

**IMPLEMENTASI 5 METODE ALGORITMA MONTE CARLO
DALAM SIMULASI PERMAINAN OTHELLO**

SKRIPSI



Oleh:

TIMOTIUS CHARLES EVELYN SETIAWAN

22094642

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
YOGYAKARTA

2013

**IMPLEMENTASI 5 METODE ALGORITMA MONTE CARLO DALAM
SIMULASI PERMAINAN OTHELLO**

SKRIPSI



Diajukan kepada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Komputer

Disusun oleh:

TIMOTIUS CHARLES EVELYN SETIAWAN

22094642

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

2013

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

IMPLEMENTASI 5 METODE ALGORITMA MONTE CARLO DALAM SIMULASI PERMAINAN OHELLO

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 keserjanaan 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 keserjanaan saya.

Yogyakarta, 18 Januari 2014



TIMOTIUS CHARLES EVELYN
22094642

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : IMPLEMENTASI 5 METODE ALGORITMA
MONTE CARLO DALAM SIMULASI
PERMAINAN OHELLO

Nama Mahasiswa : TIMOTIUS CHARLES EVELYN

N I M : 22094642

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIW276

Semester : Gasal

Tahun Akademik : 2013/2014

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 18 Januari 2014

Dosen Pembimbing I



Drs. R. Gunawan Santosa, M.Si.

Dosen Pembimbing II



Erick Purwanto, S.Kom, M.Com.

HALAMAN PENGESAHAN

IMPLEMENTASI 5 METODE ALGORITMA MONTE CARLO DALAM SIMULASI PERMAINAN OTHELLO

Oleh: TIMOTIUS CHARLES EVELYN / 22094642

Dipertahankan di depan Dewan Penguji 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 16 Januari 2014

Yogyakarta, 18 Januari 2014
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Drs. R. Gunawan Santosa, M.Si.
2. Erick Purwanto, S.Kom, M.Com.
3. Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs.
4. Kristian Adi Nugraha, S.Kom., M.T.



Dekan

(Drs. Wimmie Handiwidjojo, MIT.)

Ketua Program Studi

(Nugroho Agus Haryono, M.Si)

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya ini didedikasikan penulis kepada orang-orang terkasih yang selalu membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan kuliah di Jurusan Teknik Informatika Universitas Kristen Duta Wacana. Terima kasih tak terhingga ini ditujukan kepada :

1. Allah Yehuwa dan Tuhan Yesus Kristus. Penulis menyadari bahwa Allah Yehuwa dan Tuhan Yesus Kristus selalu membimbing.
“Jangan takut, karena aku menyertai engkau. Jangan melihat kesana kemari, karena akulah Allahmu. Aku akan membentengi engkau. Aku akan benar-benar menolongmu. Aku benar-benar akan terus memegangmu erat-erat dengan tangan kanan keadilanmu.” (Yesaya 41:10)
2. Papa, (alm) Edi Setiawan, Bsc., dan Mama, Ong Yen Nie. Terima kasih tak terhingga untuk orangtuaku terkasih yang selalu setia mendukung dan memberi kepercayaan serta cinta dan pengorbanan terbesar dalam hidup penulis agar terus berjuang menjadi yang terbaik.
3. Kakakku, Yohanes Richard Evelyn dan Jerry Valentina yang telah memberikan motivasi bagi penulis untuk menyelesaikan perkuliahan. Terima kasih atas semangat dan segala dukungan yang telah diberikan.
4. Ibu Anie Hashim Djojohadikusumo, yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk menjajaki bangku perkuliahan dengan memberikan bantuan berupa beasiswa potensi akademik YKHD.
5. Dosen pembimbing skripsi penulis, Drs. R. Gunawan Santosa, M.Si., dan Erick Purwanto, S.Kom, M.Com., yang telah memberikan inspirasi kepada penulis.
6. Semua sahabat-sahabatku yang terkasih, spesial untuk koko Hery Arya, Candra Kurniawan, Yosse Kristianto dan Hengky Bintoro.

Yogyakarta, Januari 2014

INTISARI

IMPLEMENTASI 5 METODE ALGORITMA MONTE CARLO DALAM SIMULASI PERMAINAN OHELLO

Perkembangan teknologi telah mengarah pada Kecerdasan Buatan, banyak permainan termasuk permainan Othello memanfaatkan Kecerdasan Buatan dalam implementasinya. Terdapat banyak pengembangan algoritma dalam permainan Othello yang dapat membuat agen cerdas semakin lebih baik ataupun lebih buruk.

Dalam penelitian, suatu sistem dibangun untuk dapat melakukan permainan Othello. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisa tingkat kemenangan dan waktu proses dari tiap metode pengembangan algoritma *Monte Carlo*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 1000 sampel pada masing-masing metode. Metode yang dipergunakan antara lain metode *Random*, metode *Roxanne*, *Mobility*, *Potential Mobility*, *Critical Path Method* dan *Critical Path Method with Roxanne*.

Setelah melakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibangun, diperoleh kesimpulan bahwa pengembangan algoritma *Monte Carlo* tidak selalu memiliki hasil yang lebih baik. Metode *Roxanne* memiliki hasil yang jauh lebih baik dibandingkan dengan metode lainnya baik dari tingkat kemenangan antar metode maupun waktu proses yang diperlukan, sedangkan metode *Potential Mobility* memiliki hasil yang lebih buruk dari metode *Random*.

Kata Kunci : algoritma Monte Carlo, othello, permainan papan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
INTISARI	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Metode Penelitian	3
1.5.1. Studi Literatur	3
1.5.2. Pembuatan Program	3
1.5.3. Evaluasi.....	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Tinjauan Pustaka	6
2.2. Landasan Teori.....	7
2.2.1. Aturan dan Strategi Permainan Othello	7
2.2.2. Algoritma <i>Monte Carlo</i>	10
BAB 3. ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	28
3.1. Kebutuhan <i>Hardware</i> dan <i>Software</i>	28
3.1.1. Kebutuhan <i>Hardware</i>	28
3.1.2. Kebutuhan <i>Software</i>	28

3.2.	Alur Permainan Othello	28
3.3.	Aturan Permainan Othello	29
3.4.	Planning	30
3.5.	Desain	31
3.6.	Flowchart Sistem	33
3.6.1.	Metode <i>Roxanne</i>	33
3.6.2.	Metode <i>Mobility</i>	34
3.6.3.	Metode <i>Potential Mobility</i>	35
3.6.4.	Metode <i>Critical Path Method</i>	35
3.6.5.	Metode <i>Critical Path Method with Roxanne</i>	37
3.7.	Penerapan Sistem Permainan Othello	38
3.7.1.	Kondisi Awal Papan Permainan	38
3.7.2.	Proses Pencarian Langkah Legal	38
3.7.3.	Proses Penempatan Keping dan Proses Permainan.....	41
3.7.4.	Proses Balik Keping.....	41
3.7.5.	Proses Penghitungan Jumlah Keping	42
3.8.	Penerapan Algoritma Monte Carlo dalam Sistem Othello.....	43
3.8.1.	Metode <i>Roxanne</i>	43
3.8.2.	Metode <i>Mobility</i>	44
3.8.3.	Metode <i>Potential Mobility</i>	44
3.8.4.	Metode <i>Critical Path Method</i>	45
3.8.5.	Metode <i>Critical Path Method with Roxanne</i>	46
3.9.	Rancangan Tampilan Antarmuka.....	46
BAB 4. IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM.....		47
4.1.	Implementasi Sistem.....	47
4.1.1.	Sistem Penggambaran Kondisi Papan.....	47
4.1.2.	Sistem Pencarian Langkah Legal	48
4.1.3.	Sistem Penempatan Keping dan Proses Permainan	50
4.1.4.	Sistem Proses Balik Keping Lawan	52
4.1.5.	Sistem Penghitungan Jumlah Keping	53
4.1.6.	Sistem Interface.....	53

4.1.7.	Sistem Metode Monte Carlo	55
4.1.8.	Sistem Metode <i>Roxanne</i>	55
4.1.9.	Sistem Metode <i>Mobility</i>	57
4.1.10.	Sistem Metode <i>Potential Mobility</i>	60
4.1.11.	Sistem Metode <i>Critical Path Method</i>	61
4.1.12.	Sistem Metode <i>Critical Path Method with Roxanne</i>	61
4.2.	Evaluasi Sistem.....	62
4.2.1.	Hasil Perbandingan Agen <i>Random</i>	64
4.2.2.	Hasil Perbandingan Agen <i>Roxanne</i>	68
4.2.3.	Hasil Perbandingan Agen <i>Mobility</i>	71
4.2.4.	Hasil Perbandingan Agen <i>Potential Mobility</i>	74
4.2.5.	Hasil Perbandingan Agen <i>Critical Path Method</i>	77
4.2.6.	Hasil Perbandingan Agen <i>Critical Path Method with Roxanne</i>	80
4.2.7.	Sistem Klasemen.....	83
4.2.8.	Penghitungan Waktu Proses.....	84
4.3.	Framework Sistem Permainan Othello.....	84
4.3.1.	Prosedur Pembuatan Class Baru diluar Sistem	85
4.4.	Antarmuka Sistem Permainan Othello.....	90
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN		95
5.1.	Kesimpulan	95
5.2.	Saran	96
DAFTAR PUSTAKA		97
LAMPIRAN A : LISTING PROGRAM		
LAMPIRAN B : CAPTURE PROGRAM.....		
LAMPIRAN C : LEMBAR KONSULTASI		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Inisialisasi awal papan permainan.....	8
Gambar 2.2. Langkah yang dapat diambil oleh keping hitam	8
Gambar 2.3. Langkah yang dapat diambil keping putih setelah keping hitam menempati posisi $f4$	9
Gambar 2.4. Prioritas penempatan keping metode <i>Roxanne</i>	11
Gambar 2.5. Activity Diagram metode <i>Roxanne</i>	11
Gambar 2.6. Harga tiap langkah legal keping hitam.....	12
Gambar 2.7. Activity Diagram metode <i>Mobility</i>	13
Gambar 2.8. Agen keping hitam dapat mengambil empat langkah	15
Gambar 2.9. Agen keping hitam mengambil langkah $d2$, jumlah langkah keping putih (kiri) dan jumlah langkah keping hitam (kanan).....	15
Gambar 2.10. Agen keping hitam mengambil langkah $f2$, jumlah langkah keping putih (kiri) dan jumlah langkah keping hitam (kanan).....	16
Gambar 2.11. Agen keping hitam mengambil langkah $c3$, jumlah langkah keping putih (kiri) dan jumlah langkah keping hitam (kanan).....	16
Gambar 2.12. Agen keping hitam mengambil langkah $e7$, jumlah langkah keping putih (kiri) dan jumlah langkah keping hitam (kanan).....	16
Gambar 2.13. Langkah legal yang dapat diambil agen keping hitam.....	17
Gambar 2.14. Activity Diagram metode <i>Potential Mobility</i>	19
Gambar 2.15. Agen keping hitam mengambil langkah $d2$, jumlah keping hitam yang bersinggungan dengan kotak kosong (kiri), jumlah keping putih yang bersinggungan dengan kotak kosong (kanan).	20
Gambar 2.16. Agen keping hitam mengambil langkah $f2$, jumlah keping hitam yang bersinggungan dengan kotak kosong (kiri), jumlah keping putih yang bersinggungan dengan kotak kosong (kanan)	20
Gambar 2.17. Agen keping hitam mengambil langkah $c3$, jumlah keping hitam yang bersinggungan dengan kotak kosong (kiri), jumlah keping putih yang bersinggungan dengan kotak kosong (kanan)	20

Gambar 2.18. Agen keping hitam mengambil langkah <i>e7</i> , jumlah keping hitam yang bersinggungan dengan kotak kosong (kiri), jumlah keping putih yang bersinggungan dengan kotak kosong (kanan)	21
Gambar 2.19. <i>Activity Diagram</i> metode CPM	23
Gambar 2.20. <i>Activity Diagram</i> metode <i>Mobility</i>	25
Gambar 2.21. Papan Othello dengan giliran agen keping hitam.....	27
Gambar 3.1. Diagram <i>Class</i> Sistem Permainan Othello	32
Gambar 3.2. <i>Flow chart</i> diagram metode <i>Roxanne</i>	33
Gambar 3.3. <i>Flow chart</i> diagram metode <i>Mobility</i>	34
Gambar 3.4. <i>Flow chart</i> diagram metode <i>Potential Mobility</i>	35
Gambar 3.5. <i>Flow chart</i> diagram metode <i>Critical Path Method</i>	36
Gambar 3.6. <i>Flow chart</i> diagram metode <i>Critical Path Method with Roxanne</i>	37
Gambar 3.7. Proses pencarian langkah legal 8 arah.....	39
Gambar 3.8. <i>Pseudo Code</i> pencarian langkah legal.....	40
Gambar 3.9. Langkah Legal Keping Hitam.....	40
Gambar 3.10. <i>Pseudo Code</i> Permainan Othello	41
Gambar 3.11. <i>Pseudo Code</i> proses balik keping	42
Gambar 3.12. <i>Pseudo Code</i> proses penghitungan jumlah keping.....	43
Gambar 3.13. <i>Pseudo Code</i> algoritma <i>Monte Carlo</i>	43
Gambar 3.14. <i>Pseudo Code</i> metode <i>Roxanne</i>	43
Gambar 3.15. <i>Pseudo Code</i> metode <i>Mobility</i>	44
Gambar 3.16. <i>Pseudo Code</i> metode <i>Potential Mobility</i>	45
Gambar 3.17. <i>Pseudo Code</i> metode <i>Critical Path Method</i>	45
Gambar 3.18. <i>Pseudo Code</i> metode <i>Critical Path Method with Roxanne</i>	46
Gambar 3.19. Tampilan rancangan antarmuka	46
Gambar 4.1. Proses mereset papan permainan.....	47
Gambar 4.2. Proses peletakan keping hitam (1) dan keping putih (2).....	48
Gambar 4.3. Proses inialisasi obyek pencarian 8 arah	48
Gambar 4.4. Proses penambahan langkah legal.....	49
Gambar 4.5. Proses pengecekan langkah legal	49
Gambar 4.6. Proses pemilihan metode dan koordinat langkah.....	50
Gambar 4.7. Proses penempatan keping	52
Gambar 4.8. Proses balik keping lawan.....	52
Gambar 4.9. Proses penghitungan jumlah keping.....	53

Gambar 4.10. <i>Interface</i> agen cerdas pada sistem.....	54
Gambar 4.11. Proses pemilihan langkah legal secara random.....	55
Gambar 4.12. Proses pembagian prioritas langkah legal metode <i>Roxanne</i>	56
Gambar 4.13. Proses pengecekan langkah legal dari prioritas tertinggi ke rendah	56
Gambar 4.14. Proses pencarian harga <i>Mobility</i> tiap langkah legal	58
Gambar 4.15. Proses penghitungan harga tiap langkah metode <i>Mobility</i>	58
Gambar 4.16. Proses penghitungan harga tertinggi metode <i>Mobility</i>	59
Gambar 4.17. Proses penghitungan harga tiap langkah metode <i>Potential Mobility</i>	60
Gambar 4.18. Proses penghitungan harga metode CPM.....	61
Gambar 4.19. Proses metode CPMR	62
Gambar 4.20. Tampilan antarmuka pengujian metode sebelum proses.....	63
Gambar 4.21. Tampilan antarmuka pengujian metode setelah proses.....	63
Gambar 4.22. Proses penghitungan waktu proses metode.....	64
Gambar 4.23. Grafik perbandingan kemenangan metode <i>Random</i> (Keping Hitam) dengan metode lain (Keping Putih).....	65
Gambar 4.24. Grafik perbandingan waktu metode <i>Random</i> (Keping Hitam) dengan metode lain (Keping Putih).....	66
Gambar 4.25. Grafik perbandingan kemenangan metode <i>Random</i> (Keping Hitam) dengan metode lain (Keping Putih).....	67
Gambar 4.26. Grafik perbandingan waktu metode <i>Random</i> (Keping Hitam) dengan metode lain (Keping Putih).....	67
Gambar 4.27. Grafik perbandingan kemenangan metode <i>Roxanne</i> (Keping Hitam) dengan metode lain (Keping Putih).....	68
Gambar 4.28. Grafik perbandingan waktu metode <i>Roxanne</i> (Keping Hitam) dengan metode lain (Keping Putih).....	69
Gambar 4.29. Grafik perbandingan kemenangan metode <i>Roxanne</i> (Keping Hitam) dengan metode lain (Keping Putih).....	70
Gambar 4.30. Grafik perbandingan waktu metode <i>Roxanne</i> (Keping Hitam) dengan metode lain (Keping Putih).....	70
Gambar 4.31. Grafik perbandingan kemenangan metode <i>Mobility</i> (Keping Hitam) dengan metode lain (Keping Putih).....	71
Gambar 4.32. Grafik perbandingan waktu metode <i>Mobility</i> (Keping Hitam) dengan metode lain (Keping Putih).....	72

Gambar 4.33. Grafik perbandingan kemenangan metode <i>Mobility</i> (Keping Hitam) dengan metode lain (Keping Putih).....	73
Gambar 4.34. Grafik perbandingan waktu metode <i>Mobility</i> (Keping Hitam) dengan metode lain (Keping Putih).....	73
Gambar 4.35. Grafik perbandingan kemenangan metode <i>Potential Mobility</i> (Keping Hitam) dengan metode lain (Keping Putih).....	74
Gambar 4.36. Grafik perbandingan waktu metode <i>Potential Mobility</i> (Keping Hitam) dengan metode lain (Keping Putih).....	75
Gambar 4.37. Grafik perbandingan kemenangan metode <i>Potential Mobility</i> (Keping Hitam) dengan metode lain (Keping Putih).....	76
Gambar 4.38. Grafik perbandingan waktu metode <i>Potential Mobility</i> (Keping Hitam) dengan metode lain (Keping Putih).....	76
Gambar 4.39. Grafik perbandingan kemenangan metode CPM (Keping Hitam) dengan metode lain (Keping Putih).....	77
Gambar 4.40. Grafik perbandingan waktu metode CPM (Keping Hitam) dengan metode lain (Keping Putih).....	78
Gambar 4.41. Grafik perbandingan kemenangan metode CPM (Keping Hitam) dengan metode lain (Keping Putih).....	79
Gambar 4.42. Grafik perbandingan waktu metode CPM (Keping Hitam) dengan metode lain (Keping Putih).....	79
Gambar 4.43. Grafik perbandingan kemenangan metode CPMR (Keping Hitam) dengan metode lain (Keping Putih).....	80
Gambar 4.44. Grafik perbandingan waktu metode CPMR (Keping Hitam) dengan metode lain (Keping Putih).....	81
Gambar 4.45. Grafik perbandingan kemenangan metode CPMR (Keping Hitam) dengan metode lain (Keping Putih).....	82
Gambar 4.46. Grafik perbandingan waktu metode CPMR (Keping Hitam) dengan metode lain (Keping Putih).....	82
Gambar 4.47. Baris kode import wajib implementasi algoritma baru.....	85
Gambar 4.48. Baris kode fungsi wajib implementasi algoritma baru.....	85
Gambar 4.49. Proses pembuatan <i>file</i> baru.....	86
Gambar 4.50. Proses penambahan <i>import</i>	86
Gambar 4.51. Proses pembuatan <i>class</i> dan import fungsi.....	87
Gambar 4.52. Proses pencarian langkah terbaik.....	88

Gambar 4.53. Proses pengambilan koordinat baris dan kolom.....	88
Gambar 4.54. Proses <i>compile</i> class baru.....	89
Gambar 4.55. Proses pembacaan <i>class</i> baru oleh sistem	89
Gambar 4.56. Proses permainan dengan mempergunakan class baru.....	90
Gambar 4.57. Tampilan awal antarmuka pada saat program dijalankan	90
Gambar 4.58. <i>Combo box</i> pemilihan metode dan <i>text box</i> delay sistem.....	91
Gambar 4.59. Keterangan tombol tampilan antarmuka	92
Gambar 4.60. Tampilan antarmuka setelah tombol New Game dipilih.....	93
Gambar 4.61. Tampilan antarmuka pada saat permainan berjalan	94
Gambar 4.62. Tampilan antarmuka pada saat kondisi berhenti sementara.....	94

©UKDW

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tabel nilai metode <i>Mobility</i>	17
Tabel 2.2. Tabel nilai metode <i>Mobility</i>	18
Tabel 2.3. Tabel nilai metode <i>Potential Mobility</i>	21
Tabel 2.4. Tabel nilai metode <i>Potential Mobility</i>	22
Tabel 2.5. Tabel nilai metode <i>Critical Path Method</i>	24
Tabel 3.1. Aturan Permainan Othello	29
Tabel 3.2. Kondisi Awal Papan Permainan dalam Array 2 Dimensi	38
Tabel 3.3. Array Pencarian 8 Arah	39
Tabel 4.1. Hasil pengujian agen metode <i>Random</i> sebagai keping hitam melawan Metode Lain	65
Tabel 4.2. Hasil pengujian agen metode <i>Random</i> sebagai keping putih melawan Metode Lain	66
Tabel 4.3. Hasil pengujian agen metode <i>Roxanne</i> sebagai keping hitam melawan Metode Lain	68
Tabel 4.4. Hasil pengujian agen metode <i>Roxanne</i> sebagai keping putih melawan Metode Lain	69
Tabel 4.5. Hasil pengujian agen metode <i>Mobility</i> sebagai keping hitam melawan Metode Lain	71
Tabel 4.6. Hasil pengujian agen metode <i>Mobility</i> sebagai keping putih melawan Metode Lain	72
Tabel 4.7. Hasil pengujian agen metode <i>Potential Mobility</i> sebagai keping hitam melawan Metode Lain	74
Tabel 4.8. Hasil pengujian agen metode <i>Potential Mobility</i> sebagai keping putih melawan Metode Lain	75
Tabel 4.9. Hasil pengujian agen metode CPM sebagai keping hitam melawan Metode Lain	77
Tabel 4.10. Hasil pengujian agen metode CPM sebagai keping putih melawan Metode Lain	78
Tabel 4.11. Hasil pengujian agen metode CPMR sebagai keping hitam melawan Metode Lain	80

Tabel 4.12. Hasil pengujian agen metode CPMR sebagai keping putih melawan Metode Lain	81
Tabel 4.13. Tabel klasemen harga antar metode keping hitam.....	83
Tabel 4.14. Tabel klasemen harga antar metode keping putih.....	83
Tabel 4.14. Tabel waktu metode.....	84

©UKDW

DAFTAR SINGKATAN

AI	= <i>Artificial Inteligence</i>
MC	= <i>Monte Carlo</i>
PM	= <i>Potential Mobility</i>
CPM	= <i>Critical Path Method</i>
CPMR	= <i>Critical Path Method with Roxanne</i>
ms	= <i>millisecond, satuan waktu</i>

©UKDW

INTISARI

IMPLEMENTASI 5 METODE ALGORITMA MONTE CARLO DALAM SIMULASI PERMAINAN OHELLO

Perkembangan teknologi telah mengarah pada Kecerdasan Buatan, banyak permainan termasuk permainan Othello memanfaatkan Kecerdasan Buatan dalam implementasinya. Terdapat banyak pengembangan algoritma dalam permainan Othello yang dapat membuat agen cerdas semakin lebih baik ataupun lebih buruk.

Dalam penelitian, suatu sistem dibangun untuk dapat melakukan permainan Othello. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisa tingkat kemenangan dan waktu proses dari tiap metode pengembangan algoritma *Monte Carlo*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 1000 sampel pada masing-masing metode. Metode yang dipergunakan antara lain metode *Random*, metode *Roxanne*, *Mobility*, *Potential Mobility*, *Critical Path Method* dan *Critical Path Method with Roxanne*.

Setelah melakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibangun, diperoleh kesimpulan bahwa pengembangan algoritma *Monte Carlo* tidak selalu memiliki hasil yang lebih baik. Metode *Roxanne* memiliki hasil yang jauh lebih baik dibandingkan dengan metode lainnya baik dari tingkat kemenangan antar metode maupun waktu proses yang diperlukan, sedangkan metode *Potential Mobility* memiliki hasil yang lebih buruk dari metode *Random*.

Kata Kunci : algoritma Monte Carlo, othello, permainan papan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan komputer dewasa ini telah banyak mengarah pada Kecerdasan Buatan atau *Artificial Intelligence* (AI). AI merupakan suatu cabang ilmu yang mempelajari tentang pembuatan suatu sistem cerdas yang dapat berpikir dan bertindak layaknya manusia berdasarkan suatu kondisi tertentu atas pengetahuan yang telah ditanamkan didalamnya. Telah banyak perangkat lunak maupun perangkat keras komputer yang diciptakan dengan memanfaatkan teknologi AI. Permainan-permainan komputer seperti catur, checker ataupun Othello telah memanfaatkan teknologi AI dalam implementasinya.

Othello atau bisa juga disebut Reversi merupakan suatu bentuk permainan yang dimainkan oleh 2 orang pemain diatas sebuah papan dengan motif kotak berukuran 8x8, menggunakan keping-keping berupa lingkaran berwarna hitam dan putih. Permainan ini dimainkan secara bergiliran dengan pemain yang memiliki keping hitam mengambil kesempatan pertama. Pemain bertugas mengubah keping lawan menjadi keping pemain dengan cara mengepung keping lawan. Apabila pemain tidak memiliki langkah, maka giliran pemain selesai. Permainan berakhir ketika kedua pemain tidak memiliki langkah atau pada saat papan telah terisi penuh oleh keping-keping. Pemain yang memiliki jumlah keping paling banyak yang memenangkan permainan ini.

Algoritma *Greedy*, *MiniMax*, dan *Alpha-Beta Prunning* merupakan algoritma yang telah banyak digunakan dalam aplikasi permainan Othello. Dalam pengembangannya, terdapat banyak algoritma lain yang dapat digunakan dalam pembuatan game Othello, seperti algoritma *Negascout* dan algoritma *Monte Carlo* (MC), Algoritma MC sendiri memiliki beberapa metode dalam penerapannya pada permainan Othello, seperti metode *Random*, metode *Roxanne*, metode *Mobility*, metode *Potential Mobility* (Pot. Mob.), metode *Critical Path Method*

(CPM), metode *Critical Path Method with Roxanne* (CPMR), metode *Tree Search*. Dalam penelitian ini, penulis akan mencoba mengimplementasikan beberapa metode dalam algoritma MC pada permainan Othello secara dinamis. *User* dapat menentukan metode yang dipergunakan pada tiap langkah yang akan diambil oleh AI. *User* dapat menambahkan metode MC atau algoritma lain dalam sistem permainan. Penulis akan menguji tingkat probabilitas kemenangan antar metode yang digunakan dalam penelitian dengan pengujian seratus kali.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dari penulisan tugas akhir ini, maka disusunlah rumusan masalah yang menjadi titik fokus penelitian ini. Adapun masalah yang akan dibahas dalam laporan ini antara lain:

1. Bagaimana menerapkan Algoritma *Monte Carlo* dengan metode *Random*, metode *Roxanne*, metode *Mobility*, metode *Potential Mobility*, metode *Critical Path Method* dan metode *Critical Path Method with Roxanne* dalam permainan Othello secara dinamis?
2. Seberapa besar probabilitas kemenangan pada tiap metode melawan metode lain dalam algoritma MC pada percobaan seribu kali permainan?

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, penulis menetapkan beberapa parameter sebagai batasan masalah dalam sistem. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pencarian metode terbaik dari sisi kemenangan maupun waktu proses dilakukan pada percobaan dua ribu kali permainan antara suatu metode dengan metode lain yang terbagi atas seribu kali permainan metode sebagai keping hitam dan seribu kali permainan metode sebagai keping putih.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan utama daripada penelitian ini adalah untuk menentukan metode terbaik dari sisi jumlah kemenangan maupun waktu proses dari keseluruhan metode yang diuji. Percobaan akan dilakukan terhadap 2000 sampel yang terbagi atas 1000 sampel metode sebagai keping hitam dan 1000 sampel metode sebagai keping putih.

1.5. Metode Penelitian

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

1.5.1. Studi Literatur

Metode ini merupakan langkah awal untuk memulai penelitian. Metode ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi sebanyak mungkin tentang permainan Othello dan metode yang dipakai dalam algoritma MC beserta dengan segala pengetahuan yang mendukung dari berbagai sumber literatur seperti buku, *e-book*, jurnal dan lain sebagainya.

1.5.2. Pembuatan Program

Didalam pembuatan program, penulis menggunakan *Extreme Programming Model (XP)*, yang merupakan model pengembangan sistem dengan menggunakan empat aktifitas, yaitu *Planning*, *Design*, *Coding* dan *Testing*.

1. *Planning* dilakukan dengan perencanaan fitur-fitur dan fungsionalitas aplikasi Othello yang akan dibuat. Fitur-fitur dan fungsionalitas ini akan dibagi menjadi beberapa grup sesuai dengan pentingnya fitur dan fungsionalitas fitur tersebut, fitur yang paling penting akan dikerjakan pertama kali.

2. Aktifitas *Design* dilakukan dengan merancang setiap *class* yang akan dipakai oleh sistem. Pada penelitian ini akan digunakan *class* yang mendukung Pemrograman Berorientasi Objek.
3. *Coding* merupakan tahap penulisan aplikasi permainan Othello berdasarkan fitur-fitur dan fungsionalitas dari tahap *Planning* ke dalam *class* pada aktifitas *Design*. *Coding* juga meliputi penggabungan grup yang telah dipisah pada proses *Planning* menjadi satu kesatuan.
4. *Testing* dilakukan apabila terdapat perubahan dalam aplikasi. Kepuasan dari aplikasi yang dihasilkan sendiri adalah menurut standar penulis.

1.5.3. Evaluasi

Langkah terakhir adalah mengevaluasi sistem yang sudah dibangun. Penulis akan menentukan tingkat probabilitas kemenangan setiap metode dalam algoritma *Monte Carlo* dengan cara mengadu satu *agen* yang menggunakan suatu metode dengan *agen* yang menggunakan metode lainnya. Sampel yang digunakan pada tiap *agen* melawan *agen* lainnya adalah 2000 sampel yang terbagi atas 1000 sampel metode sebagai keping hitam dan 1000 sampel metode sebagai keping putih. Diharapkan akan diperoleh metode yang paling optimal dari seluruh metode yang menjadi bahan penelitian setelah penulis melakukan pengujian terhadap sample.

1.6. Sistematika Penulisan

Bab 1 Pendahuluan. Bab 1 berisi mengenai penjelasan mengenai alasan mengapa penelitian dilakukan beserta gambaran awal langkah-langkah yang akan diambil dalam pembuatan sistem.

Bab 2 Tinjauan Pustaka. Bab 2 berisi mengenai jurnal penelitian

maupun literatur yang berkaitan dengan sistem yang akan dibangun.

Bab 3 Analisis dan Perancangan Sistem. Bab 3 terdiri dari beberapa sub bab yang digunakan dalam perancangan sistem, antara lain spesifikasi sistem, algoritma dalam membangun sistem, rancangan antarmuka sistem.

Bab 4 Implementasi dan Analisis Sistem. Bab 4 berisi mengenai penjelasan aplikasi yang telah dibuat sesuai dengan rancangan aplikasi pada bab tiga beserta *pseudo code* yang digunakan dalam sistem. Bab empat juga berisi pengujian terhadap sistem sesuai dengan rumusan masalah pada bab satu.

Bab 5 Kesimpulan dan Saran. Bab 5 berisi mengenai penjelasan kesimpulan dalam pembuatan program dan hasil daripada penelitian yang dilakukan. Bab lima juga berisi saran apabila terdapat pengembangan terhadap penelitian yang dilakukan.



BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan analisis sistem, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Algoritma *Monte Carlo* dengan metode *Roxanne*, metode *Mobility*, metode *Potential Mobility*, metode *Critical Path Method* dan metode *Critical Path Method with Roxanne* dapat diterapkan dengan baik di dalam sistem. Sistem mempergunakan pemograman berbasis objek dan menerapkan *interface* sehingga dapat menerima algoritma lain di luar sistem yang berlaku.
2. Dengan menggunakan sistem klasemen berupa penerapan bobot yang terbagi atas 3 tipe, menang (poin 3), kalah (poin 0) dan seri (poin 1), algoritma *Monte Carlo* metode *Roxanne* merupakan metode terbaik yang dapat diterapkan pada permainan *Othello* dengan presentase kemenangan sebesar 14209 poin (metode sebagai keping hitam) dan 13895 poin (metode sebagai keping putih), diikuti oleh metode *Critical Path Method with Roxanne* (10627 poin keping hitam; 10739 poin keping putih), metode *Mobility* (9013 poin keping hitam; 9159 poin keping putih), metode *Critical Path Method* (8059 poin keping hitam; 8272 poin keping putih), metode *Random* (6074 poin keping hitam; 6147 poin keping putih), dan metode *Potential Mobility* (5516 poin keping hitam; 6780 poin keping putih).
3. Metode *Random* membutuhkan waktu proses paling sedikit, dan terbaik diantara 5 metode yang dipergunakan dengan rata-rata 231,00 ms dalam proses pengujian 1000 sampel, diikuti oleh metode *Roxanne* (290,83 ms), metode *Potential Mobility* (573,42 ms), metode *Critical Path Method* (926,58 ms), metode *Critical Path Method with Roxanne* (988,33 ms), dan metode *Mobility* (1625,67 ms).

4. Melihat kesimpulan poin a dan b, metode *Roxanne* merupakan metode terbaik dari sisi tingkat kemenangan dengan waktu proses paling sedikit.

5.2. Saran

Untuk kepentingan pemanfaatan serta pengembangan lebih lanjut terhadap sistem ini, dapat mempertimbangkan saran-saran sebagai berikut:

- a. Menambah fasilitas forward dan rewind agar sistem dapat melakukan pengulangan terhadap langkah yang telah diambil.
- b. Melakukan penambahan fungsi Reflection agar sistem dapat menerima setiap constructor di dalam suatu class sistem sebagai suatu class baru yang dapat dipergunakan untuk menguji agen.
- c. Melakukan pengujian metode yang tersedia dalam sistem dengan algoritma Monte Carlo metode UCB/UCT, metode Tree Search, maupun metode lain hasil pengembangan dari algoritma Monte Carlo.

©UKYDIN

DAFTAR PUSTAKA

- Archer, R. (2007). Analysis of Monte Carlo Techniques in Othello. Diakses 19 Mei 2013 dari <http://undergraduate.csse.uwa.edu.au/year4/Current/Students/Files/2007/RyanArcher/CorrectedDissertation.pdf>
- Buro, M. An Evaluation Function for Othello Based on Statistics. Princeton:NEC Research Institute. Diakses 19 Mei 2013 dari <http://skatgame.net/mburo/ps/evalfunc.pdf>
- Fan, J. (1996). Black Art of Java Game Programming. Sams, Macmillan Computer Publishing. Diakses 22 September 2013 dari <http://www.cin.ufpe.br/~mwsa/arquivos/Black%20Art%20of%20Java%20Game%20Programmig.pdf>
- Hingston, P. & Masek, M. Experiments with Monte Carlo Othello. IEEE. Diakses 19 Mei 2013 dari ro.ecu.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=5969&context=ecuworks
- Kalos, M.H. & Whitlock, P.A. (2008). Monte Carlo Methods Second Edition. New York:WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. Diakses 17 September 2013 dari <http://phyusdb.files.wordpress.com/2013/03/monte-carlo-methods-second-revised-and-enlarged-edition.pdf>
- Liung, R. (2012). *Implementasi Algoritma Negascout Dalam Permainan othello*. (Undergraduate thesis, Duta Wacana Christian University, 2012). Diakses 19 Mei 2013 dari <http://sinta.ukdw.ac.id>
- Nielsen, J.L. (2009). Reversi in Java. Diakses 23 September 2013 dari <http://www.jonnielsen.net/downloads/Reversi%20in%20Java.pdf>