

ABSTRAK

Engine catur telah menjadi medan riset banyak peneliti AI dunia, banyak aspek dari sebuah *engine* catur dapat diimplementasi dengan berbagai metode alternatif, namun terdapat algoritma yang umumnya diterapkan, yaitu algoritma pencarian minmax dengan *alpha beta pruning*. Selain dari algoritma pencarian, struktur data yang dipakai juga bermacam-macam, salah satu struktur data yang menarik untuk dijadikan materi riset adalah struktur data *bitboard*.

Untuk lebih mengerti secara lebih jelas mengenai sebuah *engine* catur, penulis membuat sendiri *engine* catur, terutama *engine* catur yang menggunakan *bitboard* sebagai representasi papan catur.

Dalam proses pengembangan *engine* catur, penulis mendapati bahwa selain efektifitas suatu algoritma yang diterapkan dalam sebuah *engine* catur, optimasi juga merupakan bagian yang penting, mengingat banyaknya kemungkinan langkah yang dapat dihasilkan dari sebuah posisi papan catur, oleh karena itu, optimasi juga menjadi bagian penting dalam tulisan ini.

Hasil yang dicapai dari pengembangan *engine* catur ini adalah bahwa hasil riset dan aplikasi yang diperoleh dari hasil riset ini dapat menjadi dasar bagi pengembangan *engine* catur lain.

Kata kunci : catur, *bitboard*, minmax, *alpha beta*, algoritma, *engine*, AI.

ABSTRACT

A chess *engine* has been a research ground for many AI researchers of the world, many aspects of a chess *engine* can be implemented with various *methods*, though there is a common algorithm applied, which is minmax with alpha beta pruning. Beside searching algorithm, data structure used is also varies, one of which is an interesting research material is *bitboard*.

To understand better about chess *engine*, writer develops a chess *engine*, especially a *bitboard* based chess *engine*.

During the developement of the chess *engine*, writer realises that besides effectiveness of an algorithm, optimation also plays an important role, considering the magnitude of possibilities of move of a chess board position. That is why optimation is also an important part of this writing.

Result of this chess *engine* developement research is research note and application produced that can underly other chess *engine* developement.

Keywords : chess, *bitboard*, minmax, *alpha beta*, algorithm, *engine*, AI.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
Lembar Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah	ii
Surat Pernyataan Orisinalitas Karya	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR PROGRAM	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I. PERSYARATAN PRODUK	1
I.1. Pendahuluan	1
I.1.1. Tujuan	2
I.1.2. Ruang Lingkup Proyek	2
I.1.3. Definisi, Akronim, dan Singkatan	2
I.1.4. Sistematika Penulisan	4
I.2. Gambaran Keseluruhan	5
I.2.1. Prespektif Produk	5
I.2.2. Fungsi Produk	5
I.2.3. Karakteristik Pengguna	5
I.2.4. Batasan – Batasan	5

I.2.5. Asumsi dan Ketergantungan	6
I.2.6. Penundaan Persyaratan	6
BAB II. SPESIFIKASI PRODUK.....	7
II.1. Persyaratan Antarmuka Eksternal	7
II.1.1. Antarmuka dengan Pengguna.....	7
II.1.2. Antarmuka Perangkat Keras	7
II.1.3. Antarmuka Perangkat Lunak	8
II.1.4. Antarmuka Komunikasi.....	8
II.2. Fitur Produk Perangkat Lunak	8
II.2.1. Input Posisi Papan Catur	8
II.2.2. Kalkulasi Nilai Evaluasi.....	9
II.2.3. Menghasilkan Kemungkinan Langkah Berikut.....	9
II.2.4. Memilih Langkah Terbaik	10
II.3. Algoritma Inti.....	10
BAB III. DESAIN PERANGKAT LUNAK	13
III.1. Pendahuluan	13
III.1.1. Identifikasi	13
III.1.2. Overview Sistem.....	13
III.2. Keputusan Desain Perangkat Lunak Secara Keseluruhan	14
III.2.1. Struktur Data yang Dipakai.....	14
III.2.2. Penerapan Algoritma Minmax	14
III.3. Desain Arsitektur Perangkat Lunak	15
III.3.1. Komponen Perangkat Lunak	15
III.3.2. Konsep Eksekusi	16
III.3.3. Desain Antar Muka	23

BAB IV. Pengembangan Sistem	25
IV.1. Perencanaan Tahap Implementasi.....	25
IV.1.1. Pembagian Modul/Prosedur/Class Implementasi	25
IV.1.2. Keterkaitan antar Modul/Prosedur/Class.....	26
IV.2. Perjalanan Tahap Implementasi.....	27
IV.2.1. Top Down/ Bottom Up Implementasi.....	27
IV.2.2. Ulasan <i>Source code</i>	27
IV.2.2.1. <i>PieceMove</i>	27
IV.2.2.2. <i>Bitboard</i>	28
IV.2.2.3. <i>MoveGeneration</i>	30
IV.2.2.4. <i>AlphaBeta</i>	42
IV.2.3. Debugging.....	44
IV.2.3.1. <i>Bitboard</i>	44
IV.2.3.2. <i>Move Generation</i>	44
IV.2.4. Ulasan Realisasi Fungsionalitas	45
BAB V. TESTING DAN EVALUASI SISTEM.....	46
V.1. Rencana Pengujian Sistem Terimplementasi.....	46
V.1.1. <i>Test Case</i>	46
V.1.2. Uji Fungsionalitas Modul/Class	52
V.2. Perjalanan Metodologi Pengujian.....	52
V.2.1. <i>Black Box</i>	52
V.2.1. <i>White Box</i>	56
V.2.2. Optimasi.....	56
V.3. Ulasan Hasil Evaluasi.....	60
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	61

VI.2. Keterkaitan antara Kesimpulan dengan Hasil Evaluasi	61
VI.3. Keterkaitan antara Saran dengan Hasil Evaluasi	62
VI.4. Rencana Perbaikan/Implementasi terhadap Saran yang Diberikan	62
DAFTAR PUSTAKA.....	63
Lampiran A - <i>White Box Testing</i>	1

DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1 Contoh Pohon Pencarian ^[7]	12
Gambar III-1 <i>Class Diagram</i> Komponen Perangkat Lunak	15
Gambar III-2 Use Case Sistem	17
Gambar III-3 Activity diagram kalkulasi nilai evaluasi	19
Gambar III-4 Activity Diagram generasi langkah.....	20
Gambar III-5 Activity diagram pemilihan langkah terbaik	21
Gambar III-6 Activity diagram input posisi papan catur	22
Gambar III-7 Sequence Diagram	22
Gambar III-8 Desain Antar Muka	24
Gambar IV-1 Ilustrasi Keterkaitan antar Modul	26
Gambar V-1 <i>Test Case</i> 1	46
Gambar V-2 <i>Test Case</i> 2	47
Gambar V-3 <i>Test Case</i> 3	48
Gambar V-4 <i>Test Case</i> 4	48
Gambar V-5 <i>Test Case</i> 5	49
Gambar V-6 <i>Test Case</i> 6	49
Gambar V-7 <i>Test Case</i> 7	50
Gambar V-8 <i>Test Case</i> 8	50
Gambar V-9 <i>Test Case</i> 9	51
Gambar V-10 <i>Test Case</i> 10	51
Gambar V-11 Indeks Posisi dalam Papan Catur.....	52

DAFTAR PROGRAM

Program II-1 <i>Pseudocode</i> minmax ^[7]	11
Program IV-1 Cuplikan Program <i>Class PieceMove</i>	27
Program IV-2 Cuplikan Program <i>Class Bitboard</i>	29
Program IV-3 Cuplikan Program Properti dalam <i>Class MoveGeneration</i>	30
Program IV-3 Cuplikan Program Properti dalam <i>Class MoveGeneration</i>	31
Program IV-4 Cuplikan Program <i>Utility Method</i> dalam <i>Class MoveGeneration</i>	33
Program IV-5 Cuplikan <i>Method bitToMove</i> Versi Pertama	34
Program IV-6 Cuplikan <i>Method bitToMove</i> Versi Kedua.....	35
Program IV-7 Cuplikan <i>Method bitToMove</i> Versi Ketiga.....	36
Program IV-8 Cuplikan <i>Method bitPosition</i>	36
Program IV-9 Cuplikan <i>method clearBB</i> Versi Pertama.....	38
Program IV-10 Cuplikan <i>method clearBB</i> Versi Kedua.....	38
Program IV-11 Cuplikan <i>method clearBB</i> Versi Ketiga.....	39
Program IV-12 Cuplikan Program <i>MoveGenerator</i> dalam <i>Class MoveGeneration</i>	39
Program IV-13 Cuplikan Program <i>Evaluation Function</i> dalam <i>Class MoveGeneration</i>	41
Program IV-14 Cuplikan Program Algoritma <i>Alpha beta</i>	42

DAFTAR TABEL

Tabel III-1 Tabel penjelasan use case menghitung nilai evaluasi suatu posisi.....	18
Tabel III-2 Tabel penjelasan use case menghasilkan kemungkinan langkah berikut.....	18
Tabel III-3 Tabel penjelasan use case memilih langkah terbaik.....	18
Tabel III-4 Tabel penjeleaan use case input posisi papan catur	19
Tabel V-1 <i>Black Box</i> ABHelper()	53
Tabel V-2 <i>Black Box</i> positionEvaluation()	54
Tabel V-3 <i>Black Box Testing Method</i> generatePieceMove().....	55
Tabel V-4 Tabel Waktu Eksekusi generatePieceMove() 1.....	57
Tabel V-5 Tabel Waktu Eksekusi generatePieceMove() 2.....	57
Tabel V-6 Waktu Eksekusi generatePieceMove() 3.....	58
Tabel V-7 Tabel Pengujian Waktu Eksekusi <i>Method</i> positionEvaluation() 1.	58
Tabel V-8 Tabel Pengujian Waktu Eksekusi <i>Method</i> positionEvaluation() 2.	59
Tabel V-9 Tabel Pengujian Waktu Eksekusi <i>Method</i> positionEvaluation() 3.	Error! Bookmark not defined. 9

