkan bidak pada deret tersebut. (20)
2. Jika dalam satu deret hanya ada satu bidak milik sendiri, tempatkan bidak pada deret tersebut (10)
3. Jika dalam satu deret masih tersisa satu petak kosong, tempatkan bidak pada deret tersebut (9)
4. Jika belum ada bidak dalam satu deret, tempatkan bidak pada deret tersebut (0)
5. Jika dalam satu deret hanya ada satu bidak milik lawan, tempatkan bidak pada deret tersebut (-1)
6. Jika dalam satu langkah lawan akan mencapai kemenangan, tempatkan bidak pada deret tersebut (-2)

Pada Gambar 3 diilustrasikan urutan langkah permainan dan strategi penempatan bidak berdasarkan strategi agresif.. Terlihat bahwa kondisi akhir permainan adalah seri. Selain itu, prioritas penempatan dapat juga dilakukan berdasarkan kombinasi solusi maksimum minimum atau sebaliknya. Misalkan pada kombinasi maksimum minimum, maka urutan prioritas nilai heuristiknya adalah: 20, -2, 10, -1, 9, 0. Strategi Agresif defensif tersebut dapat dituliskan sebagai urutan prioritas berikut.

1. Jika dalam satu langkah akan mencapai kemenangan, tempatkan bidak pada deret tersebut (20)
2. Jika dalam satu langkah lawan akan mencapai kemenangan, tempatkan bidak pada deret tersebut (-2)
3. Jika dalam satu deret hanya ada satu bidak milik sendiri, tempatkan bidak pada deret tersebut (10)

4. Jika dalam satu deret hanya ada satu bidak milik lawan, tempatkan bidak pada deret tersebut (-1)
5. Jika dalam satu deret masih tersisa satu petak kosong, tempatkan bidak pada deret tersebut (9)
6. Jika belum ada bidak dalam satu deret, tempatkan bidak pada deret tersebut (0)



Gambar 3. Ilustrasi Permainan dengan strategi Agresif

3. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dapat diambil simpulan sebagai berikut.

- a. Fungsi heuristik sederhana dapat digunakan untuk menemukan solusi optimum lokal pada permainan tic-tac-toe
- b. Nilai heuristik yang dihasilkan, dapat digunakan sebagai dasar strategi penempatan bidak.
- c. Dalam penelitian selanjutnya, perlu dilakukan evaluasi, untuk mengetahui keefektifan dan keefisienan fungsi heuristik sederhana ini dan strategi penempatan bidak yang digunakan.

Daftar Pustaka

- [1] Umair Z Ahmed, Krishnendu Chatterjee, and Gulwani Sumit, "Automatic generation of alternative starting positions for simple traditional board games," in *National Conference on Artificial Intelligence*, Austin, Texas USA, 2015, pp. 1-8.
- [2] Alauddin Al-Omary and Bahrain Al-Sukhir, "Machine-Human Tic-Tac game based on Microcontroller Technology," *International Journal of Computer and Information Technology*, vol. 2, no. 5, pp. 1074-1080, 2013.
- [3] Sunil Karamchandani, Part Gandhi, Omkar Pawar, and Shruti Pawaskar, "A simple algorithm for designing an artificial intelligence based Tic Tac Toe game," in *International Conference on Pervasive Computing*, 2015, pp. 1-4.
- [4] Anurag Bhatt, Pratul Varshney, and Kalyanmoy Deb, "In search of no-loss strategies for the game of tic-tac-toe using a customized genetic algorithm," in *Proceedings of the 10th annual conference on Genetic and evolutionary computation*, 2008, pp. 889-896.
- [5] HK Lam, SH Ling, FHF Leung, PKS Tam, and YS Lee, "Playing tic-tac-toe using a modified neural network and an improved genetic algorithm," in *28th Annual Conference of the Industrial Electronics Society*, 2002, pp. 1984-1989.
- [6] IV Papatungan, "Konsep Permainan Tic-tac-toe Menggunakan Algoritma Genetika," in *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*, 2006, pp. 7-10.
- [7] E Jayadi, MAF Rachman, and M Yuliansyah, "Aplikasi Game Tic Tac Toe 6x6 Berbasis

- Android Menggunakan Algoritma Minimax Dan Heuristic Evaluation," in *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia*, 2016, pp. 91-96.
- [8] S Kosasi, "Permainan Papan Strategi Menggunakan Algoritma Minimax," in *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri*, 2014, pp. 105-112.
- [9] M Kurniawan, A Pamungkas, and S Hadi, "Algoritma Minimax Sebagai Pengambil Keputusan Dalam Game Tic-Tac-Toe," in *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia*, 2016, pp. 37-42.
- [10] Vlado Menkovski and Dimitrios Metafas, "AI model for computer games based on case based reasoning and AI planning," in *Proceedings of the 3rd international conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts*, 2008, pp. 295-302.
- [11] Helia Mohammadi, Nigel P. A Browne, Anastasios N Venetsanopoulos, and Marcus V dos Santos, "Evolving Tic-Tac-Toe Playing Algorithms Using Co-Evolution, Interactive Fitness and Genetic Programming," *International Journal of Computer Theory and Engineering*, vol. 5, no. 5, pp. 797-801, 2013.
- [12] B Nuzulla and A Solichin, "Implementasi Algoritma Steepest Ascent Hill Climbing Dengan Optimasi Minimax Pada Permainan Tic Tac Toe Berbasis Android," in *Seminar Nasional Multidisiplin Ilmu*, 2012, pp. 65-73.
- [13] K. Yeung, B. Jacques, and R. Du, "Playing Tic-Tac-Toe With Robot On The Web In Real Time," in *International Conference on Engineering Education*, 2002, pp. 1-5.