

Implementasi Algoritma Alpha-Beta Pruning pada Permainan Bantumi dengan Berbasis *Mobile Android*

Jati Lestari¹⁾ Siti Annisa Amalia²⁾

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur
Jl. Raya Ciledug, Petukangan Utara, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan 12260
e-mail : jati.lestari@budiluhur.ac.id¹⁾, denisedanone@gmail.com²⁾

ABSTRACT

Bantumi or so-called Mancala or Congklak, is a traditional game which belong to the type of strategy game that is played by two players. Along with the development of technology, particularly in smartphones, then made this Bantumi traditional game to make it more practical to play is by expanding into the Android mobile-based application form. With the help of Artificial Intelligence (AI), the computer will be able to play and think to beat his opponent as well as humans. Alpha-Beta Pruning Algorithm is the best step search algorithm used in this Bantumi application in determining the best move. By using this algorithm, the computer will do a search with the best possible move. The higher the depth of the search, the better the computer will determine the pace of the game so that the computer will be more difficult to defeat. That's needed for a high concentration of the players in the play, in order to train and improve the skills of logic that is in them.

Keywords: *bantumi, alpha-beta pruning, algorithms, android*

1. PENDAHULUAN

Bermain merupakan salah satu hal yang disukai oleh anak-anak. Permainan yang baik seharusnya bisa menjadi sarana belajar yang mendidik namun tetap menyenangkan. Salah satu permainan yang menarik dan menjadi salah satu permainan strategi tertua di dunia adalah Bantumi. Bantumi merupakan permainan papan yang berasal dari Afrika dan biasa dimainkan oleh dua orang pemain.

Permainan Bantumi biasanya menggunakan biji atau batu yang dimainkan pada sejenis papan yang memiliki lubang dengan jumlah baris dua buah dan jumlah kolom enam buah. Inti dari permainan ini adalah mendapatkan biji sebanyak-banyaknya pada mangkuk yang terletak di sebelah kanan pemain. Bantumi biasa dimainkan di atas papan kayu atau juga di media lainnya, namun dengan kemajuan teknologi yang ada membuat permainan ini diimplementasikan ke dalam bentuk digital

yang memberikan fitur menarik dan kemudahan dalam memainkannya.

Tempat riset untuk penulisan ini adalah SDN Kereo 2, Tangerang. Siswa-siswi inilah yang menjadi target yang tepat untuk pembuatan aplikasi permainan Bantumi berbasis *mobile Android*. Aplikasi ini pun dibantu dengan algoritma pencarian *Alpha-Beta Pruning* sebagai *Artificial Intelligence player*. Dengan harapan, aplikasi ini dapat membantu melatih kemampuan berpikir para siswa dengan cara yang menyenangkan.

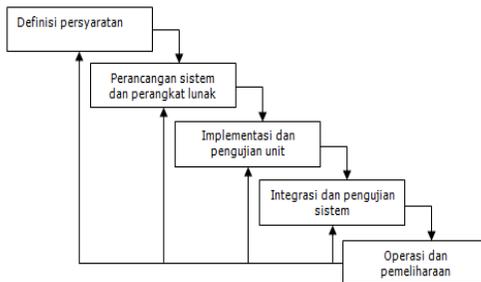
1.1. Batasan Masalah

Pengembangan aplikasi permainan Bantumi ini khusus dirancang untuk dioperasikan pada perangkat *mobile* berbasis Android dengan spesifikasi minimal Android versi 2.2 Froyo, dengan layar *touch screen landscape* yang beresolusi minimal 240 x 320 *pixel*. Dalam pencariannya, komputer menggunakan algoritma *alpha-beta pruning* sebagai

artificial intelligence player untuk pencarian langkah terbaik memperoleh kemenangan.

1.2. Metode Perancangan

Metode perancangan yang digunakan adalah metode *Waterfall* [8]. Berikut merupakan tahapan-tahapannya :



Gambar 1: *Waterfall Model*

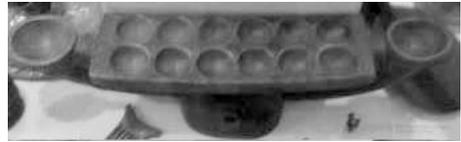
2. LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian dan Sejarah Bantumi

Bantumi merupakan permainan papan (boards games) yang dimainkan oleh dua orang pemain secara bergantian. Bantumi dikenal dengan beberapa nama lain di seluruh dunia, seperti Mancala, Kalaha, Congklak, dan Oware. Kata Mancala merupakan adaptasi dari bahasa Arab *naqala* yang artinya “bergerak”. Permainan Bantumi bersumber dari Afrika dan Arab, tepatnya dari dataran timur tengah yang kemudian menyebar ke Afrika dan dibawa oleh para budak ke Karibia, serta dibawa pula oleh pedagang Arab ke Asia. Permainan ini disinyalir muncul pada abad 7000 – 5000 SM, sehingga banyak ahli yang mengatakan bahwa Bantumi merupakan salah satu permainan strategi tertua di dunia.

Bantumi dapat dimainkan di berbagai macam media yang ada di sekitar kita. Misalnya, dimainkan dengan batu kerikil sebagai bijinya dengan lubang kecil yang digali di atas sepetak tanah sebagai wadah permainannya. Bantumi biasanya juga bisa dimainkan di atas papan kayu dengan biji-biji di atasnya. Papan Bantumi terdiri dari 14 lubang, yang terdiri dari 12 lubang kecil sejajar dan 2 lubang besar yang

terletak di kanan dan kiri. Lubang besar tersebut digunakan sebagai wadah utama yang digunakan untuk tempat menyimpan biji.



Gambar 2: Papan Permainan Bantumi

2.2. Aturan Permainan Bantumi

Inti dari permainan Bantumi adalah mendapatkan biji sebanyak-banyaknya pada lubang utama yang terletak di sebelah kanan pemain. Pemain yang mendapatkan jumlah biji terbanyak pada lubang utama yang terletak di sebelah kanannya adalah pemenang.

Aturan-aturan permainan Bantumi adalah sebagai berikut :

- 1) Setiap lubang pada papan diisi biji sebanyak empat buah, sedangkan kedua buah lubang utama dikosongkan.
- 2) Arah pergerakan selalu berlawanan dengan arah jarum jam.
- 3) Permainan dimulai pada saat pemain yang mendapat giliran memilih biji yang akan dijalankan pada salah satu dari enam lubang berisi batu yang ada pada sisinya. Jika biji sudah diambil pada lubang yang dipilih, maka batu akan dijatuhkan satu persatu pada lubang lainnya, termasuk lubang lawan, dan juga lubang utama pemain. Biji tidak dijatuhkan di lubang utama milik pemain lawan.
- 4) Jika biji terakhir dijatuhkan pada lubang utama milik pemain. Maka *score* akan bertambah satu dan pemain akan mendapatkan gilirannya kembali. Pemain bisa mendapatkan giliran sebanyak mungkin jika pemain menjatuhkan biji terakhirnya pada lubang utama miliknya.
- 5) Jika biji terakhir dijatuhkan pada lubang kosong sisi pemain, maka pemain akan mendapatkan biji terakhir yang dijatuhkan pada lubang kosong

tersebut. Selain itu, pemain juga dapat mencuri semua biji pada lubang yang sejajar lubang kosong tersebut di sisi lawan. Lalu semua biji tersebut diambil dan diletakkan di lubang utama sebelah kanan pemain.

- 6) Jika biji terakhir dijatuhkan di lubang selain di lubang utama milik pemain, maka pemain harus menghentikan langkahnya dan giliran akan berpindah ke lawan.
- 7) Permainan dilanjutkan hingga semua lubang pada sisi salah satu pemain tidak memiliki biji lagi. Dan biji yang tersisa pada sisi lawan akan dimasukkan ke lubang utama milik lawannya.
- 8) Pemenangnya adalah pemain yang memiliki jumlah biji paling banyak yang ada di lubang utamanya.

2.3. Artificial Intelligence (AI)

Artificial Intelligence (AI) merupakan proses dimana peralatan mekanik dapat melaksanakan kejadian-kejadian dengan menggunakan pemikiran atau kecerdasan seperti manusia”[7].

AI diharapkan dapat memecahkan persoalan-persoalan di dunia nyata, yang muncul dari interaksi teknologi, sains, dan filsafat yang semakin berkembang seiring dengan waktu. Dalam dunia komputer, AI adalah bagian dari ilmu komputer yang merupakan suatu teknik perangkat lunak yang dalam pemrogramannya menyatakan data, pemrosesan data, dan penyelesaian masalah secara simbolik, daripada secara numerik. AI diciptakan dan dimasukkan ke dalam suatu mesin (komputer) agar dapat melakukan pekerjaan seperti yang dapat dilakukan manusia. Salah satu aplikasi dari AI adalah game playing (permainan). Dalam AI, terdapat sebuah teknik yang disebut *search* atau pencarian. Teknik ini merupakan salah satu pemecahan persoalan dengan menelusuri sebuah jalan untuk menemukan solusinya. Teknik ini menggunakan ilustrasi pohon untuk penelusuran jalannya.

2.4. Algoritma Alpha-Beta Pruning

Algoritma Alpha-Beta-Pruning adalah sebuah cara untuk mengurangi jumlah simpul yang dieksplorasi dalam algoritma Minimax. Dengan menggunakan Alpha-Beta-Pruning, waktu yang diperlukan dalam pencarian akan berkurang dengan cara membatasi waktu yang terbuang percuma pada saat mengevaluasi pohon permainan. Implementasi Alpha-Beta-Pruning akan memberikan jalur terbaik dalam setiap kemungkinan permainan dalam pohon permainan yang akan terbentuk [4]. Pseudocode algoritma Alpha-Beta-Pruning [12] :

```

Alpha-beta (player, board, alpha, beta)
  If (game over in current board position)
    return winner
  children = all legal moves for player from this
  board
  if(max's turn)
    for each child
      score = alpha-beta(other player, child, alpha, beta)
      if score > alpha then alpha = score
      if alpha >= beta then return alpha
    return alpha
  else (min's turn)
    for each child
      score = alpha-beta(other player, child, alpha, beta)
      if score < beta then beta = score
      if alpha >= beta then return beta
    return beta

```

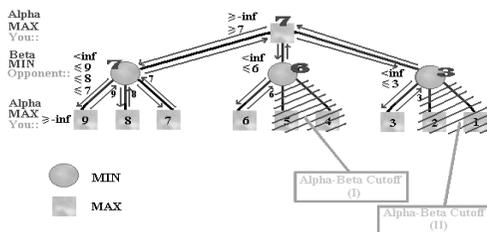
Dalam Alpha-Beta-Pruning, urutan jalannya algoritma akan dimulai sama seperti algoritma Minimax. Untuk simpul MIN, nilai yang dihitung dimulai dengan +infinity dan akan menurun seiring jalannya permainan. Untuk simpul MAX, nilai akan dihitung dimulai dengan -infinity dan akan menaik seiring berjalannya waktu permainan.

Efisiensi prosedur *Alpha-Beta-Pruning* akan sangat tergantung pada urutan simpul berikutnya dari sebuah simpul yang sedang dieksplorasi. Jika beruntung, maka sebuah simpul MIN akan dianggap sebagai simpul dengan urutan nilai dari ke tinggi, dan simpul MAX dari tinggi ke rendah. Secara umum, dapat diperlihatkan bahwa dalam kondisi yang

terbaik, *Alpha-Beta-Pruning* akan membuka jumlah terminal *nodes* yang sama dengan *Minimax* dalam pohon permainan, dengan dua kali lipat tingkat kedalaman pohon.

Algoritma *Alpha-Beta-Pruning* akan mendata dua nilai yaitu *alpha* dan *beta*, yang akan merepresntasikan nilai minimum untuk MAX, dan nilai maksimum untuk MIN. Pada awalnya nilai *alpha* adalah $-\infty$, dan *beta* bernilai awal $+\infty$. Selama jalannya rekursi, perbedaan nilai *alpha* dan *beta* akan semakin mengecil. Ketika nilai *beta* menjadi lebih kecil dari *alpha*, berarti keadaan saat ini bukan merupakan hasil terbaik dari kedua pemain, dan dengan demikian tidak perlu dieksplorasi lebih jauh lagi.

Di bawah ini merupakan pohon algoritma pencarian *Alpha-Beta Pruning* :



Gambar 3 : Pohon Alpha-Beta Pruning

2.5. Android

Android adalah sistem operasi bergerak (*mobile operating system*) yang berbasis Linux. Android diambil alih oleh Google pada tahun 2005 dari sebuah perusahaan *software* kecil bernama Android, Inc. Google mengambil alih seluruh hasil kerja Android termasuk tim yang ikut mengembangkan Android [9].

Tabel 1: Versi Android

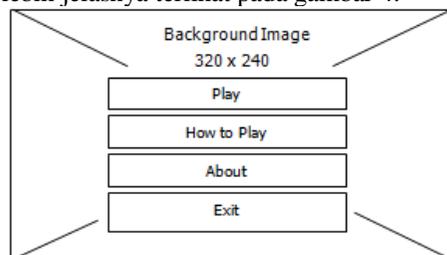
Versi Android	Nama Kode	Tanggal Diluncurkan
1.0	-	23 September 2008
1.1	-	9 Februari 2009

1.5	Cupcake	30 April 2009
1.6	Donut	15 September 2009
2.0, 2.1	Éclair	26 Oktober 2009
2.2	Froyo	20 Mei 2010
2.3	Gingerbread	6 Desember 2010
3.0, 3.1, 3.2	Honeycomb	22 Februari 2011
4.0	Ice Cream Sandwich	19 Oktober 2011
4.1, 4.2	Jelly Bean	27 Juni 2012

3. RANCANGAN APLIKASI DAN PROGRAM

3.1. Rancangan Layar Main Menu

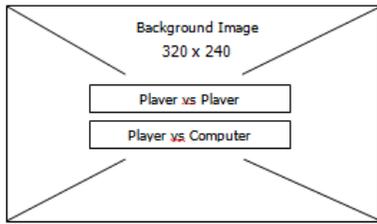
Main menu merupakan tampilan awal aplikasi permainan Bantumi. *Main menu* menyediakan beberapa pilihan menu di dalamnya yang berbentuk *image button* diantaranya *Play* untuk memulai permainan, *How to Play* untuk melihat petunjuk dari cara bermain dan aturan main dari permainan Bantumi, *About* untuk melihat info lengkap tentang sejarah dari permainan Bantumi, dan *Exit* untuk keluar dari aplikasi permainan. Untuk lebih jelasnya terlihat pada gambar 4.



Gambar 4 : Rancangan Layar Main Menu

3.2. Rancangan Layar Menu Play

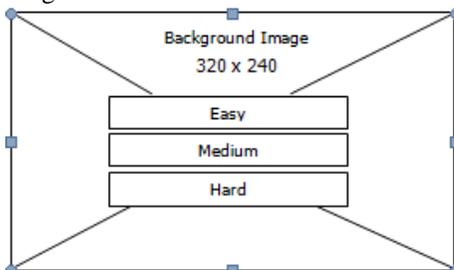
Gambar 5 merupakan rancangan layar pada saat pemain memilih menu *play* untuk memulai permainan. Terdapat 2 pilihan yang telah disediakan, yaitu *player vs player* untuk bermain dengan dua orang pemain (*human*), dan *player vs computer* untuk satu orang pemain (*human*) yg bermain melawan komputer (*artificial intelligence*).



Gambar 5 : Rancangan Layar Menu Play

3.3. Rancangan Layar Pilih Level

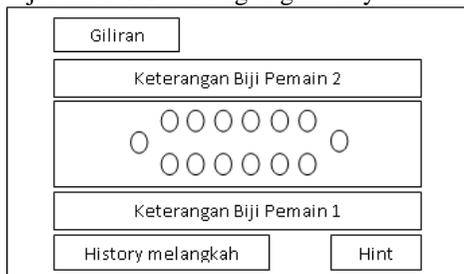
Gambar 6 merupakan rancangan layar dalam memilih level/ tingkat kesulitan pada saat memilih *player vs computer*. *Level* activity ini terdapat tiga pilihan, antara lain yaitu *Easy* untuk tingkat kesulitan mudah dengan kedalaman = 1, *Medium* untuk tingkat kesulitan sedang dengan kedalaman = 3, dan *Hard* untuk tingkat kesulitan sulit dengan kedalaman = 8.



Gambar 6 : Rancangan Layar Pilih Level

3.4. Rancangan Layar Bantumi

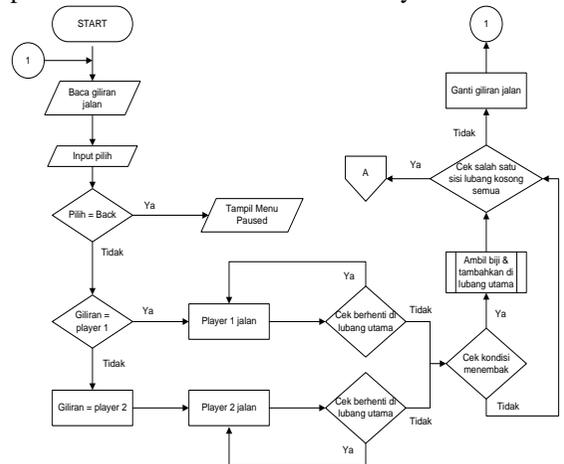
Gambar 7 merupakan rancangan layar menggunakan *Image view* yang berupa tampilan *board* dari permainan Bantumi. Permainan dapat dimulai dan dijalankan sesuai dengan gilirannya.



Gambar 7 : Rancangan Layar Bantumi

3.5. Flowchart *Player vs Player*

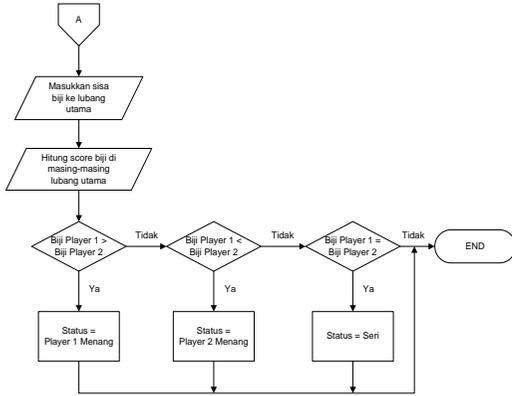
Flowchart pada gambar 8 merupakan gambaran alur proses ketika pemain memilih metode permainan *player vs player*. *Player* yang dimaksud di sini adalah manusia melawan manusia, jadi pada metode ini membutuhkan dua orang pemain manusia dalam memainkannya.



Gambar 8 : Flowchart *Player vs Player*

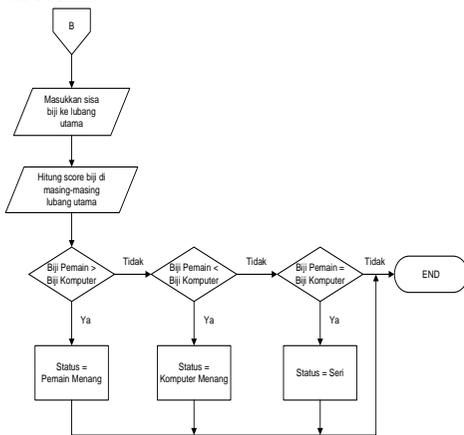
3.6. Flowchart Akhir Permainan *Player vs Player*

Flowchart pada gambar 9 merupakan alur proses pada saat permainan berakhir. Permainan berakhir apabila lubang pada salah satu sisi sudah kosong atau tidak terdapat biji lagi. Pada saat permainan berakhir akan memiliki 3 kemungkinan kondisi, yaitu *player 1* menang, *player 2* menang, dan permainan seri.



Gambar 9 : Flowchart Akhir Permainan Player vs Player

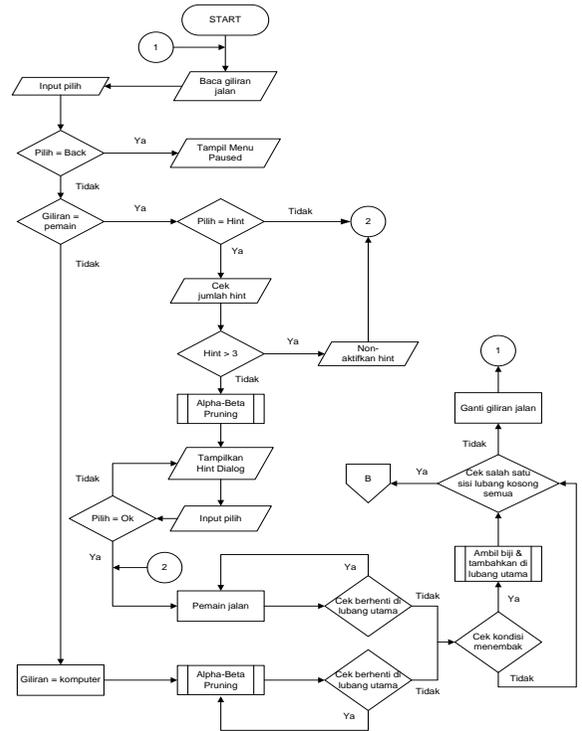
3.7. Flowchart Player vs Computer
 Flowchart pada gambar 10 menggambarkan alur proses pada saat pemain memilih metode permainan *player vs computer*. Dalam tipe ini, pemain manusia bermain dengan pemain komputer yang menggunakan algoritma pencarian *alpha-beta pruning*. Pada saat permainan dimulai, sampai proses jalannya permainan akan dijelaskan dalam gambar tersebut.



Gambar 10 : Flowchart Player vs Computer

3.8. Flowchart Akhir Permainan Player vs Computer

Flowchart pada gambar 11 merupakan alur proses pada saat permainan berakhir. Pada saat permainan berakhir akan ada 3 kemungkinan



Gambar 11 : Flowchart Akhir Permainan Player vs Computer

3.9 Algoritma Alpha-Beta Pruning

Pada algoritma ini dijelaskan proses yang terjadi dalam pencarian *Alpha-Beta Pruning*.

```

1. If Sudah sampai kedalaman maksimum
2.     return hasil evaluasi
3. End if
4. For each lubang komputer
5.     If lubang = kosong then
6.         Lanjutkan
7.     End if
8.     Clone board
9.     Jalankan biji
10.    If permainan berakhir then
11.        Hitung score
12.        If pemain menang then
13.            Score = - score
14.        Else if permainan seri then
15.            Score = 0
16.        End if
17. Else if batu terakhir jatuh di lubang
    utama then
18.     Jalan Kembali
19. Else
20.     Ganti giliran jalan
21. End if
22. If giliran = komputer then
23.     If score > alpha then
24.         Best score = lubang
tersebut
25.         Alpha = score
26.     End if
27. Else
28.     Beta = nilai terkecil antara beta dan
score
29. End if
30. If (alpha >= beta)
31.     Pruning
32. End if
33. End for
34. If kedalaman = 0 then
35.     return Get score
36. End if
37. If giliran = komputer then
38.     return alpha
39. Else
40.     return beta
41. End if

```

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi aplikasi dibuat berdasarkan analisa dan perancangan aplikasi yang telah dibuat sebelumnya. Implementasi aplikasi berguna untuk mengetahui apakah aplikasi permainan Bantumi yang telah dibuat dapat digunakan secara maksimal, maka dari itu

aplikasi tersebut harus diuji terlebih dahulu mengenai kemampuannya.

4.1. Implementasi Layar Main Menu

Gambar 12 merupakan *main menu* pada aplikasi permainan Bantumi. Terdapat beberapa menu utama yang disediakan pada aplikasi ini, yaitu menu *play*, *how to play*, *about*, dan *exit*.



Gambar 12 : Tampilan Layar Main Menu

4.2. Implementasi Layar Menu Play

Gambar 13 menunjukkan saat pemain memilih menu *play*. Terdapat dua metode permainan yaitu *player vs player* dan *player vs computer*.



Gambar 13 : Tampilan Layar Menu Play

4.3. Implementasi Layar Menu Level

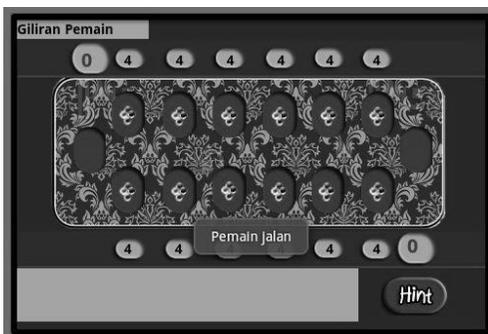
Pada menu ini, pemain bisa memilih salah satu dari 3 pilihan level, yaitu *easy*, *medium*, dan *hard*. Untuk lebih jelasnya ada pada gambar 14.



Gambar 14 : Tampilan Layar Menu Level

4.4. Implementasi Layar Posisi Awal Permainan

Pada gambar 15 menunjukkan tampilan layar awal permainan yang di dalamnya terdapat beberapa keterangan seperti Kotak Giliran di bagian kiri atas layar yang berisi keterangan tentang pemain yang sedang mendapat giliran melangkah, kemudian ada Kotak Daftar Melangkah di bagian kiri bawah untuk menampilkan riwayat daftar langkah biji pada masing-masing pemain, dan yang terakhir adalah *hint* yang merupakan tombol bantuan bagi pemain jika mengalami kesulitan dalam memilih langkah terbaik.



Gambar 15 : Tampilan Layar Posisi Awal Permainan

4.5. Implementasi Kondisi Akhir Pemain Menang

Kondisi pemain menang terjadi ketika saat permainan telah berakhir, pemain memiliki jumlah biji lebih banyak

dibandingkan jumlah biji komputer. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.8, pemain memiliki jumlah biji 30, sedangkan komputer memiliki biji 18, maka permainan dimenangkan oleh pemain manusia.



Gambar 16 : Kondisi Akhir Pemain Menang

4.6 Implementasi Kondisi Akhir Komputer Menang

Kondisi komputer menang merupakan kebalikan dari kondisi pemain menang. Komputer dinyatakan menang apabila jumlah akhir biji milik komputer lebih banyak dibandingkan dengan jumlah akhir biji milik pemain. Gambar 17 merupakan contoh dari kondisi komputer menang, komputer memiliki 25 biji dan pemain memiliki 23 biji, maka permainan dimenangkan oleh komputer.



Gambar 17 : Kondisi Akhir Komputer Menang

4.7 Implementasi Kondisi Akhir Permainan Seri

Kondisi permainan dinyatakan seri ketika jumlah biji di lubang utama milik pemain sama dengan jumlah biji di lubang utama milik komputer. Seperti yang terlihat pada gambar 18, jumlah biji di masing-masing lubang utama ada 24.



Gambar 18 : Kondisi Akhir Permainan Seri

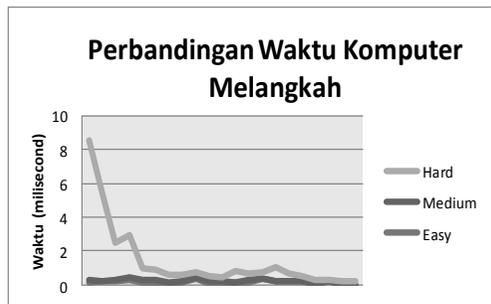
4.8 Percobaan Program

Percobaan program dilakukan berdasarkan sejumlah kasus yang berbeda. Percobaan ini bertujuan untuk menganalisa sejauh mana algoritma *Alpha-Beta Pruning* berjalan baik pada permainan Bantumi.

Setelah melakukan sejumlah percobaan yang dilakukan terhadap beberapa orang dengan membedakan kasus permainan dari level *easy* (kedalaman 1), *medium* (kedalaman 3), dan *hard* (kedalaman 8), maka didapat hasil akhir dan perbandingan waktu sebagai berikut.

Tabel 2: Hasil Akhir Permainan

No	Level	Jumlah Kemenangan (pada 10 kali pertandingan)		
		Computer	Human	Seri
1.	Easy	4	6	0
2.	Medium	6	3	1
3.	Hard	7	3	0



Gambar 19 : Grafik Perbandingan Waktu Perlangkah

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa permasalahan dan hasil uji coba aplikasi yang telah dikembangkan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Melalui aplikasi permainan ini, beberapa siswa-siswi SDN Kereo 2 mengenal kembali permainan papan strategi tradisional Bantumi, yang

diharapkan dapat melatih kemampuan logika serta pola berpikir mereka saat melawan pemain manusia maupun pemain komputer.

- b. Melalui fasilitas daftar riwayat langkah pada aplikasi ini, pemain diharapkan dapat menganalisa dan mempelajari riwayat langkah-langkah yang telah diambil, baik yang dilakukan oleh pemain ataupun oleh komputer.
- c. Melalui fasilitas *hint*, pemain manusia memiliki bantuan dalam menentukan langkah terbaik melawan komputer.
- d. Algoritma *Alpha-Beta Pruning* dapat diimplementasikan dalam menentukan pencarian langkah terbaik pada aplikasi permainan Bantumi yang telah dikembangkan.
- e. Level permainan dibagi menjadi kedalaman 1, 3, dan 8. Dari evaluasi didapatkan hasil bahwa semakin tinggi kedalaman pencarian, maka komputer akan semakin sulit untuk dikalahkan, dan kecepatan waktu perlangkah akan semakin lama.

Aplikasi permainan Bantumi ini masih dapat dikembangkan dan dibuat menjadi lebih menarik lagi melalui berbagai pengembangan, antara lain sebagai berikut:

- a. Aplikasi ini dapat dikembangkan menjadi permainan interaksi jaringan menggunakan *bluetooth* ataupun secara *online* menggunakan internet.
- b. Aplikasi dapat dikembangkan dengan membuat tampilan secara menyeluruh menjadi lebih menarik dengan 3D dan efek animasi audio dan visual.
- c. Aplikasi dapat menambahkan fasilitas *save and load* agar permainan dapat disimpan dan dapat dimainkan kembali oleh pengguna pada lain waktu dan kesempatan.
- d. Aplikasi dikembangkan dengan membuat tampilan permainan dari 320

x 240 menjadi *multidisplay* sesuai dengan perangkat *mobile* yang akan *diinstall* permainan Bantumi berbasis Android ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Culin, Stewart., *Mancala The National Game Of Arfica*. Washington : Government Printing Office, 1896.
- [2] Heriyanto, Bambang., *Esensi-esensi Bahasa Pemrograman Java*. Bandung : Penerbit Informatika, 2003.
- [3] Komputer, Wahana., *Menguasai Java Programming* . Jakarta : Salemba Infotek, 2009.
- [4] Millington, Ian., *Artificial Intelligence for Games*. California : Morgan Kaufmann Publishers, 2006.
- [5] Royce, W. W., *Managing The Development of Large Software Systems: Concepts and Techniques*, Proc.WESCON, 1970.
- [6] Russell, Stuart J., Peter Norvig., *Artificial Intelligence A Modern Approach Second Edition*. New Jersey : Prentice Hall, 2003.
- [7] Siswanto., *Kecerdasan Tiruan*. Yogyakarta : Graha Ilmu, 2005.
- [8] Sommerville, Ian., *Software Engineering (Rekayasa Perangkat Lunak) Edisi 6 Jilid 1*. Jakarta : Erlangga, 2003.
- [9] Suprianto, Dodit. dan Rini Agustina., *Pemrograman Aplikasi Android*. Yogyakarta : MediaKom, 2012.
- [10] <http://developer.android.com/referen ce/packages.html>. September, 2012.
- [11] <http://www.expatri.or.id/info/congklak.html>. November, 2012.
- [12] <http://www.ocf.berkeley.edu/~yosenl /extras/alphabeta/alphabeta.html>.
- [13] Oktober, 2012. <http://chessprogramming.wikispaces.com/Alpha-Beta.html>. Oktober, 2012