

**OPTIMALISASI PENYELESAIAN DOT AND BOXES MENGGUNAKAN
ALGORITMA MINIMAX DENGAN ALPHA BETA PRUNNING**

Tugas Akhir



Disusun Oleh

Henokh Suprayogi Santoso

22064051

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI

UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

TAHUN 2011

**OPTIMALISASI PENYELESAIAN DOT AND BOXES MENGGUNAKAN
ALGORITMA MINIMAX DENGAN ALPHA BETA PRUNNING**

Tugas Akhir



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

Disusun Oleh

Henokh Suprayogi Santoso

22064051

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 :

**OPTIMALISASI PENYELESAIAN DOT AND BOXES MENGGUNAKAN
ALGORITMA MINIMAX DENGAN ALPHA BETA PRUNNING**

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 keserjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian dari 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 keserjanaan saya.

Yogyakarta, 28 Mei 2011



(Henokh Suprayogi Santoso)
22064051

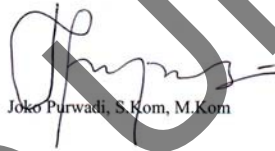


HALAMAN PERSETUJUAN

Judul : Optimalisasi Penyelesaian Dot and Boxes Menggunakan
Algoritma Minimax dengan Alpha Beta Pruning
Nama : Henokh Suprayogi Santoso
NIM : 22064051
Mata Kuliah : Tugas Akhir
Kode : TI2126
Semester : Genap
Tahun akademik : 2010/2011

Telah diperiksa dan disetujui
Di Yogyakarta
Pada tanggal 27/05/2011

Dosen Pembimbing I


Joko Purwadi, S.Kom, M.Kom

Dosen Pembimbing II


Antonious R C, S.Kom, M.Cs



HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

OPTIMALISASI PENYELESAIAN DOT AND BOXES MENGGUNAKAN
ALGORITMA MINIMAX DENGAN ALPHA BETA PRUNNING

Oleh: Henokh Suprayogi Santoso/22064051

Dipertahankan di depan dewan Penguji Tugas Akhir/Skripsi

Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik

Universitas Kristen Duta Wacana – Yogyakarta

Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Sarjana Komputer

Pada tanggal

14 JUNI 2011

Yogyakarta 12/7/ 2011

Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Joko Purwadi, S.Kom, M.Kom
2. Antonius R.C, S.Kom, M.Cs
3. Yuan Lukito, S.Kom

Dekan Fakultas Teknik



(Drs. Wimmie Handwidjojo, M.T)

Ketua Program Studi

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



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yesus Kristus atas rahmat dan anugerah-Nya yang selalu dilimpahkan, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan Optimalisasi Penyelesaian Dot and Boxes Menggunakan Algoritma Minimax dengan Alpha Beta Prunning.

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 penggunaannya.

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. **Bpk. Joko Purwadi, S.Kom., M.Kom.** selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingannya dengan sabar dan baik kepada penulis, juga kepada
2. **Bpk. Antonious R C, S.Kom., M.Cs.** selaku dosen pembimbing II atas petunjuk dan masukan yang diberikan selama pengerjaan Tugas Akhir.
3. **Keluargaku tercinta**, Mamah, Je Nike dan Bang Jefry, Je Trisa dan Koh Erik dan Nael, serta Papah dan Je Achen di surga.
4. **Emoh Community++** atas bantuan dan masukannya, *especially Rama Adyasa*, sodara seperjuanganku, serta **Dede A.K.**, atas saran dan pemberian semangat, juga **Karli Widjaja** yang selalu menemani. Tidak lupa juga **Yulianto Adi** atas pemberian semangat yang agak pahit.
5. **DEXTER band** atas pengertian dan dukungannya.
6. Teman-teman **TI UKDW** khususnya angkatan 2006.

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. Dan semoga ini dapat berguna bagi kita semua.

Yogyakarta, Mei 2011

Penulis

© UKDW

INTISARI

OPTIMALISASI PENYELESAIAN DOT AND BOXES MENGGUNAKAN ALGORITMA MINIMAX DENGAN ALPHA BETA PRUNNING

Seiring dengan kemajuan teknologi, kini banyak muncul permainan baru maupun permainan lama yang di-*repackage*. Kemajuan ini tentunya membawa dampak terhadap permainan tradisional yang sekarang mulai dikembangkan menjadi *game* berbasis komputer. Salah satunya adalah permainan *Dot and Boxes*. Namun untuk menyelesaikan permasalahan *game*, diperlukan suatu algoritma yang efisien dari segi pemeriksaan langkah maupun dari segi waktu.

Penulis mencoba melakukan perbandingan antara algoritma Minimax dengan Alpha Beta Pruning dari segi jumlah *node* yang di-*generate* dan waktu penyelesaian pada permainan *Dot and Boxes*. Algoritma Minimax dianggap kurang efisien dalam pemeriksaan *node* karena algoritma ini meng-*expand* semua kemungkinan langkah, sehingga memerlukan waktu yang lebih banyak untuk mendapatkan langkah terbaik. Penggunaan Alpha Beta Pruning pada algoritma Minimax akan mengurangi jumlah *node* yang di-*expand* dalam menentukan langkah terbaik. Penulis juga mencoba meneliti apakah level pemeriksaan kedalaman *tree* berpengaruh terhadap kecerdasan komputer dalam menentukan langkah terbaik.

Penggunaan Alpha-Beta Pruning pada algoritma Minimax terbukti mengoptimalkan pencarian langkah terbaik dan penambahan level pencarian dapat meningkatkan kecerdasan komputer.

Kata Kunci: Dot and Boxes, Minimax, Alpha-Beta Pruning

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
INTISARI	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Metode atau Pendekatan	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.2. Landasan Teori.....	6
2.2.1. Kecerdasan Buatan.....	6
2.2.2. Fungsi Heuristik.....	7
2.2.3. Algoritma Minimax	7
2.2.4. Alpha Beta Pruning	8
2.2.5. Permainan Dot and Boxes	10
2.3. Contoh Kasus Penerapan Algoritma Minimax dengan Alpha Beta Pruning pada Permainan Congklak	11
BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	
3.1. Spesifikasi Sistem	16

3.1.1. Perangkat Keras	16
3.1.2. Perangkat Lunak.....	17
3.2. Perancangan Proses.....	17
3.2.1. Algoritma Aplikasi Dot and Boxes	17
3.1.2. Alpha Beta Prunning pada Permainan Dot and Boxes.....	18
3.3. Perancangan Struktur Data	30
3.4. Perancangan Tampilan.....	31
3.4.1. Perancangan Form Input	31
3.4.1.1. Form Utama	31
3.4.1.1. Form 1 Kubus	33
3.4.1.1. Form 2 Kubus	34
3.4.2. Perancangan Form Proses.....	34
3.4.3. Perancangan Form Output.....	35
3.4.4. Perancangan Form Tambahan.....	36
3.4.4.1. Form About.....	36
3.5. Penerapan Algoritma Minimax dengan Alpha Beta Prunning pada Permainan Dot and Boxes	36
3.5.1. Fungsi Heuristik.....	36
3.5.2. Input	37
3.5.3. Proses	38
3.5.4. Output.....	39
3.5.5. Contoh Kasus Implementasi Algoritma Minimax dengan Alpha Beta Prunning pada Permainan Dot and Boxes	39

BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM

4.1. Implementasi Sistem.....	44
4.1.1. Implementasi Rancangan Tampilan	44
4.1.1.1. Form Input.....	44

4.1.1.1.1. Form Utama	44
4.1.1.1.2. Form Ubah Nama	46
4.1.1.1.3. Form Permainan 1 Kubus	47
4.1.1.1.4. Form Permainan 2 Kubus	47
4.1.1.2. Form Proses	48
4.1.1.3. Form Output	49
4.1.1.3.1. Form Output Permainan	49
4.1.1.4. Form Tambahan.....	50
4.1.1.3.1. Form About	50
4.1.2. Implementasi Rancangan Proses.....	51
4.2. Analisis Sistem	55
4.2.1. Analisis Perbandingan Jumlah Pemeriksaan <i>Node Tree</i> pada Algoritma Minimax dan Alpha Beta Prunning	55
4.2.2. Analisis Perbandingan Waktu Penyelesaian Langkah Terbaik pada Algoritma Minimax dan Alpha Beta Prunning	62
4.2.3. Analisis Pengaruh Kedalaman Level Pemeriksaan dengan Kecerdasan Sistem.....	63
4.3. Evaluasi Aplikasi Permainan Dot and Boxes	65
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	66
5.2. Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LISTING PROGRAM	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Algoritma Minimax	8
Gambar 2.2	Algoritma Alpha-Beta Pruning	9
Gambar 2.3	Kondisi Awal Kubus	10
Gambar 2.4	Giliran Player	10
Gambar 2.5	Kondisi Saat Player Mendapatkan Skor dan Giliran.....	11
Gambar 2.6	Kondisi Awal Papan Sebagai Input Awal	11
Gambar 2.7	Hasil <i>Generate Tree</i> dari Kondisi Awal	12
Gambar 2.8	Kondisi Papan 1	12
Gambar 2.9	Hasil <i>Generate Tree</i> dari Kondisi Papan 1	13
Gambar 2.10a	Kondisi Papan 2.....	13
Gambar 2.10b	Kondisi Papan 3	13
Gambar 2.11	Hasil <i>Generate Tree</i> dari Kondisi Papan 3	14
Gambar 2.12	Kondisi Papan 4	14
Gambar 2.13	Kondisi Papan 5.....	14
Gambar 2.14	Hasil <i>Generate Tree</i> dari Kondisi Papan 5	15
Gambar 2.15a	Kondisi Papan 6.....	15
Gambar 2.15b	Kondisi Akhir Papan	15
Gambar 3.1	Gambaran Alur Aplikasi Permainan Dot and Boxes	23
Gambar 3.2a	Flowchart Proses Untuk Menentukan Langkah Terbaik.....	24
Gambar 3.2b	Flowchart Proses Untuk Menentukan Langkah Terbaik.....	25
Gambar 3.3a	Flowchart Method kompMove.....	26
Gambar 3.3b	Flowchart Method kompMove (lanjutan)	27
Gambar 3.4a	Flowchart Method playerMove	28
Gambar 3.4b	Flowchart Method playerMove (lanjutan)	29
Gambar 3.5	Representasi Kubus.....	30
Gambar 3.6	Representasi Rusuk Kubus.....	30
Gambar 3.7	Representasi Sisi Kubus	31
Gambar 3.8	Class Diagram <i>Treeview</i>	31
Gambar 3.9	Tampilan Form Utama	32

Gambar 3.10	Tampilan Form Utama (2)	32
Gambar 3.11	Perancangan Tampilan Form 1 Kubus.....	33
Gambar 3.12	Perancangan Tampilan Form 2 Kubus.....	34
Gambar 3.13	Perancangan Tampilan Form Proses.....	34
Gambar 3.14	Perancangan Tampilan Form Output pada Permainan 1 Kubus	35
Gambar 3.15	Perancangan Ouput Form <i>Tree</i>	35
Gambar 3.16	Perancangan Tampilan Form About	36
Gambar 3.17	Contoh Kondisi Kubus.....	37
Gambar 3.18	Hasil <i>Generate</i> Komputer	38
Gambar 3.19	Komdisi Kubus Hasil <i>Generate</i> Akhir.....	38
Gambar 3.20	Komdisi Kubus Hasil <i>Generate</i> Awal.....	39
Gambar 3.21	Langkah yang Diambil Komputer.....	39
Gambar 3.22	<i>Tree</i> Hasil <i>Generate</i> Komputer dari Kondisi Kubus Awal	40
Gambar 3.23	Kondisi Kubus 2.....	41
Gambar 3.24	<i>Tree</i> Hasil <i>Generate</i> Komputer dari Kondisi Kubus 2	41
Gambar 3.25	Kondisi Kubus 3.....	42
Gambar 3.26	<i>Tree</i> Hasil <i>Generate</i> Komputer dari Kondisi Kubus 3.....	42
Gambar 3.27	Kondisi Kubus 4.....	42
Gambar 3.28	<i>Tree</i> Hasil <i>Generate</i> Komputer dari Kondisi Kubus 4.....	43
Gambar 3.27	Kondisi Kubus Akhir	43
Gambar 4.1	Tampilan Form Utama	45
Gambar 4.2	Tampilan Form Utama Pilihan Algoritma	45
Gambar 4.3	Tampilan Form Utama Pilihan Level Kedalaman	46
Gambar 4.4	Tampilan Form Utama Pilihan Giliran Pertama	46
Gambar 4.5	Tampilan Form Ubah Nama.....	46
Gambar 4.6	Tampilan Form Permainan 1 Kubus	47
Gambar 4.7	Tampilan Form Permainan 2 Kubus	48
Gambar 4.8	Tampilan Form Proses	48
Gambar 4.9	Tampilan Form Saat Komputer Mendapat Giliran Lagi	49
Gambar 4.10	Tampilan Form Saat Giliran Jatuh ke Player	49
Gambar 4.11	Tampilan Form <i>Tree</i> dalam Bentuk <i>Treewiew</i>	50

Gambar 4.12	Tampilan Form About.....	50
Gambar 4.13	Kondisi Awal Papan.....	56
Gambar 4.14	Hasil <i>Generate</i> Awal Menggunakan Algoritma Minimax.....	56
Gambar 4.15	Hasil <i>Generate</i> Awal Menggunakan Alpha Beta Prunning	57
Gambar 4.16	Kondisi Kubus 2.....	57
Gambar 4.17	Hasil <i>Generate</i> Menggunakan Algoritma Minimax	58
Gambar 4.18	Hasil <i>Generate</i> Menggunakan Alpha Beta Prunning.....	58
Gambar 4.19	Kondisi Kubus 3.....	59
Gambar 4.20	Hasil <i>Generate</i> Menggunakan Algoritma Minimax	59
Gambar 4.21	Hasil <i>Generate</i> Menggunakan Alpha Beta Prunning.....	59
Gambar 4.22	Kondisi Kubus 4.....	60
Gambar 4.23	Hasil <i>Generate</i> Menggunakan Algoritma Minimax	60
Gambar 4.24	Hasil <i>Generate</i> Menggunakan Alpha Beta Prunning.....	60
Gambar 4.25	Kondisi Kubus Akhir	61
Gambar 4.26a	<i>Treeview</i> Hasil <i>Generate</i> Algoritma Minimax.....	61
Gambar 4.26b	<i>Treeview</i> Hasil <i>Generate</i> Algoritma Alpha Beta Prunning....	62



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Bobot Peranan Garis yang Dibuat Komputer	37
Tabel 4.1 Perbandingan Jumlah Node	62
Tabel 4.2 Perbandingan Jumlah Node	63
Tabel 4.3 Hasil Perbandingan Waktu	64
Tabel 4.4 Percobaan Pada Level 3	65
Tabel 4.5 Percobaan Pada Level 5	65

© UKDW

Bab 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Seiring dengan kemajuan teknologi, kini banyak muncul permainan baru maupun permainan lama yang di-*repackage*. Permainan tersebut dikembangkan menjadi 2 dimensi ataupun 3 dimensi, baik *online* maupun *offline*. Selain itu, banyak pula algoritma yang dikembangkan untuk menyelesaikan permasalahan permainan yang membutuhkan strategi. Kemajuan ini tentunya membawa dampak terhadap permainan tradisional yang sekarang mulai dikembangkan menjadi *game* berbasis komputer. Salah satunya adalah permainan *Dot and Boxes*. Permainan ini akan dikembangkan, di mana titik dan kotak yang saling terhubung akan membentuk sebuah kubus.

Aplikasi ini dasarnya menggunakan algoritma Minimax untuk menentukan langkah terbaik yang akan diambil. Algoritma Minimax ini meng-*expand* seluruh kemungkinan langkah yang bisa diambil, menghitung bobot tiap langkah, kemudian menentukan langkah terbaik yang akan diambil. Namun algoritma ini mempunyai kelemahan, yaitu harus meng-*expand* semua *tree* dari langkah-langkah yang ada, sehingga kurang maksimal dalam segi pemeriksaan *node tree*.

Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan menggunakan Alpha-Beta Pruning. Alpha-Beta Pruning tidak meng-*expand* semua cabang dari *tree*. Cabang yang di-*expand* hanya cabang yang mempunyai bobot lebih baik atau sama dengan cabang di atasnya. Cabang yang mempunyai bobot lebih kecil dari cabang di atasnya akan dihilangkan / dipotong.

Proses yang dilakukan Alpha-Beta Pruning pada permainan *Dot and Boxes* ini adalah menentukan garis mana yang harus diambil untuk menghasilkan langkah terbaik. Garis yang dimaksud adalah garis yang menghubungkan dua titik

secara vertikal maupun horisontal. Pemenang permainan ini adalah pemain yang berhasil mengumpulkan kotak terbanyak yang didapat dengan cara membuat garis keempat dari tiga garis yang telah dibuat sebelumnya sehingga membentuk sebuah kotak yang berbentuk segi empat. Pemotongan cabang yang dianggap kurang baik akan mengurangi pilihan langkah menjadi lebih sedikit, sehingga dapat mengoptimalkan kinerja komputer dalam menentukan langkah terbaik.

Penggunaan Alpha-Beta Pruning pada algoritma Minimax diharapkan dapat mengoptimalkan kinerja komputer pada permainan *Dot and Boxes* untuk menentukan langkah terbaik.

1.2 Rumusan Masalah

Penulis merumuskan masalah yang ada pada penelitian ini sebagai berikut:

- a. Apakah algoritma Minimax dengan Alpha-Beta Pruning dapat diimplementasikan untuk menyelesaikan permasalahan *Dot and Boxes*.
- b. Apakah dengan Alpha-Beta Pruning dapat mengoptimalkan kinerja komputer dalam menentukan langkah terbaik.
- c. Apakah kedalaman pemeriksaan *tree* berpengaruh terhadap kecerdasan komputer

1.3 Batasan Masalah

Batasan-batasan yang digunakan penulis pada permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah :

- a. Permainan *Dot and Boxes* berbentuk kubus yang akan dibangun mempunyai 2 pilihan, yaitu permainan 1 kubus dan permainan 2 kubus.
- b. Aplikasi permainan *Dot and Boxes* berbentuk kubus akan dibangun menggunakan algoritma Minimax dan dikembangkan menggunakan Alpha-Beta Pruning.
- c. Aplikasi permainan *Dot and Boxes* dibuat menjadi seakan-akan 3 dimensi yang statis, yaitu tanpa adanya animasi.

1.4 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Membangun aplikasi *Dot and Boxes* berbentuk kubus menggunakan algoritma Minimax dengan Alpha-Beta Pruning.
- b. Meneliti apakah dengan Alpha-Beta Pruning akan mengoptimalkan kinerja komputer dalam menentukan langkah terbaik.
- c. Menguji apakah level kedalaman pemeriksaan berpengaruh terhadap kecerdasan komputer.

1.5 Metode / Pendekatan

Metode penelitian yang akan digunakan penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini adalah :

- a. Studi Pustaka
Mempelajari teori tentang Algoritma Minimax, Alpha-Beta Pruning, dan permainan *Dot and Boxes* dari buku dan yang terkait.
- b. Diskusi
Mendiskusikan hal-hal yang berhubungan dengan permasalahan yang ada di dalam Tugas Akhir ini dengan dosen untuk mendapatkan hasil akhir yang maksimal.

1.6 Sistematika Penulisan

Bab 1 berisi pendahuluan yang mencakup latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan dari laporan Tugas Akhir.

Bab 2 berisi tinjauan pustaka dan landasan teori yang menjelaskan algoritma Minimax dan Alpha-Beta Pruning yang diperoleh dari berbagai sumber pustaka. Landasan teori juga memuat dasar-dasar dan strategi permainan

Dot and Boxes yang digunakan sebagai acuan dalam penulisan laporan Tugas Akhir.

Bab 3 berisi gambaran sistem secara garis besar, yang meliputi rancangan antar muka sistem dan *flowchart*. Kemudian hasil riset dan implementasi yang disajikan dalam bentuk grafik, tabel, atau bentuk lain, serta pembahasan atau analisis dari penelitian yang berupa penjelasan teoritis, baik secara kualitatif, kuantitatif, maupun secara statistik, dimuat dalam Bab 4. Setelah dilakukan implementasi dan penelitian, maka pada Bab 5 ditulis pernyataan singkat yang menjabarkan hasil analisis kegiatan penelitian dan implementasi dalam penyusunan Tugas Akhir.

© UKDW

Bab 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang diperoleh penulis setelah melakukan penelitian tentang optimalisasi Algoritma Minimax dengan Alpha Beta Pruning untuk menentukan langkah terbaik dalam permainan *Dot and Boxes* yang berbentuk kubus adalah :

- a. Algoritma Minimax dengan Alpha Beta Pruning dapat diimplementasikan untuk menyelesaikan permasalahan *Dot and Boxes*, namun untuk kombinasi kemungkinan yang banyak, waktu yang dibutuhkan sangat lama, bahkan aplikasi menjadi *not responding*.
- b. Alpha Beta Pruning pada algoritma Minimax akan mengoptimalkan kinerja komputer dalam menentukan langkah terbaik, karena jumlah *node tree* yang diperiksa menjadi lebih sedikit sehingga waktu pencarian menjadi lebih cepat.
- c. Kedalaman pemeriksaan *tree* berpengaruh terhadap kecerdasan komputer. Rasio kemenangan komputer lebih tinggi apabila tingkat kedalaman *tree* ditambah.

5.2 Saran

Saran yang bisa diberikan oleh penulis untuk penelitian ini adalah :

- a. Fungsi heuristik untuk menentukan bobot dapat diperbaiki sehingga dapat menghasilkan perhitungan yang lebih baik dan mengoptimalkan penentuan langkah terbaik.
- b. Memperbaiki *user interface* sehingga dapat lebih menarik dan lebih informatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Berlekamp, E. (2000). *The Dots And Boxes Games*. Massachusetts : A K Peters Ltd.
- Fenny. (2009). *Implementasi Algoritma Alpha-Beta Cutoff pada Permainan Renju*. Skripsi Universitas Kristen Duta Wacana.
- Hardiman, D. (2005). *Implementasi Metode Min-Max pada Game ConnectX*. Skripsi Universitas Kristen Duta Wacana.
- Kristanto, Dedi A. (2010). *Perbandingan Optimalisasi Langkah Permainan Congklak Antara Algoritma Minimax dan Alpha-Beta Prunning*. Skripsi Universitas Kristen Duta Wacana.
- Kriswanto, F. (2009). *Penerapan Algoritma Minimax pada Kombinasi Permainan Dots dan Tic Tac Toe*. Skripsi Universitas Kristen Duta Wacana.
- Lauriere, J.L. (1990). *Problem-Solving and Artificial Intelligence*. Britain : Prentice-Hall International (UK) Ltd.
- Luger, George. F.,Stubblefield, William. A. (1989). *Artificial Intelligence and the Design of Expert Systems*. California: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.
- Padhy, N.P. (2005). *Artificial Intelligence and Intelligent Systems*. India : Oxford University Press.
- Purba, Rosminar A. (2005). *Implementasi Algoritma Minimax dengan Metode Alpha Beta Prunning pada Permainan Checkers*. Skripsi Universitas Kristen Duta Wacana.
- Russell, S., & Norving, P. (1995). *Artificial Intelligence A Modern Approach*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.