

IMPLEMENTASI ALGORITMA *STEEPEST ASCENT HILL CLIMBING* DENGAN OPTIMASI *MINIMAX* PADA PERMAINAN TIC TAC TOE BERBASIS ANDROID

Bayu Nuzulla¹, Achmad Solichin²

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur
Jl. Raya Ciledug, Petukangan Utara, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan 12260
Telp. (021) 5853753, Fax. (021) 5866369
E-mail : ¹bayunuzulla@gmail.com, ²achmad.solichin@budiluhur.ac.id

Abstrak

SD Islam Al-Ikhlas adalah instansi pendidikan akademik yang bernaung di bawah Yayasan Al-Ikhlas Muslim Indonesia. Sejak berdirinya pada tahun ajaran 2001/ 2002, SD Islam Al-Ikhlas terus berusaha menerapkan teknologi informasi dan komputer (TIK) sebagai sarana pendukung proses belajar-mengajar. Pada penelitian ini dilakukan perancangan permainan Tic Tac Toe sebagai salah satu media pembelajaran siswa dalam bentuk permainan strategi untuk melatih kemampuan berpikir siswa. Algoritma *Steepest Ascent Hill Climbing* dengan optimasi *Minimax* diterapkan sebagai kecerdasan tiruan yang menjadi lawan pemain. Aplikasi permainan ini dikembangkan dengan bahasa pemrograman Java yang diterapkan pada perangkat *smartphone* berbasis Android. Dari penelitian ini, diperoleh kesimpulan bahwa kemampuan berpikir siswa dapat dilatih melalui permainan Tic Tac Toe. Aplikasi yang dikembangkan juga sesuai untuk digunakan oleh siswa SD Islam Al-Ikhlas karena menarik dan mudah digunakan.

Kata kunci : *Steepest Ascent Hill Climbing*, *Minimax*, Permainan Tic Tac Toe, Android

I. PENDAHULUAN

Saat ini, *smartphone* menjalankan peran yang amat luas dalam kehidupan sehari - hari. *Smartphone* menjalankan fungsi yang beragam. Mulai dari fungsi – fungsi umum seperti alat komunikasi, hingga fungsi spesifik seperti penghitungan kondisi cuaca dan kalkulator sains. Salah satu fitur *smartphone* yang banyak diminati adalah *game* atau permainan, karena sifatnya menghibur, menarik, interaktif, serta berpotensi membantu proses edukasi.

Tic Tac Toe [6][8], merupakan salah satu permainan tradisional populer yang berasal dari Eropa, di mana dua pemain secara bergantian menjalankan gilirannya untuk membentuk sebaris, sekolom, atau segaris diagonal dengan 3 tanda 'X' atau 'O' dalam papan permainan yang terdiri dari 3x3 kotak. Meninjau karakteristik permainannya, Tic Tac Toe sangat cocok untuk melatih kemampuan berpikir dan mudah dimainkan. Perangkat *smartphone* Android menjadi *platform* pilihan. Hal ini didasari oleh pertimbangan akan keleluasaan interaksi pengguna terhadap layar sentuh, serta harga yang relatif terjangkau.

SD Islam Al-Ikhlas adalah instansi pendidikan akademik yang bernaung di bawah Yayasan Al-Ikhlas Muslim Indonesia. Sejak berdirinya pada tahun ajaran 2001/2002, SD Islam Al-Ikhlas terus berusaha menerapkan TIK sebagai sarana pendukung proses belajar – mengajar. Secara garis besar, kendala utama yang dihadapi untuk mewujudkan target ini adalah keterbatasan sumber daya TIK yang dimiliki. Dalam kaitannya dengan upaya pengembangan aplikasi permainan Tic Tac Toe sebagai sarana pendukung proses belajar-mengajar di SD Islam Al-Ikhlas, secara rinci masalah yang ada meliputi: bagaimana cara mengembangkan aplikasi *game* Tic Tac Toe untuk siswa pada *platform* Android, apakah *game* Tic Tac Toe dapat membantu melatih kemampuan berpikir siswa, serta bagaimana cara meng-implementasikan algoritma *Steepest Ascent Hill Climbing* dengan optimasi *Minimax* pada permainan Tic Tac Toe untuk menciptakan kecerdasan tiruan [2] [4] [7].

Solusi dari permasalahan yang dihadapi adalah pengembangan aplikasi permainan Tic Tac Toe yang menarik dan mudah digunakan oleh siswa SD pada perangkat Android [3], dilengkapi oleh fitur permainan melawan komputer yang digerakkan oleh algoritma Steepest Ascent Hill Climbing dengan optimasi Minimax. Aplikasi permainan Tic Tac Toe yang akan dikembangkan dibatasi untuk beroperasi pada perangkat layar sentuh berukuran 480x800 *pixel* dengan sistem operasi Android 2.3.3 Gingerbread. Algoritma Steepest Ascent Hill Climbing dengan optimasi Minimax digunakan dalam permainan manusia melawan komputer. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Java [1].

Metodologi yang digunakan dalam pengembangan aplikasi Tic Tac Toe ini adalah model Waterfall, yaitu metode rekayasa perangkat lunak di mana seluruh rangkaian langkah dijalankan secara berurutan. Langkah – langkah tersebut meliputi: pendefinisian kebutuhan, perancangan aplikasi, implementasi rancangan aplikasi ke dalam pengetikan bahasa Java, verifikasi dan validasi program, dilanjutkan dengan perawatan aplikasi.

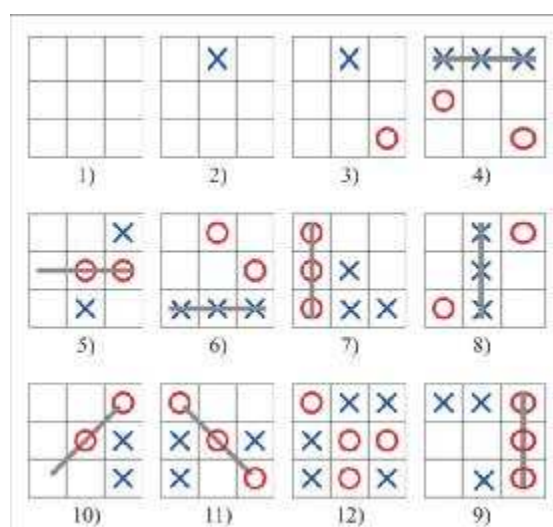
II. LANDASAN TEORI

2.1. Permainan Tic Tac Toe

Tic Tac Toe adalah permainan di manadua pemain secara bergantian menjalankan gilirannya untuk membentuk sebaris, sekolom, atau segaris diagonal dengan 3 tanda ‘X’ atau ‘O’ dalam papan permainan yang terdiri dari 3x3 kotak. Diperkirakan, Tic Tac Toe berasal dari masa kekaisaran Romawi [6][8]. Ketika itu, permainan ini dinamakan Terni Lapilli yang dimainkan dengan menggunakan bidak–bidak yang diletakkan di atas papan.

Aturan permainan Tic Tac Toe adalah sebagai berikut:

- 1) Putuskan siapa yang mendapat giliran jalan pertama. Pemain pertama menggunakan tanda ‘X’, sedangkan pemain kedua menggunakan tanda ‘O’.
- 2) Tic Tac Toe dimainkan pada papan yang digambari sembilan kotak (lebar 3 kotak, tinggi 3 kotak). Pemain menjalankan gilirannya dengan cara menggambar tanda masing – masing di kotak yang masih kosong.
- 3) Misi tiap pemain adalah menggambar 3 tandanya dalam 1 barisan (membentuk 1 baris, kolom, atau garis diagonal).
- 4) Pemenangnya adalah pemain yang berhasil menyelesaikan misi lebih dulu. Kalau kedua pemain tidak berhasil menyelesaikan misi hingga seluruh kotak pada papan terisi gambar tanda, permainan berakhir dengan nilai seri.



Gambar 1: Kondisi permainan pada permainan Tic Tac Toe

Berdasarkan aturan permainan Tic Tac Toe, kondisi yang mungkin terjadi selama permainan Tic Tac Toe adalah sebagaimana tampak pada Gambar 1, yang dijelaskan oleh deskripsi sebagai berikut:

- Kondisi di awal permainan, keadaan semua kotak pada papan permainan belum terisi gambar simbol. Tampak pada poin 1).
- Pemain pertama menjalankan gilirannya dengan menggambar tanda X. Tampak pada poin 2)
- Pemain kedua menjalankan gilirannya setelah pemain pertama jalan. Giliran dijalankan pemain kedua dengan menggambar tanda O. Tampak pada poin 3)
- Pertandingan berakhir dengan dimenangkan pemain yang berhasil membentuk barisan lurus 3 gambar simbolnya secara horizontal. Tampak pada poin 4), 5), dan 6).
- Pertandingan berakhir dengan dimenangkan pemain yang berhasil membentuk barisan lurus 3 gambar simbolnya secara vertikal. Tampak pada poin 7), 8), dan 9).
- Pertandingan berakhir dengan dimenangkan pemain yang berhasil membentuk barisan lurus 3 gambar simbolnya secara diagonal. Tampak pada poin 10) dan 11).
- Pertandingan berakhir seri karena tidak satupun pemain berhasil membentuk barisan lurus dari 3 gambar simbolnya masing – masing sampai tidak ada lagi jalan menang tersisa, akibat seluruh kotak pada papan permainan sudah terisi gambar simbol. Tampak pada poin 12).

2.2. Algoritma Steepest Ascent Hill Climbing

Dalam ilmu komputer, Algoritma Hill Climbing [2] [4] [7] adalah teknik optimasi matematis yang termasuk dalam kategori teknik pencarian lokal. Pada implementasinya dalam kecerdasan tiruan, metode Hill Climbing memanfaatkan informasi heuristik. Algoritma Steepest Ascent Hill Climbing merupakan cabang dari algoritma Hill Climbing. Pada pohon pencarian, Steepest Ascent Hill Climbing membandingkan semua *successors*. Sehingga, *next state* merupakan *successor* yang paling baik atau paling mendekati tujuan.

Algoritma Steepest Ascent Hill Climbing memiliki prosedur sebagai berikut:

- 1) Evaluasi keadaan awal (*initial state*). Jika keadaan awal sama dengan tujuan (*goal state*), maka kembali pada *initial state* dan hentikan proses. Jika tidak, maka jadikan *initial state* tersebut sebagai *current state*.
- 2) Mulai dengan *current state = initial state*.
- 3) Dapatkan semua pewaris (*successor*) yang dapat dijadikan *next state* pada *current state*.
- 4) Evaluasi seluruh *successor* tersebut dengan fungsi evaluasi dan catat nilai hasil evaluasi. Jika salah satu *successor* tersebut mempunyai nilai yang lebih baik dari *current state*, maka jadikan *successor* dengan nilai yang paling baik tersebut sebagai *new current state*.

Lakukan operasi ini terus – menerus hingga tercapai *current state = goal state* atau tidak ada perubahan pada *current state*-nya.

2.3. Algoritma Minimax

Algoritma Minimax amat populer dalam penerapan kecerdasan tiruan untuk permainan strategi [2]. Minimax meminimalisir kerugian terbesar atau mengoptimalkan keuntungan terkecil, dengan cara memprediksi gerakan lawan sebelum melangkah. Prediksi ini didasari evaluasi heuristik dari tiap kemungkinan langkah yang hendak diambil lawan. Algoritma Minimax memposisikan kedua pemain dalam sebuah permainan sebagai “MIN” dan “MAX”. Pemain MAX adalah pemain yang berusaha meraih skor sebesar - besarnya, sedangkan MIN adalah pemain yang berusaha menekan perolehan skor MAX hingga sekecil – kecilnya.

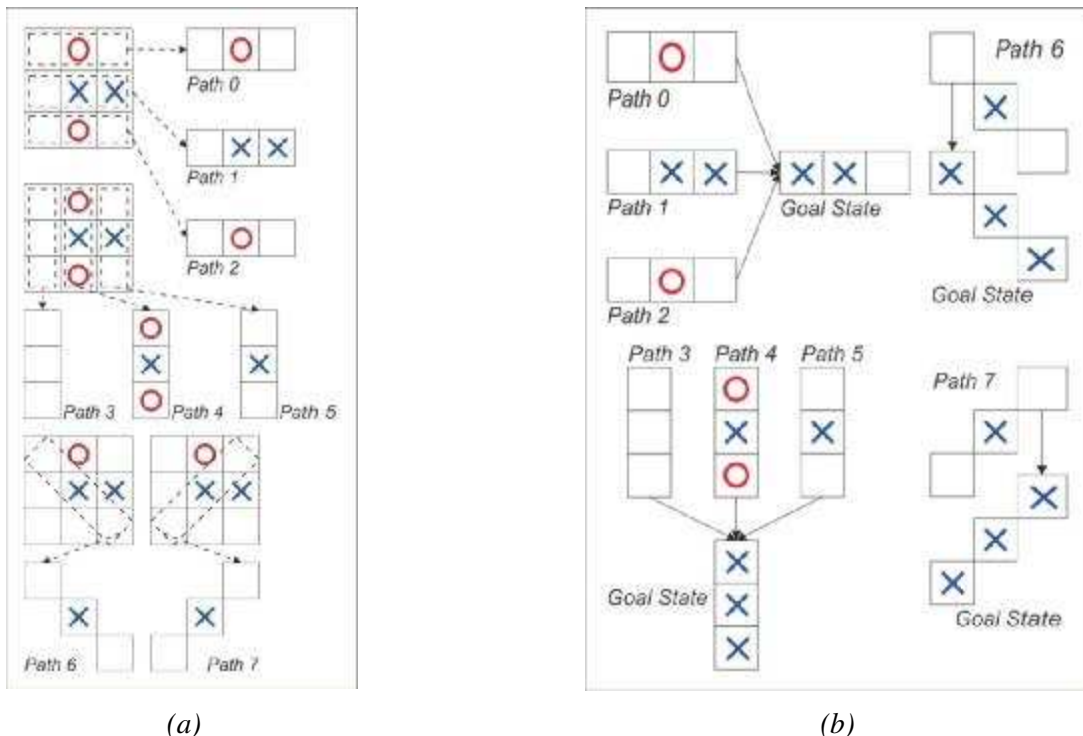
III. RANCANGAN APLIKASI

3.1. Penerapan Algoritma Steepest Ascent Hill Climbing pada Permainan Tic Tac Toe

Algoritma Steepest Ascent Hill Climbing bekerja mencari solusi terbaik dengan cara membandingkan keadaan saat ini dengan hasil evaluasi seluruh kemungkinan keadaan yang dapat terjadi selanjutnya. Kemudian Steepest Ascent Hill Climbing memilih langkah dengan keadaan terbaik. Untuk memperoleh nilai

evaluasi heuristik pada permainan Tic Tac Toe, dilakukan pemecahan papan permainan menjadi jalur – jalur sepanjang syarat menang, yaitu 3 kotak. Untuk mempermudah, jalur – jalur ini disebut “*path*”. Maka, sesuai prosedur kerja Steepest Ascent Hill Climbing, langkah pertama untuk mencari solusi terbaik adalah mencari *path*. Ilustrasi pencarian *path* dapat dilihat pada gambar 2 (a). Pada gambar 2 (a), tampak ditemukan 8 *path* (*path* 0-7) dari papan permainan Tic Tac Toe berukuran 3x3 kotak dengan syarat menang 3 jejer kotak.

Langkah berikutnya adalah mencari nilai heuristik dari setiap *path*. Evaluasi heuristik yang diberlakukan adalah penghitungan jarak terdekat menuju solusi terbaik, yaitu *goal state*, yaitu kondisi akhir kemenangan permainan. Bila dikondisikan pemain pertama (simbol = X) sebagai pengguna algoritma Steepest Ascent Hill Climbing, proses evaluasi nilai heuristik berlangsung sebagaimana diilustrasikan pada gambar 2 (b).



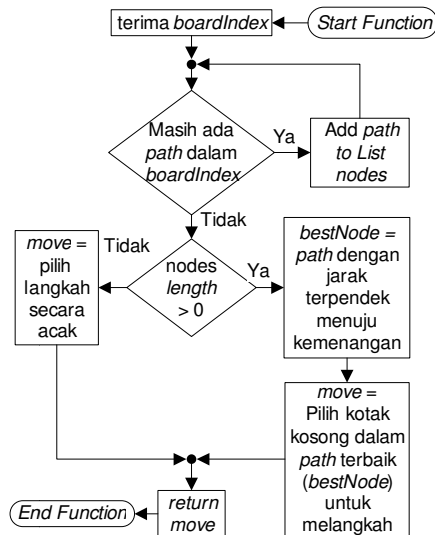
Gambar 2: (a) Pencarian *path* pada permainan Tic Tac Toe oleh Steepest Ascent Hill Climbing,
(b) Evaluasi heuristik algoritma Steepest Ascent Hill Climbing pada permainan Tic Tac Toe

Berdasarkan gambar 2 (b), penjabaran evaluasi heuristik untuk tiap *path* adalah sebagai berikut:

- *Path* 0: Terhalangi oleh lawan. Jarak menuju *goal state* = *blocked*, beri nilai heuristik 99.
(Catatan: Bila *path* yang sudah diisi dihalangi oleh lawan, maka nilai heuristiknya adalah 99 + kotak yang telah terisi. Maka, semakin banyak kotak yang sudah terisi dalam suatu *path* yang terhalangi lawan, semakin besar nilai heuristiknya. Contoh: *Path* kosong dihalangi lawan, nilai heuristik = 99 + 0. *Path* terisi 1 kotak, kemudian dihalangi lawan, nilai heuristik = 99 + 1, dan seterusnya.)
- *Path* 1: Jarak menuju *goal state* = nilai heuristik = 3-2 = 1
- *Path* 2: Terhalangi oleh lawan. Jarak menuju *goal state* = *blocked*, nilai heuristik = 99
- *Path* 3: Jarak menuju *goal state* = nilai heuristik = 3-0 = 3
- *Path* 4: Terhalang oleh lawan, jarak menuju *goal state* = 99 + 1 = 100
- *Path* 5: Jarak menuju *goal state* = nilai heuristik = 3-1 = 2
- *Path* 6: Jarak menuju *goal state* = nilai heuristik = 3-1 = 2
- *Path* 7: Jarak menuju *goal state* = nilai heuristik = 3-1 = 2

Berdasarkan penjabaran evaluasi heuristik dari gambar 2 (b), Steepest Ascent Hill Climbing akan melangkah (meletakkan tanda X) pada kotak yang terletak di baris tengah kolom kiri, karena *path* 1 memiliki

nilai evaluasi heuristik yang paling baik. *Flowchart* algoritma Steepest Ascent Hill Climbing yang telah diimplementasikan ke dalam permainan Tic Tac Toe adalah sebagaimana gambar 3.

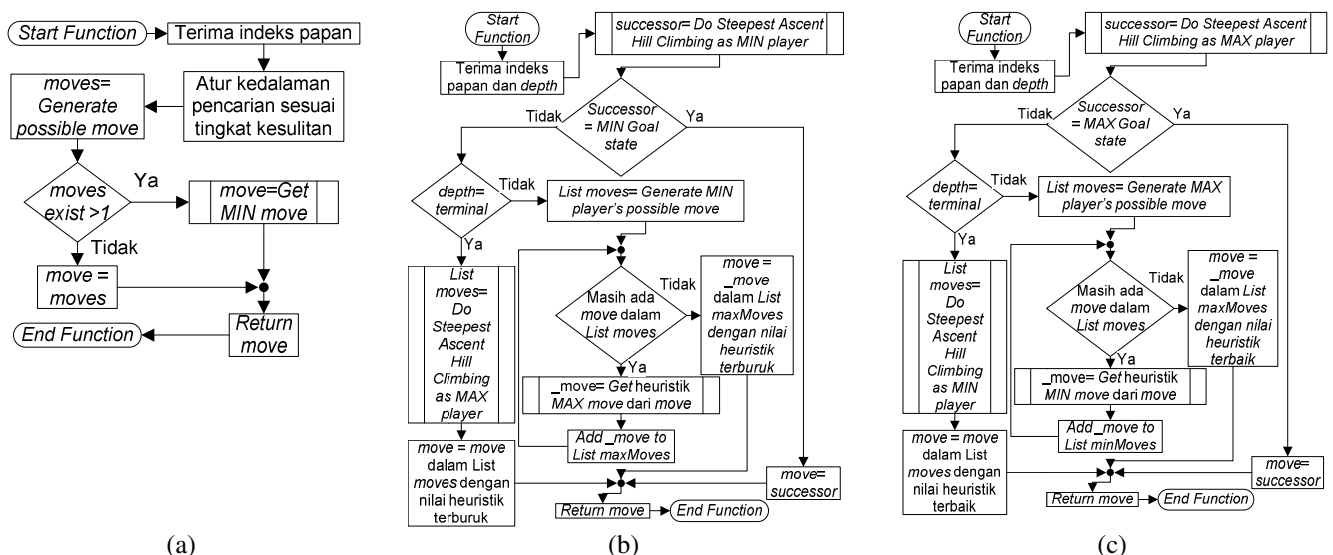


Gambar 3: Flowchart algoritma Steepest Ascent Hill Climbing

3.2.Penerapan Optimasi Minimax pada Permainan Tic Tac Toe

Algoritma Minimax berperan sebagai pemain MIN untuk menghalangi langkah lawan. Steepest Ascent Hill Climbing akan menghitung nilai heuristik lawan. Hasil perhitungannya adalah *best distance* (jarak terbaik, atau terdekat bagi lawan menuju kemenangannya). Kemudian, MIN akan mengambil langkah ke posisi yang mengakibatkan jarak tempuh terjauh bagi lawan menuju kemenangan.

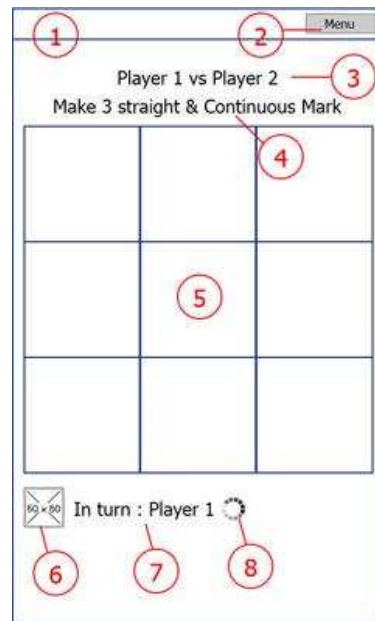
Flowchart optimasi Minimax untuk Steepest Ascent Hill Climbing yang telah diimplementasikan ke dalam permainan Tic Tac Toe dibagi menjadi 3 bagian. Bagian pertama adalah pemanggilan algoritma Minimax, yakni sebagaimana gambar 4 (a). Bagian kedua adalah langkah MIN, yakni sebagaimana gambar 4 (b). Sedangkan bagian ketiga adalah langkah MAX, sebagaimana gambar 4 (c).



Gambar 4: (a) Flowchart pemanggilan algoritma Minimax, (b) Flowchart langkah MIN dalam algoritma Minimax dan (c) Flowchart langkah MAX dalam algoritma Minimax

3.3.Rancangan Layar Aplikasi Permainan Tic Tac Toe

Gambar 5 berikut merupakan rancangan layar aplikasi permainan Tic Tac Toe.



Gambar 5: Rancangan layar aplikasi permainan Tic Tac Toe

Berikut adalah penjelasan dari rancangan layar pada Gambar 5:

- 1) *TextView Title Bar*, label yang menampilkan informasi ronde permainan dan skor pemain dari ronde awal hingga ronde permainan yang sedang berlangsung.
- 2) *Button Menu*, tombol yang digunakan untuk mengakses menu selama permainan berlangsung.
- 3) *TextView Title*, label yang menampilkan judul permainan, yaitu “nama *player 1*” vs “nama *player 2*”.
- 4) *TextView Instruction*, label yang menampilkan panduan singkat misi permainan.
- 5) *TicTacToe Board*, papan permainan Tic Tac Toe. Bila disentuh akan menggambar tanda pemain yang sedang mendapat giliran berjalan. Ketika giliran jalan jatuh pada komputer, ketukan pada papan oleh pemain tidak akan menghasilkan apa – apa.
- 6) *ImageView Player Turn*, gambar tanda pemain yang sedang mendapat giliran jalan.
- 7) *TextView Player Turn*, label yang memberi keterangan mengenai pemain mana yang sedang mendapat giliran jalan.
- 8) *ProgressBar NPC Move*, animasi tunggu (tipe melingkar) selama komputer menjalankan gilirannya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Spesifikasi Perangkat untuk Mengopera-sikan Program

Program permainan Tic Tac Toe yang dibuat dirancang untuk beroperasi pada perangkat dengan spesifikasi minimum *hardware* sebagai berikut:

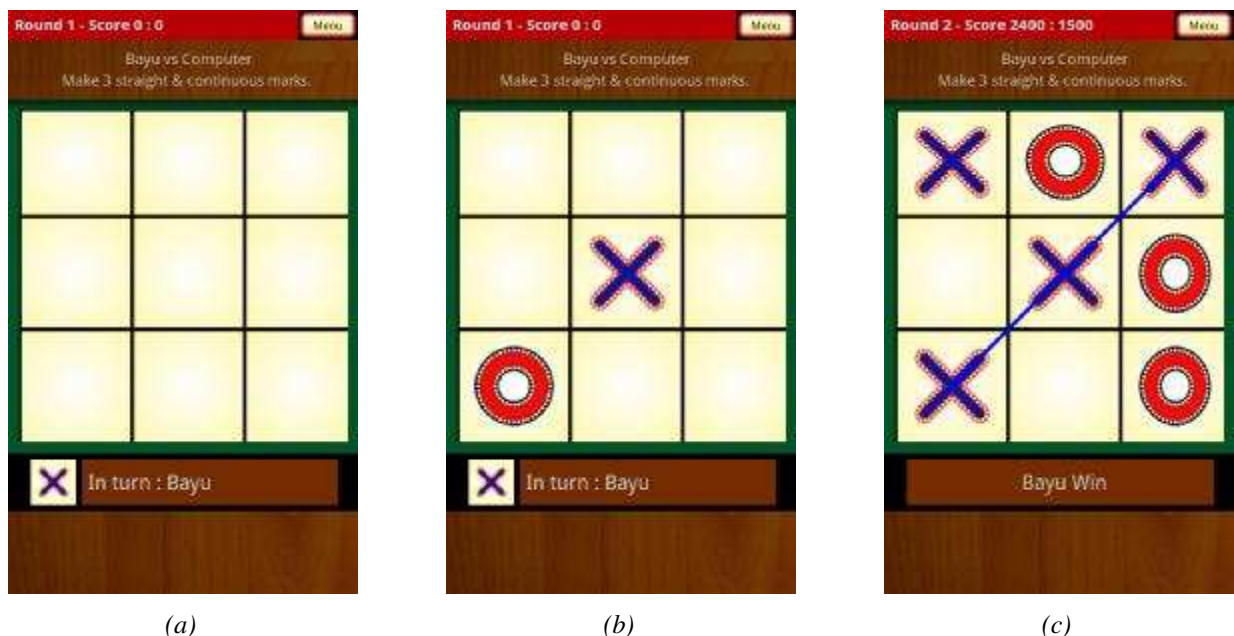
- Tipe *input* : Layar sentuh
- Ukuran layar *display* : 480 x 800 *pixel*
- *RAM* : 256 MB
- Memori internal : Dibutuhkan alokasi penyimpanan sebesar 2 MB
- *CPU* : 800 MHz

Spesifikasi minimum *software* yang dibutuhkan adalah sistem operasi Android 2.3.3 Gingerbread. Selain itu, pengguna harus mengizinkan aplikasi untuk memberdayakan perangkat yang akan digunakan terhadap fitur – fitur berikut:

- *Network communication (full internet access)*
Koneksi internet digunakan untuk menjalankan fungsi fitur *Send Feedback*.
- *System tools (prevent phone from sleeping)*
Pencegahan layar perangkat Android untuk mati ketika permainan Tic Tac Toe berlangsung.

4.2. Uji Coba Eksekusi Program

Tampilan layar aplikasi permainan Tic Tac Toe di awal permainan, selama permainan dan akhir permainan disajikan seperti pada Gambar 6.



Gambar 3: Tampilan layar aplikasi permainan Tic Tac Toe di (a) awal permainan (b) tengah permainan dan (c) akhir permainan

4.3. Analisa Aplikasi

Berdasarkan sudut pandang pengembang, hasil yang dicapai adalah sebagaimana berikut:

- Optimasi Minimax mampu menciptakan permainan Tic Tac Toe dengan tingkat kesulitan beragam, dari mulai sedang hingga sulit tergantung kedalaman pencariannya.
- Implementasi kedua algoritma (Steepest Ascent Hill Climbing dan Minimax) berhasil mengatasi masalah pencarian langkah pada permainan Tic Tac Toe.
- Implementasi kedua algoritma (Steepest Ascent Hill Climbing dan Minimax) memberikan hasil yang efektif.

Berdasarkan kuesioner yang telah diisi oleh siswa dan guru SD Islam Al-Ikhlas terkait dengan implementasi aplikasi permainan Tic Tac Toe ini, dapat diambil beberapa kesimpulan:

- Aplikasi permainan Tic Tac Toe yang dibuat telah memenuhi tujuan untuk mengembangkan aplikasi *game* Tic Tac Toe yang menarik. Hal ini dibuktikan oleh respon positif dari seluruh sampel audiens siswa – siswi SD Islam Al-Ikhlas yang menyatakan bahwa aplikasi ini bagus dan menarik bagi mereka.
- Aplikasi permainan Tic Tac Toe yang dibuat telah memenuhi tujuan untuk mengembangkan aplikasi *game* Tic Tac Toe yang mudah dimainkan. Hal ini dibuktikan oleh respon positif dari seluruh sampel audiens siswa – siswi SD Islam Al-Ikhlas. Siswa – siswi tidak terkendala oleh masalah penggunaan aplikasi yang sulit.

- Guru SD Islam Al-Ikhlâs menyatakan bahwa permainan Tic Tac Toe berpotensi untuk membantu meningkatkan kemampuan berpikir siswa, karena dengan memainkan Tic Tac Toe, siswa berlatih untuk melihat dan mengingat langkah-langkah yang tepat agar dapat memenangkan permainan.

Kelebihan aplikasi permainan Tic Tac Toe yang dibuat adalah sebagai berikut:

- Membantu melatih strategi dan daya ingat siswa dengan permainan yang menyenangkan.
- Cara menggunakannya mudah.
- Membiasakan dan melatih keahlian siswa untuk menggunakan perangkat teknologi, karena aplikasi dijalankan melalui perangkat *mobile* dengan media interaksi layar sentuh.

Adapun kekurangan aplikasi permainan Tic Tac Toe yang dibuat adalah kurangnya variasi pola geometris, karena di dalam permainan Tic Tac Toe sendiri hanya terdapat pola berupa garis, yang mana pola tersebut dibentuk oleh pemain dari kotak – kotak papan permainan untuk memenangkan permainan.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan analisa pada aplikasi permainan Tic Tac Toe yang dikembangkan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

- Permainan Tic Tac Toe dapat membantu melatih kemampuan berpikir anak usia SD.
- Permainan Tic Tac Toe cocok untuk dimainkan oleh anak usia SD, karena aturan permainannya sederhana dan mudah.
- Aplikasi permainan Tic Tac Toe ini dirancang dengan GUI (*Graphical User Interface*) yang menarik dan mudah digunakan oleh siswa SD.
- Pemanfaatan aplikasi permainan Tic Tac Toe ini diharapkan dapat membantu melatih kemampuan berpikir siswa - siswi SD Islam Al-Ikhlâs dengan cara yang menyenangkan.
- Penerapan algoritma Steepest Ascent Hill Climbing dilakukan dengan menerapkannya ke dalam bahasa pemrograman Java untuk mencari jalur – jalur yang dapat dilewati pada papan permainan Tic Tac Toe. Kemudian, dipilihlah langkah dalam jalur yang jaraknya paling dekat untuk menuju kemenangan.
- Penerapan optimasi Minimax dilakukan dengan menerapkannya ke dalam bahasa pemrograman Java, untuk menganalisa perkiraan perolehan keuntungan lawan menurut evaluasi heuristik Hill Climbing sebelum melangkah. Kemudian, dipilihlah langkah dengan perolehan keuntungan terkecil bagi lawan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Deitel, Harvey, and Paul Deitel. , 2004, *Java How to Program Sixth Edition*. New Jersey: Pearson Education.
- [2] Kusumadewi, Sri. , 2003, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [3] Lee, Wei Meng. , 2011, *Beginning Android Application Development*. Indiana: Wiley Publishing.
- [4] Luger, George F. , 2009, *Artificial Intelligence Structures and Strategies for Complex Problem Solving*. Boston: Pearson Education.
- [5] Miller, Christopher. , 2008, *Games Purpose and Potential in Education*. New York: Springer Science+Business Media.
- [6] Oxford Dictionaries Online project Team. , 2000, *tic-tac-toe* <URL: <http://oxforddiction>
- [7] aries.com/definition/tic-tac-toe?region=us> ,
- [8] April 2012.
- [9] Russell, Stuart J. , and Peter Norvig., 2003, *Artificial Intelligence A Modern Approach*. New Jersey: Pearson Education.
- [10] Veto, Meredith. ,2011, *What Is the Origin of the Name Tic Tac Toe* <URL: http://www.ehow.com/about_4682851_origin-name-tic-tac-toe.html> , April 2012.

- [11] Zaslavsky, Claudia. , 2003, *More Math Games and Activities from Around the World*. Chicago: Chicago Review Press.
- [12] Zechner, Mario. , 2011, *Beginning Android Games*. New York: Apress.