

**PENERAPAN ALGORITMA MINIMAX DENGAN ALPHA-BETA
PRUNING UNTUK PENYELESAIAN PERMAINAN NINE MEN'S
MORRIS.**

Tugas Akhir



Oleh :

Andhri Hermawan Effendi

22074214



**Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana
Tahun 2011**

**PENERAPAN ALGORITMA MINIMAX DENGAN ALPHA-BETA
PRUNING UNTUK PENYELESAIAN PERMAINAN NINE MEN'S
MORRIS.**

Tugas Akhir



**Diajukan kepada Fakultas Teknik Informatika
Universitas Kristen Duta Wacana
Sebagai Salah satu syarat dalam memperoleh gelar
Sarjana Komputer**



**Disusun oleh :
Andhri Hermawan Effendi
22074214**

**Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana
Tahun 2011**

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul :
Penerapan Algoritma Minimax Dengan Alpha-Beta Pruning Untuk Penyelesaian
Permainan Nine Men's Morris.

Yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana
Komputer pada pendidikan sarjana Program Studi Teknik Informatika, Fakultas
Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan
atau duplikasi dari skripsi kesarjanaaan di lingkungan Universitas Kristen Duta
Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang
sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau
tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar
kesarjanaaan saya.

Yogyakarta, 28 April 2011



(Andhri Hermawan Effendi)

22074214



HALAMAN PERSETUJUAN

Judul : Penerapan Algoritma Minimax Dengan Alpha-Beta
Pruning Untuk Penyelesaian Permainan Nine Men's
Morris
Nama : Andhri Hermawan Effendi
NIM : 22074214
Mata Kuliah : Tugas Akhir
Kode : TI2126
Semester : Genap
Tahun akademik : 2010/2011

Telah diperiksa dan disetujui
Di Yogyakarta,
Pada Tanggal, 28 April 2011

Dosen Pembimbing I


Rosa Delima, S.Kom, M.Kom

Dosen Pembimbing II


Joko Purwadi, S.Kom, M.Kom
see previous

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**PENERAPAN ALGORITMA MINIMAX DENGAN ALPHA-BETA PRUNING
UNTUK PENYELESAIAN PERMAINAN NINE MEN'S MORRIS**

Oleh : Andhri Hermawan Effendi/22074214

Dipertahankan di depan dewan Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu

Syarat memperoleh gelar

Sarjana Komputer

Pada tanggal
10 Mei 2011

Yogyakarta, 18 Mei 2011

Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Rosa Delima, S.Kom, M.Kom
2. Sri Suwarno Ir., M.Eng
3. Antonius Rachmat C, S.Kom, M.Cs





Dekan




(Drs. Wimmie Handiwidjojo, MIT)

Ketua Program Studi



(Nugroho Agus Haryono S.Si.,MSi.)

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Tuhan atas segala berkat, bimbingan, dan perlindungan-Nya sehingga penulis menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul Penerapan Algoritma Minimax Dengan Alpha-Beta Pruning Untuk Penyelesaian Permainan Nine Men's Morris dengan baik dan tepat pada waktunya.

Penulisan laporan ini merupakan kelengkapan dan pemenuhan dari salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Komputer. Selain itu bertujuan melatih mahasiswa untuk dapat menghasilkan suatu karya yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, sehingga dapat bermanfaat bagi penggunanya.

Dalam menyelesaikan pembuatan program dan laporan Tugas Akhir ini, penulis telah banyak menerima bimbingan, saran dan masukan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. **Rosa Delima, S.Kom, M.Kom** selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingannya dengan sabar dan baik kepada penulis, juga kepada
2. **Joko Purwadi, S.Kom, M.Kom** selaku dosen pembimbing II atas bimbingan, petunjuk dan masukan yang diberikan selama pengerjaan tugas ini sejak awal hingga akhir.
3. Keluarga tercinta yang selalu memberi dukungan dan do'a bagi penulis.
4. Rekan-rekan dan pihak-pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang secara langsung maupun tidak langsung yang telah mendukung penyelesaian tugas ini. Terima kasih atas dukungan dan do'anya.

5. Yang terakhir dan yang terpenting, kepada Tuhan Yesus Kristus, yang memberikan seluruh kekuatan, waktu, dan kesehatan selama penulis mengerjakan kerja praktek ini.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir yang penulis susun ini masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu, penulis mohon saran dan kritik dari pembaca guna kesempurnaan tulisan ini. Sehingga suatu saat penulis dapat memberikan karya yang lebih baik lagi.

Akhir kata penulis ingin meminta maaf bila ada kesalahan baik dalam penyusunan laporan maupun yang pernah penulis lakukan sewaktu membuat program Tugas Akhir. Sekali-lagi penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya. Dan semoga ini dapat berguna bagi kita semua.

Yogyakarta, Mei 2011

Penulis



UKDIN

INTISARI

Penerapan Algoritma Minimax Dengan Alpha-Beta Pruning Untuk Penyelesaian Permainan Nine Men's Morris

Perkembangan teknologi komputer saat ini telah banyak dimanfaatkan di berbagai bidang. Salah satunya ialah sistem kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*). Kecerdasan buatan ini banyak diterapkan pada permainan-permainan. Beberapa aplikasi kecerdasan buatan juga telah berhasil mengalahkan pemain tingkat dunia. Permainan yang akan penulis teliti di sini ialah *Nine Men's Morris*. Permainan ini merupakan permainan papan klasik sejak jaman kerajaan roman. Permainan ini memiliki beberapa variasi lainnya yaitu *Three Men's Morris*, *Six Men's Morris*, dan *Twelve Men's Morris*.

Kecerdasan buatan yang akan diterapkan dalam permainan 2 orang ini menggunakan metode *minimax* yang merupakan algoritma yang biasa digunakan untuk permainan 2 orang. Akan tetapi algoritma *minimax* memiliki kelemahan yaitu harus menelusuri semua *node* yang ada meskipun *node* tersebut sebenarnya dapat diabaikan. Solusi untuk permasalahan tersebut adalah dengan menggunakan *Alpha-Beta Pruning* untuk mengurangi jumlah percabangan.

Beberapa kesimpulan yang dapat diperoleh setelah melakukan penelitian tentang penerapan algoritma *minimax alpha-beta pruning* untuk penentuan langkah terbaik pada permainan *Nine Men's Morris* adalah algoritma *minimax alpha-beta pruning* dapat diterapkan untuk penyelesaian permainan *Nine Men's Morris* dan dalam uji coba sistem algoritma *minimax alpha-beta pruning* dapat bermain unggul melawan pemain. Waktu yang dibutuhkan untuk berpikir dipengaruhi oleh kedalaman, jumlah percabangan, dan arah penelusuran *tree* dan waktu berpikir untuk penelusuran langkah yang mengandung banyak kemungkinan mengambil *morris* lawan relatif lebih lama.

Kata Kunci : Flash Game, Minimax, Alpha-Beta, Nine Men's Morris

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vi
INTISARI.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Metode.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Landasan Teori.....	6
2.2.1 Kecerdasan Buatan.....	6
2.2.2 Algoritma MiniMax.....	7
2.2.3 Algoritma Alpha-Beta Pruning.....	8
2.2.4 Fungsi Heuristik.....	10
2.2.5 Permainan Nine Men's Morris.....	11
BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM.....	12
3.1 Pemilihan Bahasa Pemrograman.....	12
3.2 Spesifikasi Sistem.....	12

3.2.1	Kemampuan Sistem.....	12
3.2.2	Perangkat Lunak.....	13
3.2.3	Perangkat Keras.....	13
3.3	Perancangan Proses.....	13
3.3.1	Algoritma Program.....	13
3.3.2	Algoritma Minimax Alpha-Beta Pruning.....	16
3.3.3	Algoritma Minimax Alpha-Beta Pruning pada permainan Nine Men's Morris	17
3.4	Perancangan Antarmuka	21
3.4.1	Perancangan Halaman Permainan Nine Men's Morris	21
3.4.2	Perancangan Halaman Aturan Permainan.....	23
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM.....		24
4.1	Implementasi Sistem	24
4.1.1	Implementasi Rancangan Tampilan.....	24
4.1.1.1	Implementasi Halaman Permainan Nine Men's Morris	24
4.1.1.1.1	Implementasi Bagian Papan Permainan.....	25
4.1.1.1.2	Implementasi Halaman Permainan Bagian Bawah	26
4.1.1.1.3	Implementasi Halaman Permainan Bagian Menu Permainan.....	27
4.1.1.1.4	Implementasi Halaman Permainan Bagian Kemungkinan Jalan Dari Root dan Cabang yang dipilih.....	27
4.1.1.1.5	Implementasi Halaman Permainan Bagian Statistik Langkah Komputer.....	28
4.1.1.1.6	Implementasi Halaman Permainan Bagian Penelusuran Tree	29
4.1.1.2	Implementasi Halaman Aturan Permainan.....	29
4.1.2	Implementasi Rancangan Proses	30
4.1.2.1	Fungsi Mulai Permainan Baru	30
4.1.2.2	Fungsi Heuristik.....	32
4.1.2.3	Fungsi Minimax Alpha-Beta Pruning.....	33
4.1.2.4	Pemotongan Oleh Alpha-Beta Pruning	38

4.2 Analisis Sistem.....	40
4.3 Kelebihan dan Kelemahan Sistem.....	44
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47

© UKDW

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pemotongan Alpha Beta untuk kasus terbaik	10
Tabel 4.1 Tabel Waktu Untuk Fase 1 (kedalaman 4)	40
Tabel 4.2 Tabel Waktu Untuk Fase 1 (kedalaman 4).....	41
Tabel 4.3 Tabel Waktu Untuk Fase 2 (Kedalaman 6).....	41
Tabel 4.4 Tabel Waktu Untuk Fase 2 (Kedalaman 6).....	42
Tabel 4.5 Tabel Waktu Untuk Lawan Fase 3 (Kedalaman 4).....	42
Tabel 4.6 Tabel Waktu Untuk Komputer Fase 3 (Kedalaman 4).....	42
Tabel 4.7 Statistik Kemenangan Komputer Melawan Pemain	44

© UKDM

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pohon keputusan algoritma <i>minimax</i>	8
Gambar 2.2 Pohon keputusan algoritma <i>minimax</i> dengan <i>alpha-beta pruning</i>	9
Gambar 2.3 Papan permainan Nine Men's Morris	11
Gambar 3.1 Flowchart Permainan <i>Nine Men's Morris</i>	15
Gambar 3.2 Flowchart algoritma <i>minimax alpha-beta pruning</i>	17
Gambar 3.3 Contoh Jalannya Algoritma <i>Minimax Alpha-Beta Pruning</i> pada kedalaman 2	18
Gambar 3.4 Contoh keadaan yang tidak dapat dideteksi pada kedalaman 2	20
Gambar 3.5 Rancangan Halaman Permainan Nine Men's Morris	21
Gambar 3.6 Rancangan Halaman Aturan Permainan <i>Nine Men's Morris</i>	23
Gambar 4.1 Tampilan Halaman Utama Permainan Nine Men's Morris	24
Gambar 4.2 Tampilan Halaman Permainan Bagian Papan	25
Gambar 4.3 Tampilan Halaman Permainan Bagian Bawah	27
Gambar 4.4 Tampilan Menu Pemilihan Permainan	27
Gambar 4.5 Tampilan Kemungkinan Jalan Dari <i>Root</i>	28
Gambar 4.6 Tampilan Cabang Yang Dipilih Oleh Algoritma <i>Minimax Alpha-Beta Pruning</i>	28
Gambar 4.7 Tampilan Statistik Langkah Komputer	28
Gambar 4.8 Tampilan Tree Yang Ditelusuri	29
Gambar 4.9 Tampilan Halaman Aturan Permainan	30
Gambar 4.10 Fungsi <i>newGame</i>	31
Gambar 4.11 Fungsi Heuristik/Evaluasi	32
Gambar 4.12 Variabel Global Pada Class <i>morris_AI</i>	33
Gambar 4.13 Variabel Lokal Fungsi <i>Minimax</i>	34
Gambar 4.14 Fungsi <i>Minimax</i>	35
Gambar 4.15 Gambar Komputer Melangkah ke Titik 021	39
Gambar 4.16 Pemotongan <i>Alpha-Beta Pruning</i>	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi komputer saat ini telah banyak dimanfaatkan di berbagai bidang. Salah satunya ialah sistem kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*). Kecerdasan buatan ini banyak diterapkan pada permainan-permainan. Mulai dari yang menggunakan koin di mall-mall, sampai ke hiburan personal seperti *XBOX*, *Play Station*, *Nintendo Wii*, komputer dan lain-lain, banyak yang sudah menggunakan kecerdasan buatan. Beberapa aplikasi kecerdasan buatan juga telah berhasil mengalahkan pemain tingkat dunia.

Permainan yang akan penulis teliti di sini ialah *Nine Men's Morris*. Permainan ini merupakan permainan papan klasik sejak jaman kerajaan roman. Permainan ini sering disebut juga *Nine Men Morris*, *Mill*, *Mills*, *Merels*, dan *Merelles*. Permainan ini memiliki beberapa variasi lainnya yaitu *Three Men's Morris*, *Six Men's Morris*, dan *Twelve Men's Morris*.

Kecerdasan buatan dalam permainan merupakan salah satu penelitian dalam bidang komputer sejak tahun 1950. Salah satunya yang terkenal adalah kecerdasan buatan **Deep Blue** yang dibuat oleh **IBM** telah berhasil mengalahkan juara dunia Garry Kasparov pada tahun 1997. Seiring berkembangnya kecerdasan buatan permainan-permainan papan klasik lainnya, penulis melihat permainan *Nine Men's Morris* menantang untuk dibuat. Selain dapat melatih logika otak berpikir, dengan adanya aplikasi ini pemain dapat bermain langsung dengan komputer.

Kecerdasan buatan yang akan diterapkan dalam permainan 2 orang ini menggunakan metode *minimax* yang merupakan algoritma yang biasa digunakan untuk permainan 2 orang (Phady, 2005, hal. 161). Akan tetapi algoritma *minimax* memiliki kelemahan yaitu harus menelusuri semua *node* yang ada meskipun *node* tersebut sebenarnya dapat diabaikan. Solusi untuk permasalahan tersebut adalah

dengan menggunakan *Alpha-Beta Pruning* untuk mengurangi jumlah percabangan (Phady, 2005, hal. 165).

1.2 Perumusan Masalah

Masalah yang akan dijadikan sebagai acuan dalam penyelesaian tugas akhir ini adalah penulis ingin menguji performa algoritma *minimax alpha-beta pruning* dalam permainan *Nine Men's Morris*. Apakah dengan algoritma *minimax alpha-beta pruning* ini aplikasi dapat bermain seimbang, pasti menang, atau kalah melawan pemain?

1.3 Batasan Masalah

Batasan-batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Aplikasi tidak mendeteksi kondisi *draw*.
- b. Aplikasi dapat dimainkan oleh satu orang atau dua orang.
- c. Aplikasi dibuat menggunakan *Flash Actionscript 3*.
- d. Tidak ada fasilitas *undo*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Membuat aplikasi permainan *Nine Men's Morris*.
- b. Menerapkan algoritma *minimax* pada permainan *Nine Men's Morris*.

1.5 Metode

Metodologi penelitian yang akan dipakai dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Studi Literatur

Dengan mencari informasi melalui buku-buku, artikel-artikel, jurnal-jurnal yang berhubungan dengan permainan, algoritma *minimax*, *alpha-beta pruning* dan *Actionscript 3*. Untuk media internet penulis akan menggunakan *crawler* untuk melakukan pencarian

b. Pengembangan Sistem

Dalam mengembangkan sistem penulis akan menggunakan model *Extreme Programming* yang merupakan salah satu variasi dari model proses agile. *Extreme Programming* memiliki proses yang dimulai dari requirement, implementasi, lalu fitur-fitur dimulai dari yang paling penting yang sudah selesai akan dipresentasikan kepada client. Perubahan requirement atau requirement baru akan dikerjakan berdasar tingkat kepentingan fitur tersebut. Proses ini dilakukan secara iterasi terus menerus dalam waktu singkat agar tidak menghabiskan banyak waktu dan client dapat melihat perkembangan sistem.

c. Evaluasi

Penulis akan menguji tingkat kemenangan komputer melawan beberapa pemain yang mengerti cara bermain permainan ini. Presentase hasil pertandingan akan menjadi nilai performa aplikasi kecerdasan buatan ini.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan Laporan Tugas Akhir ini dibagi menjadi 5 bab. Bab yang pertama adalah Bab Pendahuluan. Bagian ini berisi penjelasan umum mengenai apa yang akan dibuat pada Tugas Akhir ini. Pada bab ini terbagi menjadi beberapa bagian, yaitu Latar Belakang Masalah, Perumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Metode Penelitian, dan Sistematika Penelitian.

Bab yang kedua berisi tentang Tinjauan Pustaka, yang terbagi menjadi 2 bagian, yaitu Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori. Tinjauan Pustaka menjelaskan teori-teori yang seperti kecerdasan buatan, permainan Nine Men's Morris dan algoritma yang digunakan. Sedangkan Landasan Teori menjelaskan penelitian terkait lain yang pernah dilakukan.

Pada Bab 3, Analisis dan Perancangan Sistem penulis akan menjelaskan tentang tahap perancangan program aplikasi Nine Men's Morris ini serta penerapan algoritma MiniMax dan Alpha-Beta Pruning untuk pengambilan

keputusan. Pada Bab ini juga akan dipaparkan mengenai alur permainan serta pengambilan keputusan dengan algoritma MiniMax

Bab 4 adalah Implementasi dan Analisis Sistem, merupakan implementasi dari perancangan yang telah dilakukan pada Bab 3. Bab 4 terdiri dari Implementasi Input, Implementasi Output Implementasi Proses, Kendala dan Solusi Implementasi, serta Laporan-laporan yang dihasilkan. Sedangkan Bab 5 berisi kesimpulan dan saran.

© UKDW

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diperoleh setelah melakukan penelitian tentang penerapan algoritma *minimax alpha-beta pruning* untuk penentuan langkah terbaik pada permainan *Nine Men's Morris* adalah sebagai berikut:

- a. Algoritma *minimax alpha-beta pruning* dapat diterapkan untuk penyelesaian permainan *Nine Men's Morris*.
- b. Dalam uji coba sistem algoritma *minimax alpha-beta pruning* dapat bermain unggul melawan pemain.
- c. Waktu yang dibutuhkan untuk berpikir dipengaruhi oleh kedalaman, jumlah percabangan, dan arah penelusuran *tree*.
- d. Penelusuran langkah yang mengandung banyak kemungkinan mengambil *morris* lawan membutuhkan waktu berpikir untuk relatif lebih lama.

5.2 Saran

Sistem yang telah diimplementasikan masih terdapat kelemahan oleh karena itu penulis memberikan beberapa saran agar sistem dapat dikembangkan dengan lebih baik lagi, antara lain dengan menggunakan fungsi heuristik yang lebih baik dan lebih ringan atau dengan metode lain yang lebih baik. Penggunaan bahasa pemrograman lain yang lebih cepat juga dapat dipertimbangkan agar waktu berpikir komputer dapat lebih cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Crnkovic, G.D. Scientific Methods in Computer Science. *Departement of Computer Science Malardalen University*. Diakses 22 Maret, 2011 dari <http://lecturer.ukdw.ac.id/e-class/TI1202/crnkovic.pdf>
- Gasser, R. (1986). Solving Nine Men's Morris. *MSRI Publication*. Diakses 20 Januari, 2011 dari <http://library.msri.org/books/Book29/files/gasser.pdf>
- Herik H.J.V.D., Uiterwijk, J.W.H.M., & Rijswijk, J.V. (2010). Games solved: Now and in the future. Diakses 22 Maret, 2011 dari <http://www.iis.sinica.edu.tw/~tshsu/tcg2010/slides/slide5.pdf>
- Knuth, E.D. & Moore, R.W. (1975). An Analysis of Alpha-Beta Pruning. Computer Science Department Stanford University. Diakses 24 Maret, 2011 dari <http://www.eecis.udel.edu/~ypeng/articles/An%20Analysis%20of%20Alpha-Beta%20Pruning.pdf>
- Kristanto, D.A. (2010). Perbandingan Optimalisasi Langkah Permainan Congklak Antara Algoritma Minimax dan Alpha-Beta Pruning. Skripsi. Yogyakarta : Universitas Kristen Duta Wacana
- Petcu, S.A., Holban, S. (2008). Nine Men's Morris : Evaluation Functions. *International Conference on DEVELOPMENT AND APPLICATION SYSTEMS*. (Politechnica University of Timisoara). Diakses 20 Januari, 2011 dari <http://www.dasconference.ro/papers/2008/B7.pdf>
- Phady, N.P. (2005). *Artificial Intelligence and Intelligent Systems*. New Dehli: Oxford University Press.
- Setiawan, S. (1993). *Artificial Intelligence*. Yogyakarta: Andi Offset
- Settles, B. H. (2003). *Game Playing* . Diakses 24 Maret, 2011 dari http://pages.cs.wisc.edu/~bsettles/cs540/lectures/07_game_playing.pdf