

TESIS

**OPTIMISASI ALGORITMA A* PADA LINGKUNGAN
BERBASIS HEXAGON MENGGUNAKAN PARALLEL
BIDIRECTIONAL SEARCH**



PRATYAKSA OCSA NUGRAHA SAIAN
No Mhs.: 155302328/PS/MTF


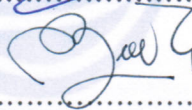
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
2016



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA

PENGESAHAN TESIS

Nama : Pratyaksa Ocsa Nugraha Saian
Nomor Mahasiswa : 155302328/PS/MTF
Konsentrasi : Mobile Computing
Judul Tesis : OPTIMISASI ALGORITMA A* PADA LINGKUNGAN BERBASIS HEXAGON MENGGUNAKAN PARALLEL BIDIRECTIONAL SEARCH

Nama Pembimbing	Tanggal	Tanda Tangan
Prof. Ir. Suyoto, M.Sc., Ph.D.	19-10-2016	
Dr. Pranowo, S.T., M.T.	19-10-2016	



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA

PENGESAHAN TESIS

Nama : Pratyaksa Ocsa Nugraha Saian
Nomor Mahasiswa : 155302328/PS/MTF
Konsentrasi : Mobile Computing
Judul Tesis : OPTIMISASI ALGORITMA A* PADA LINGKUNGAN BERBASIS HEXAGON MENGGUNAKAN PARALLEL BIDIRECTIONAL SEARCH

Nama Penguji	Tanggal	Tanda Tangan
Prof. Ir. Suyoto, M.Sc., Ph.D. (Ketua)	25-10-2016	
Dr. Pranowo, S.T., M.T. (Sekretaris)	25-10-2016	
Dr. Ir. Alb. Joko Santoso, M.T. (Anggota)	25-10-2016	



Ketua Program Studi
Prof. Ir. Suyoto, M.Sc., Ph.D.



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Saya yang bertanda-tangan di bawah ini,

Nama : Pratyaksa Ocsa Nugraha Saian
Nomor Mahasiswa : 155302328/PS/MTF
Konsentrasi : Mobile Computing
Judul Tesis : OPTIMISASI ALGORITMA A* PADA
LINGKUNGAN BERBASIS HEXAGON
MENGUNAKAN PARALLEL
BIDIRECTIONAL SEARCH

Menyatakan bahwa penelitian ini adalah hasil pemikiran sendiri dan bukan duplikasi karya tulis yang telah ada sebelumnya. Karya tulis yang telah ada sebelumnya dijadikan acuan oleh penulis guna melengkapi penelitian ini dan dinyatakan secara tertulis dalam penulisan acuan dan daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 22 Oktober 2016
Yang menyatakan,

Pratyaksa Ocsa Nugraha Saian

INTISARI

Pencarian jalur terpendek merupakan sebuah masalah klasik pada bidang teknologi informasi, khususnya dalam bidang game. Dalam sebuah game, algoritma pencarian jalur terpendek sering diimplementasikan pada Non-Playable Character (NPC). Salah satu algoritma pencarian jalur terpendek yang sering digunakan di bidang game adalah algoritma A. Kemampuan A* dalam menemukan jalur, ditambah dengan kemampuan Central Processing Unit (CPU) saat ini, yang memungkinkan untuk mengolah data secara paralel dimanfaatkan untuk melakukan optimisasi pada algoritma A*. Penelitian ini akan menjelaskan bagaimana melakukan optimisasi pada algoritma A* menggunakan Parallel Bidirectional Search (PBS) pada hexagon-based environment.*

Penelitian dilakukan melalui tiga tahapan utama, yaitu studi pustaka dan studi tentang pembuatan aplikasi, pembuatan dan pengujian aplikasi, dan penulisan laporan. Pada tahapan pembuatan aplikasi dapat dibagi lagi menjadi tiga tahap, yaitu pembuatan labirin dengan hexagon-based environment, penerapan algoritma A pada labirin yang telah dibuat, dan penerapan PBS pada algoritma A*.*

Hasil dari penelitian ini adalah diterapkannya PBS pada algoritma A mampu mempercepat waktu eksekusi pencarian jalur terpendek. PBSA* akan memiliki waktu eksekusi yang lebih kecil dibandingkan dengan algoritma A* itu sendiri.*

Kata Kunci: Jalur terpendek, A*, Parallel Bidirectional Search

ABSTRAK

Shortest path finding is one of the most classic problem in information technology and already being used in many live aspects, one of them is in gaming industry. In one game, shortest path algorithm often found in a Non-Playable Character (NPC). A is one of the famous shortest path finding algorithm. Central Processing Unit (CPU) capability this day makes it is possible to run several processes at the same time. It creates a possibility to use a CPU capability in shortest path algorithm to optimize the path finding process. This research will use the concept of Parallel Bidirectional Search (PBS) for A* algorithm in hexagon-based environment.*

This research will be divided into three steps. First step is literature study and code review. Second step is creating and testing process, and the third is writing a report. The second step can be divided into several steps, which are creating a hexagon-based environment, implement A algorithm, and the last one is implement PBSA* algorithm.*

The result of this research is PBSA able to accelerate the execution time in finding shortest path compared to basic A* in hexagon-based environment.*

Keyword: Shortest path, A*, Parallel Bidirectional Search

KATA PENGANTAR

Pertama, penulis ingin menaikkan puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala berkat dan rahmat-Nya sehingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Penulis mengucapkan begitu banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu proses penulisan tesis ini, terkhusus kepada:

1. Ketua Program Studi Magister Teknik Informatika, Bapak Prof. Ir. Suyoto, M.Sc., Ph.D. sekaligus Pembimbing I penulis yang telah memberikan pengetahuan serta dengan sabar membimbing proses penulisan tesis ini dari awal hingga akhir.
2. Bapak Dr. Pranowo, S.T., MT. selaku Pembimbing II penulis yang tidak henti-hentinya memberikan semangat serta berbagai ilmu pengetahuannya, terkhusus pada ilmu *parallel process*.
3. Ibu Ni Made Listuwati yang menjadi sosok ibu yang tak pernah berhenti berdoa dan memberikan semangat ketika penulis dalam banyak masalah.
4. Yohana Putri Andianti, yang tak henti-hentinya mengingatkan untuk menyelesaikan proses penulisan tesis ini.
5. Adik penulis, Ovan yang selalu meluangkan waktunya untuk bertukar ide-ide penelitian dan memberikan motivasi yang sangat membantu penulis.
6. Saudara-saudara di Bali yang selalu mendoakan dan mendukung penulis baik secara materiil maupun moril.
7. Teman-teman di kantor Gameloft yang selalu menjadi *backup* ketika saya menyelesaikan proses perkuliahan.
8. Teman-teman seangkatan yang telah berjuang bersama-sama dalam menyelesaikan proses perkuliahan di Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
9. Semua orang yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu juga telah banyak membantu secara langsung maupun tidak langsung.

Seperti kata pepatah, “tak ada gading yang tak retak” begitu juga dengan tesis ini. Penulis menyadari begitu banyak kekurangan dalam penulisan tesis ini, untuk itu penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya. Penulis juga dengan sepuh hati dan berlapang dada menerima saran dan kritik dari para pembaca.

Yogyakarta, 22 Oktober 2016
Penulis,

Pratyaksa Ocsa Nugraha Saian

DAFTAR ISI

PENGESAHAN TESIS	i
PENGESAHAN TESIS	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	iii
KATA PENGANTAR	iv
INTISARI.....	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Keaslian Penelitian.....	3
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat Penelitian	4
G. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Penelitian Terdahulu	7
B. Model Penelitian	11
BAB III LANDASAN TEORI.....	12
A. <i>Hexagon-Based Environment</i>	12
B. Algoritma A*	15
C. <i>Parallel Bidirectional Search</i>	17
D. <i>Compute Unified Device Architecture</i>	19
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	20
A. Alat dan Bahan Penelitian.....	20
B. Tahapan Penelitian	21
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	24
A. Pembuatan <i>Hexagon-Based Environment</i>	24
B. Menentukan Node Awal dan Node Akhir.....	28
C. Implementasi Algoritma A* dan PBSA*	29
D. Implementasi Algoritma PBSA* dengan CUDA.....	35
E. Mencatat Waktu Eksekusi.....	42
F. Hasil Penelitian	44
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	57
A. Kesimpulan	57
B. Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 <i>Center-based</i> (kiri) dan <i>Corner-based</i> (kanan) grid environment	12
Gambar 2 Kemungkinan pergerakan NPC pada lingkungan berbasis tabel (diarsir)	13
Gambar 3 Perbandingan pergerakan <i>hexagon-based</i> (kiri) dan <i>grid-based</i> (kanan) <i>environment</i>	14
Gambar 4 “Pointy at top” dan “Pointy at side” hexagon	14
Gambar 5 Pseudocode A*	16
Gambar 6 Perbedaan pencarian jalur klasik dengan PBS	17
Gambar 7 Tahapan penelitian	21
Gambar 8 Konsep labirin yang akan dibuat.....	24
Gambar 9 Kelas node yang merupakan hexagon dalam labirin.....	25
Gambar 10 Implementasi Pembuatan Labirin dalam Kode Program	27
Gambar 11 Kode program algoritma A* (bagian awal).....	30
Gambar 12 Kode program algoritma A* (bagian akhir).....	32
Gambar 13 Kode program perhitungan jarak Euclidean.....	33
Gambar 14 Pseudocode Algoritma PBSA*	34
Gambar 15 Gambaran Umum Block dan Thread dalam GPU.....	36
Gambar 16 Contoh kode program permintaan Thread dan Block	37
Gambar 17 Proses pengiriman data dari CPU ke GPU.....	40
Gambar 18 Proses pengiriman data dari GPU ke CPU.....	41
Gambar 19 Pengambilan waktu eksekusi pada .NET	43
Gambar 20 Pengambilan waktu eksekusi pada CTIME	43
Gambar 21 Diagram perbandingan proses paralel GPU dengan serial CPU	55

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Perbandingan penelitian terdahulu.....	10
Tabel 2 Rangkuman kasus yang akan diujikan.....	45
Tabel 3 Hasil Pengujian Algoritma A*.....	47
Tabel 4 Hasil Pengujian Algoritma PBSA*.....	48
Tabel 5 Perbandingan Waktu Eksekusi A* dan PBSA*.....	48
Tabel 6 Hasil pengujian aplikasi menggunakan CUDA.....	49
Tabel 7 Perbandingan waktu eksekusi CPU dan GPU.....	50
Tabel 8 Hasil pengujian paralel GPU.....	52
Tabel 9 Perbandingan waktu eksekusi serial CPU dengan paralel GPU.....	53
Tabel 10 Hasil pengujian proses paralel pada CPU dan GPU.....	54