

Aplikasi Permainan Othello dengan Menggunakan Algoritma MTD-f

Tugas Akhir



Oleh

Michael Agusta Nugroho

22 08 4453



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
TAHUN 2012**

Aplikasi Permainan Othello dengan Menggunakan Algoritma MTD-f

Tugas Akhir



**Diajukan kepada Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana sebagai salah satu syarat
dalam memperoleh gelar Sarjana Komputer**

Oleh



Michael Agusta Nugroho

22 08 4453

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
TAHUN 2012**

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul :

Aplikasi Permainan Othello dengan Menggunakan Algoritma MTD-f

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

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

Yogyakarta, 3 Mei 2012

Michael Agusta Nugroho

()

22 08 4453

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul : Aplikasi Permainan Othello dengan Menggunakan
Algoritma MTD-f

Nama : Michael Agusta Nugroho

NIM : 22 08 4453

Mata Kuliah : Tugas Akhir

Kode : TIW276

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2011/2012



Telah diperiksa dan disetujui
Di Yogyakarta,
Pada Tanggal 3 Mei 2012

Dosen Pembimbing I

Rosa Delima, M.Kom.

Dosen Pembimbing II

Joko Purwadi, S.Kom., M.Kom.

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

APLIKASI PERMAINAN OTHELLO DENGAN

MENGGUNAKAN ALGORITMA MTD-F

Oleh : Michael Agusta Nugroho / 22 08 4453

Dipertahankan di depan dewan Penguji Tugas Akhir/Skripsi
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

22/09/2012

Yogyakarta,

Mengesahkan,

29/5/2012

Dewan Penguji

1. Junius Karel, M.T.
2. Rosa Delima, S.Kom, M.Kom.
3. Joko Purwadi, M.Kom.

Dekan



(Drs. Wimmie Handiwidjojo, MIT)

Ketua Program Studi

(Nugroho Agus Haryono., SSI., M. Si)

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul Aplikasi Permainan Othello dengan Menggunakan Algoritma MTD-f.

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. Ibu Rosa Delima, M.Kom. selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingannya dengan sabar dan baik kepada penulis, juga kepada
2. Bpk. Joko Purwadi, S.Kom, M.Kom. selaku dosen pembimbing II atas bimbingannya, petunjuk, dan masukan yang diberikan selama pengerjaan tugas akhir ini sejak awal hingga akhir, juga kepada
3. Dosen-dosen Universitas Kristen Duta Wacana yang telah membantu memberikan pengarahan dan masukan kepada penulis.
4. Keluarga tercinta yang memberi dukungan dan semangat.
5. Sefia Candra, Riky Liung, dan Amalia Indranandita yang selalu memberikan dukungan dan semangat.
6. Sahabat dan teman-teman kost yang telah memberikan masukan dan semangat.

7. Pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa program dan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca sekalian. 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 memohon maaf yang sebesar-besarnya. Dan semoga dapat berguna bagi kita semua.

Yogyakarta,

Penulis



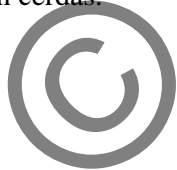
INTISARI

APLIKASI PERMAINAN OHELLO DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA MTD-F

Permainan othello adalah permainan yang terkenal diseluruh dunia. Saat ini permainan othello ini tidak hanya dimainkan secara konvensional, namun juga dalam bentuk elektronik. Permainan othello dalam bentuk elektronik ini menerapkan sistem kecerdasan buatan untuk dapat menentukan langkah terbaik. Proses menentukan langkah terbaik ini memerlukan algoritma pencarian untuk menemukan semua kemungkinan langkah. Setiap langkah yang ada akan diberi nilai untuk mengetahui baik atau buruknya suatu langkah.

Algoritma pencarian yang akan digunakan oleh penulis adalah algoritma MTD-f. Algoritma ini menggunakan tabel transposisi untuk mempercepat menghemat waktu dalam pencarian langkah. Sistem *Iterative-Deepening* dalam algoritma ini memungkinkan untuk melihat lebih jauh kedalaman pencarian secara bertahap. Penulis juga mencoba menerapkan fungsi evaluasi untuk memberikan nilai pada suatu langkah supaya sistem dapat memilih langkah terbaik. Pengujian sistem dilakukan dengan cara mengevaluasi waktu dan banyaknya kemenangan yang diperoleh.

Aplikasi yang dibangun dapat memeriksa kemungkinan langkah pada kedalaman maksimum dua dan kedalaman maksimum tiga. Aplikasi ini dapat digunakan untuk bermain antara pemain melawan pemain, pemain melawan agen cerdas, dan agen cerdas melawan agen cerdas.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
INTISARI.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
Bab 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Metode Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
Bab 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Landasan teori.....	6
2.2.1 Othello.....	6
2.2.2 Algoritma Pencarian.....	8
2.2.3 Minimax.....	8
2.2.4 Fungsi Evaluasi.....	8
2.2.5 Algoritma <i>Memory-enhanced Test</i>	9
2.2.6 Algoritma <i>Memory-enhanced Test Drivers</i>	11
2.2.7 Algoritma MTD with <i>Iterative Deepening</i>	12
Bab 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM.....	14
3.1 Kebutuhan Sistem.....	14

3.2	Perancangan Proses.....	14
3.2.1	Diagram Alir Permainan Othello.....	14
3.2.2	Diagram Use Case Sistem.....	16
3.2.3	Diagram Alir Sistem.....	17
3.2.4	Algoritma MTD-f.....	18
3.2.5	Fungsi Evaluasi.....	20
3.2.6	Tabel Transposisi.....	21
3.3	Simulasi Penerapan Algoritma MTD-f.....	22
3.4	Rancangan Antarmuka Sistem.....	27
3.4.1	Rancangan <i>Form</i> Pengaturan.....	27
3.4.2	Rancangan <i>Form</i> Aplikasi Othello.....	28
Bab 4	IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM.....	29
4.1	Implementasi Antarmuka Sistem.....	29
4.1.1	<i>Form</i> Pengaturan.....	29
4.1.2	<i>Form</i> Aplikasi Othello.....	30
4.2	Analisis Sistem.....	31
4.2.1	Hasil Pengujian Sistem Terhadap Pengguna.....	31
4.2.2	Hasil Pengujian Tabel Transposisi.....	38
4.3	Kelebihan dan Kelemahan Sistem.....	40
4.3.1	Kelebihan Sistem.....	40
4.3.2	Kelemahan Sistem.....	40
Bab 5	KESIMPULAN DAN SARAN.....	41
5.1	Kesimpulan.....	41
5.2	Saran.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Perhitungan Waktu Kedalaman Maksimum 2	31
Tabel 4.2 Perhitungan Waktu Kedalaman Maksimum 3	32
Tabel 4.3 Perolehan Kemenangan Kedalaman Maksimum 2.....	33
Tabel 4.4 Perolehan Kemenangan Kedalaman Maksimum 3.....	34
Tabel 4.5 Perolehan Kemenangan Kedalaman Maksimum 2 (Ke-dua).....	36
Tabel 4.6 Perolehan Kemenangan Kedalaman Maksimum 3 (Ke-dua).....	37
Tabel 4.7 Perbandingan Waktu Ukuran Tabel Transposisi.....	38
Tabel 4.8 Tabel Keadaan Akhir Tabel Transposisi.....	39

© UKDW

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Keadaan Awal Papan Othello.....	7
Gambar 2.2 <i>Pseudocode</i> Fungsi <i>Test</i>	10
Gambar 2.3 <i>Pseudocode</i> Fungsi MTD.....	12
Gambar 2.4 <i>Pseudocode</i> Fungsi MTD-f.....	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Permainan Othello.....	15
Gambar 3.2 Diagram Use Case Sistem.....	16
Gambar 3.3 Diagram Alir Sistem.....	17
Gambar 3.4 Contoh Keadaan Papan Dalam Permainan.....	21
Gambar 3.5 Keadaan Papan Setelah Pemain Hitam Melangkah di C4.....	22
Gambar 3.6 Kemungkinan Langkah dari <i>Node A</i>	23
Gambar 3.7 Kemungkinan Langkah dari <i>Node B</i>	23
Gambar 3.8 Kemungkinan Langkah dari <i>Node C</i>	24
Gambar 3.9 Kemungkinan Langkah dari <i>Node D</i>	24
Gambar 3.10 Rancangan <i>Form</i> Pengaturan.....	27
Gambar 3.11 Rancangan <i>Form</i> Aplikasi Othello.....	28
Gambar 4.1 <i>Form</i> Pengaturan.....	29
Gambar 4.2 <i>Form</i> Othello Sebelum Permainan Dimulai.....	30
Gambar 4.3 <i>Form</i> Othello Setelah Permainan Dimulai.....	30
Gambar 4.4 Nilai Evaluasi Tiap Petak.....	35
Gambar 4.5 Diagram Perbandingan Waktu Tabel Transposisi.....	39

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Permainan Othello adalah permainan dengan menggunakan papan dimana bidak berwarna hitam dan putih diletakkan. Permainan ini hanya dapat dimainkan oleh dua orang pemain yang berjalan secara bergantian. Pada akhir permainan, pemain dengan bidak terbanyaklah yang akan memenangkan permainan.

Seiring dengan berkembangnya teknologi, permainan othello ini mulai dibuat dalam bentuk elektronik. Bahkan dibuat juga agen cerdas dalam permainan ini yang dapat bertindak sebagai lawan bermain. Agen cerdas ini dapat menentukan langkah yang terbaik dengan cara melakukan serangkaian perhitungan. Hingga saat ini algoritma yang paling banyak dipakai untuk mencari langkah terbaik adalah algoritma Minimax.

Algoritma Minimax adalah algoritma pencarian langkah dengan cara membangun semua kemungkinan yang ada. Algoritma ini akan menghasilkan langkah yang paling baik. Kelemahan dari algoritma ini adalah jika kemungkinan langkah yang ada sangat banyak, sehingga pencarian langkah terbaik akan memakan waktu yang lama.

Algoritma *Memory Enhanced Test Driver with Node n and Value f* (MTD- f), adalah sebuah algoritma untuk mengoptimasi pencarian dari pohon minimax. Tabel transposisi yang diterapkan dalam algoritma MTD- f ini memungkinkan untuk tidak mengulang pencarian yang pernah dilakukan.

Melalui penelitian ini penulis berusaha untuk menerapkan algoritma MTD-f sebagai sebuah agen cerdas. Agen cerdas ini berperan sebagai lawan dalam permainan Othello. Algoritma MTD-f ini digunakan sebagai pencari langkah terbaik untuk mendapatkan nilai yang paling tinggi dalam permainan Othello.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang menjadi titik fokus penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana menerapkan algoritma MTD-f ke dalam permainan Othello?
- b. Apakah kedalaman pencarian dan banyaknya kemungkinan langkah sangat berpengaruh terhadap lamanya waktu untuk mengambil keputusan?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Ukuran papan Othello yang digunakan adalah 8x8.
- b. Pemain dengan bidak hitam selalu mendapat giliran pertama.
- c. Kedalaman pencarian hanya dapat diubah pada awal permainan.
- d. Bahasa pemrograman yang akan digunakan adalah C#.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan algoritma MTD-f ke dalam sebuah agen cerdas, kemudian mengevaluasi tiap langkah yang diambil.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Studi Literatur

Metode ini adalah langkah awal untuk memulai penelitian ini. Metode ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi sebanyak mungkin tentang Othello dan algoritma MTD-f beserta dengan segala pengetahuan yang mendukung dari berbagai sumber literatur seperti buku, e-book, jurnal dan sebagainya.

b. Pembuatan Program

Langkah-langkah dalam pembuatan program adalah sebagai berikut :

- Merancang fitur dan gambaran sistem untuk menerapkan agen cerdas dalam permainan othello.
- Menulis program sesuai dengan rancangan yang telah dibuat di awal penelitian.
- Mencoba dan memperbaiki jika terdapat kesalahan dalam pembuatan program.

c. Evaluasi

Langkah terakhir adalah mengevaluasi sistem yang sudah dibangun dengan cara melihat jumlah *node* dan waktu yang dibutuhkan untuk mengambil keputusan serta nilai score pada akhir permainan.

1.6 Sistematika Penulisan

Bab 1 menjelaskan garis besar mengenai hal yang akan diteliti oleh penulis dalam tugas akhir ini. Pendahuluan memuat latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan laporan.

Bab 2 berisi penjelasan tentang berbagai teori yang diperoleh dari berbagai sumber beserta dengan landasan teori yang menunjang dalam penelitian ini.

Bab 3 berisi analisa dari teori-teori yang telah diperoleh dan diterjemahkan sehingga dapat diimplementasikan ke dalam sistem. Rancangan dan desain antarmuka dari sistem yang akan dibangun akan dijelaskan juga pada bab ini.

Bab 4 berisi hasil implementasi dari sistem yang dibangun. Hasil yang sudah diperoleh akan dianalisa dan akan diketahui seberapa efektif algoritma yang telah diterapkan.

Bab 5 berisi pernyataan singkat mengenai hasil analisa dari penelitian yang dilakukan oleh penulis beserta saran untuk pengembangan berikutnya.



BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari implementasi dan analisis sistem yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Algoritma MTD-f dapat digunakan sebagai penyelesaian permainan othello.
- b. Fungsi MTD-f yang diterapkan membutuhkan waktu yang relatif lebih lama karena memeriksa semua kemungkinan langkah hingga ujung daun *node* atau jika telah mencapai kedalaman maksimum yang ditentukan.
- c. Evaluasi pencarian berdasarkan perbedaan jumlah bidak memperoleh kemenangan jauh lebih sedikit dibanding dengan evaluasi berdasarkan posisi yang menguntungkan.
- d. Kedalaman maksimum pencarian kurang berpengaruh dalam tingkat kesulitan permainan. Penggunaan fungsi evaluasi yang tepat lebih menentukan tingkat kesulitan permainan.
- e. Aplikasi permainan othello dengan pencarian MTD-f serta fungsi evaluasi posisi menguntungkan memiliki prosentase kemenangan 85%.
- f. Ukuran tabel transposisi yang ideal adalah 10000.

5.2 Saran

Saran yang dapat diajukan oleh penulis untuk pengembangan selanjutnya adalah sebagai berikut:

- a. Fungsi *test* dalam algoritma MTD-f diubah menjadi metode pencarian tanpa memeriksa semua kemungkinan langkah untuk mempersingkat waktu.
- b. Diperlukan optimasi papan yang digunakan untuk memperingan kerja sistem.
- c. Sistem dibuat secara multithreading supaya dapat memanfaatkan waktu lawan berpikir untuk mencari langkah terbaik.

© UKDW

Daftar Pustaka

- Do, C., Chong, S., Tong, M., & Hui, A. (2002). "CS 221 Othello Report Demosthenes" dari <http://ai.stanford.edu/~chuongdo/papers/demosthenes.pdf>.
- Fang, Randy. (2003). "Othello: From Beginner To Master", dalam [http://www.fngo.it/allegati/randyfang_beginner\(eng\).pdf](http://www.fngo.it/allegati/randyfang_beginner(eng).pdf)
- Gunawan., Kristian, Y., & Andika, H. (2009). "Game Playing Untuk Othello Dengan Menggunakan Algoritma Negascout dan MTDf" dari <http://journal.uui.ac.id/index.php/Snati/article/download/1278/1088>.
- Ilman, Anwari. (2008). "Penerapan Algoritma Minimax dengan Optimasi MTD(f) Pada Permainan Catur" diakses 1 Januari 2011, dari <http://webmail.informatika.org/~rinaldi/Stmik/2007-2008/Makalah2008/MakalahIF2251-2008-094.pdf>
- Mandziuk, (2010). *Knowledge-Free and Learning-Based Methods in Intelligent Game Playing*. Computational Intelligence 276 : Springer.
- Millington, Ian. (2006). *Artificial Intelligence For Games*. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- Plaat, Aske. (1997). *MTD(f): A Minimax Algorithm Faster Than NegaScout*, dalam <http://people.csail.mit.edu/plaat/mtdf.html>.
- Russel, S. J., & Norvig, P. (2010). *Artificial Intelligence: A Modern Approach Third Edition*. New York: Prentice Hall.
- Stellman, A., & Greene, J. (2008). *Head First C#*. Sebastopol: O'Reilly Media.