

**SIMULASI JALUR ALGORITMA ANNOTATED A STAR
PADA GRID DINAMIS**

Skripsi



oleh
AGUNG PRASETYO SAKTI
22094699

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2017

**SIMULASI JALUR ALGORITMA ANNOTATED A STAR
PADA GRID DINAMIS**

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

AGUNG PRASETYO SAKTI
22094699

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2017

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

SIMULASI JALUR ALGORITMA ANNOTATED A STAR PADA GRID DINAMIS

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 kesarjanaan 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 kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 11 Januari 2017




AGUNG PRASETYO SAKTI

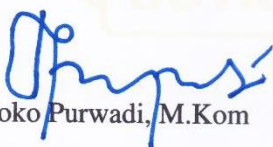
22094699

HALAMAN PERSETUJUAN


Judul Skripsi : SIMULASI JALUR ALGORITMA ANNOTATED A
STAR PADA GRID DINAMIS
Nama Mahasiswa : AGUNG PRASETYO SAKTI
N I M : 22094699
Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)
Kode : TIW276
Semester : Gasal
Tahun Akademik : 2016/2017

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 11 Januari 2017

Dosen Pembimbing I


Joko Purwadi, M.Kom

Dosen Pembimbing II


Antonius Rachmat C., S.Kom.,M.Cs.

HALAMAN PENGESAHAN

SIMULASI JALUR ALGORITMA ANNOTATED A STAR PADA GRID DINAMIS

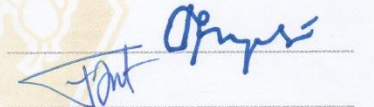


Oleh: AGUNG PRASETYO SAKTI / 22094699

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 Desember 2016

Yogyakarta, 11 Januari 2017
Mengesahkan,


Dewan Penguji:

1. Joko Purwadi, M.Kom
2. Antonius Rachmat C., S.Kom.,M.Cs.
3. Sri Suwarno, Dr. Ir. M.Eng.
4. Aditya Wikan Mahastama, S.Kom., M.Cs.


Dekan

(Budi Susanto, S.Kom., M.T.)

Ketua Program Studi

(Gloria Virginia, Ph.D.)

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji Syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah memberikan berkatnya sehingga penulis bisa menyelesaikan penelitian. Dukungan Bapak, Ibu serta keluarga dirumah dan Monika Juventiana beserta keluarga. Bimbingan dari Pak Joko Purwadi dan Pak Antonius Rachmat yang membantu dari awal hingga akhir penelitian tanpa lelah memberi, bimbingan, bantuan, dan pengampunan. Teman-teman perpustakaan dan sahabat-sahabat yang selalu mendukung ,dan semua pihak yang telah mendukung saya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu

INTISARI

Salah satu tujuan Algoritma A* dikembangkan adalah untuk mencari jalur terpendek dari suatu titik menuju titik tertentu atau lokasi tertentu. A* merupakan algoritma umum digunakan dalam mengatasi problem pencarian jalur. Namun untuk problem pencarian jalur yang membutuhkan analisis ruang misalnya seperti pencarian jalur untuk lewat sebuah alat berat akan berbeda jalurnya dengan jalur pejalan kaki. Sebuah jalur yang bisa dilalui pejalan kaki belum tentu bisa dilewati alat berat. Dalam militer jalur kendaraan amfibi belum tentu bisa dilewati pasukan infanteri. Dari problem ini dikembangkan Algoritma Annotated A Star (AA*) yang merupakan pengembangan lebih lanjut dari algoritma A*. Dengan menambahkan parameter *size* dan *capability* pada A* untuk melakukan proses clearance atau pengecekan ruang bebas untuk disesuaikan ukuran sebuah unit dan capabilitynya.

Pada kesempatan ini penulis menerapkan algoritma Annotated A Star pada sistem simulasi berbasis web untuk menguji performa Algoritma Annotated A Star pada grid dinamis. Pengujian dilakukan dalam 4 peta dengan 2 macam ukuran unit 1x1 grid dan 2x2 grid, serta dalam 3 macam capability yaitu water, ground, dan water+ground.

Dari hasil pengujian Simulasi algoritma AA* disimpulkan bahwa penggunaan nilai clearance membantu proses pencarian jalur untuk meminimalkan node yang dikunjungi sebesar 24.33% sehingga waktu pencarian yang dibutuhkan bisa berkurang sebesar 24.81%.

Keyword : Annotated, A*, clearance

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
INTISARI	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Metode Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1 Algoritma A*	7
2.2.2 Clearance Value.....	8
2.2.3 Algoritma Annotated A*	11
2.2.4 jQuery Mobile Frame Work	12

BAB 3	14
PERANCANGAN SISTEM	14
3.1 Spesifikasi sistem	14
3.2 Penggunaan bahasa pemrograman	14
3.3 Perangkat keras	14
3.4 Perangkat lunak	15
3.5 Use Case Diagram	16
3.6 Use Case Text.....	16
3.7 Algoritma dan Flowchart.....	17
3.7.1 Algoritma Sistem	17
3.7.2 Flowchart Sistem	19
3.7.3 Algoritma Annotated A Star.....	20
3.7.4 Flowchart Algoritma Annotated A Star.....	21
3.8 Perancangan Struktur Data.....	22
3.9 Rancangan Antar Muka Aplikasi	24
3.10 Simulasi Algoritma	27
3.11 Rancangan Pengujian	27
BAB 4	30
IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM.....	30
4.1 Implementasi Sistem Simulasi AA*	30
4.2 Pengujian Sistem	32
4.3 Analisis Hasil Pengujian	37
BAB 5	42
KESIMPULAN DAN SARAN.....	42
5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Estimasi Jarak Terpendek	7
Gambar 2. 2 A* Pseudocode.....	8
Gambar 2. 3 Perhitungan Clearance Value.....	9
Gambar 2. 4 Tile Awal.....	9
Gambar 2. 5 Tile ekspansi 1	9
Gambar 2. 6 Tile ekspansi 2	10
Gambar 2. 7 Tile ekspansi 3 stop	10
Gambar 2. 8 (a) Clearance Capability Ground, (b) Clearance Capability Water, (c) Clearance Capability Water+Ground.....	10
Gambar 2. 9 Contoh gambaran ruang bebas dari tile.....	11
Gambar 2. 10 AA* Pseudocode.....	12
Gambar 2. 11 Contoh penggunaan jQuery Mobile.....	13
Gambar 3. 1 Use Case Diagram Sistem Simulasi AA*	16
Gambar 3. 2 Flowchart Sistem Simulasi.....	19
Gambar 3. 3 Flowchart Algoritma AA*	21
Gambar 3. 4 Class dalam sistem simulasi AA*	22
Gambar 3. 5 Halaman Utama.....	25
Gambar 3. 6 Pop Up Menu Pilihan.....	26
Gambar 3. 7 Halaman Simulasi	27
Gambar 4. 1 Halaman Home.....	30
Gambar 4. 2 Pop up Menu Pilihan.....	31
Gambar 4. 3 Halaman Simulasi	32
Gambar 4. 4 Map 1	35
Gambar 4. 5 Map 2	35
Gambar 4. 6 Map 3	35
Gambar 4. 7 Map 4	35
Gambar 4. 8 Rata-rata waktu proses pencarian.....	37
Gambar 4. 9 Rata-rata jumlah node jalur.....	38
Gambar 4. 10 Rata-rata jumlah node yang dikunjungi	39

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Use Case Text Simulasi Algoritma.....	16
Tabel 3. 2 Data dan Atribut.....	22
Tabel 3. 3 Fungsi Utama.....	23
Tabel 3. 4 Rencana Pengujian Tiap Map	29
Table 4. 1 Hasil Pengujian AA* pada Map 1	33
Table 4. 2 Hasil Pengujian AA* pada Map 2	33
Table 4. 3 Hasil Pengujian AA* pada Map 3	34
Table 4. 4 Hasil Pengujian AA* pada Map 4	34
Table 4. 5 Rata-rata nilai hasil pengujian	36
Table 4. 6 Selisih rata-rata waktu unit(1x1)-unit(2x2) dan selisih rata-rata jumlah node yang dikunjungi unit(1x1)-unit(2x2).....	40

INTISARI

Salah satu tujuan Algoritma A* dikembangkan adalah untuk mencari jalur terpendek dari suatu titik menuju titik tertentu atau lokasi tertentu. A* merupakan algoritma umum digunakan dalam mengatasi problem pencarian jalur. Namun untuk problem pencarian jalur yang membutuhkan analisis ruang misalnya seperti pencarian jalur untuk lewat sebuah alat berat akan berbeda jalurnya dengan jalur pejalan kaki. Sebuah jalur yang bisa dilalui pejalan kaki belum tentu bisa dilewati alat berat. Dalam militer jalur kendaraan amfibi belum tentu bisa dilewati pasukan infanteri. Dari problem ini dikembangkan Algoritma Annotated A Star (AA*) yang merupakan pengembangan lebih lanjut dari algoritma A*. Dengan menambahkan parameter *size* dan *capability* pada A* untuk melakukan proses clearance atau pengecekan ruang bebas untuk disesuaikan ukuran sebuah unit dan capabilitynya.

Pada kesempatan ini penulis menerapkan algoritma Annotated A Star pada sistem simulasi berbasis web untuk menguji performa Algoritma Annotated A Star pada grid dinamis. Pengujian dilakukan dalam 4 peta dengan 2 macam ukuran unit 1x1 grid dan 2x2 grid, serta dalam 3 macam capability yaitu water, ground, dan water+ground.

Dari hasil pengujian Simulasi algoritma AA* disimpulkan bahwa penggunaan nilai clearance membantu proses pencarian jalur untuk meminimalkan node yang dikunjungi sebesar 24.33% sehingga waktu pencarian yang dibutuhkan bisa berkurang sebesar 24.81%.

Keyword : Annotated, A*, clearance

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pencarian jalur adalah problem yang banyak terjadi pada kehidupan sehari-hari, misalnya mencari jalan paling memungkinkan dan efektif menuju tempat tertentu. Banyak diterapkan dalam game computer dan sistem informasi geografis. Algoritma pencarian jalur yang sering digunakan adalah algoritma A*. A* adalah algoritma yang umum digunakan dalam proses pencarian jalur, menggunakan fungsi heuristik untuk mendapatkan estimasi jarak terbaik antara titik awal menuju titik tujuan dalam proses pencariannya.

Dalam pencarian jalur ada kondisi tertentu yang membutuhkan perhatian khusus. Contohnya saat berkendara dan melihat peta, informasi dalam peta memperlihatkan bahwa kita bisa berkendara dari tempat A ke tempat B melalui sebuah jalur ,tapi setelah kita berjalan sesuai jalur tersebut ternyata jalan tidak cukup dilewati kendaraan. Sehingga dibutuhkan analisis ruang untuk mengetahui apakah suatu jalan bisa dilalui dengan ukuran kendaraan tertentu. Titik awal dan akhir yang sama, dengan ukuran kendaran yang berbeda akan membutuhkan waktu tempuh dan jalur yang berbeda pula. Seperti motor dengan mobil, memiliki kemampuan melintasi jalan yang berbeda karena perbedaan ukuran badan. Motor masih memungkinkan untuk masuk dalam sebuah gang, tapi mobil tidak bisa masuk. Dan contoh lain pasukan infanteri akan memiliki jalur yang berbeda dengan tank, dan berbeda pula dengan kendaraan tempur amfibi yang bisa melintasi permukaan darat dan air. A* pada umumnya tidak melakukan proses analisis ruang dan capability. Dan algoritma Annotated A* dibuat untuk mengatasi problem seperti pada contoh.

Annotated A* merupakan pengembangan dari algoritma A* dengan tambahan parameter size dan capability untuk mengakomodasi pencarian jalur sesuai informasi

size dan capability sebuah unit dari titik start ke titik end. Parameter ini berguna untuk menganalisis ruang yang tersedia sesuai ukuran size dan capability sebuah unit agar jalur yang ditemukan tidak hanya jalur yang terpendek tetapi juga bisa dilintasi sesuai kondisi unit. Algoritma ini pertama kali diperkenalkan oleh Daniel Harabor dan Adi Botea (Harabor & Botea, 2008).

Penulis mencoba menguji performa algoritma AA* dengan membuat sistem simulasi AA* pada grid dinamis. Grid Dinamis dibuat dalam bentuk 4 peta yang didalamnya akan terdapat 3 macam capability dan 2 ukuran titik. Sistem simulasi AA* dibuat berbasis web. Pengujian dilakukan pada 4 peta tersebut dalam jarak titik start dan titik end yang terbagi atas jarak dekat, sedang, dan jauh.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan diatas maka dirancang sebuah simulasi untuk melihat cara kerja dari algoritma AA*. Secara garis besar masalah dirumuskan sebagai berikut.

- a. Bagaimana mengembangkan Simulasi algoritma AA* berbasis web ?
- b. Bagaimana performa algoritma AA* dalam simulasi grid dinamis ?.

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini penulis memberikan batasan pada Sistem yang dibuat dengan batasan masalah yaitu :

- a. Simulasi AA* dibuat dalam aplikasi web browser.
- b. Map terdiri dari 4 macam peta grid.
- c. Ukuran node yang dipakai hanya 2 jenis , 1x1 dan 2x2 grid.
- d. Capability atau jenis kemampuan melintasi medan yang dipakai ada 3 tipe.
Water, Ground, Water+Ground.

1.4 Tujuan Penelitian

Mempelajari dan menganalisis performa dari algoritma Annotated A* dengan mengimplementasikan AA* dalam sistem simulasi.

1.5 Metode Penelitian

Beberapa metode penelitian yang digunakan penulis adalah sebagai berikut.

a. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari teori-teori melalui buku, jurnal, dan artikel yang berkaitan dengan algoritma Annotated A*, bahasa pemrograman HTML, CSS, dan Javascript dan metode lain sebagai acuan.

b. Perancangan Sistem

Perancangan sistem mengacu pada tujuan penelitian dan landasan teori yang telah dipelajari pada tahap studi pustaka. Perancangan sistem meliputi perencanaan kebutuhan sistem, pembuatan flowchart, pembuatan komponen visual sistem dan pembuatan pseudocode algoritma AA*.

c. Implementasi dan Testing

Penerapan dari sistem yang sudah dirancang pada tahap perancangan dalam bentuk aplikasi simulasi algoritma AA* berbasis web dan dilakukan pengujian kemampuan algoritma pada peta grid dinamis. Pengujian dilakukan dalam 4 peta, 2 macam ukuran node, 3 tipe capability dari posisi start-end yang berbeda.

d. Analisis dan Evaluasi

Pencatatan kemampuan algoritma pada tiap kondisi pengujian dari tahap Implementasi dan Testing. Kemudian dilakukan Analisis dari hasil testing tiap kondisi pengujian dalam simulasi algoritma untuk menilai performa AA*.

e. Konsultasi

Bimbingan secara komprehensif dan menyeluruh dari dosen pembimbing dari tahap studi pustaka hingga tahap analisis dan evaluasi.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan penelitian ini terdiri dari 5 bab. Bab 1 Pendahuluan, Bab 2 Tinjauan Pustaka, Bab 3 Perancangan Sistem, Bab 4 Analisis dan Pengujian Sistem, Bab 5 Kesimpulan dan Saran.

Bab 1 PENDAHULUAN, yang berisi gambaran umum penelitian yang dilakukan. Pendahuluan terdiri dari beberapa sub-bab, yaitu Latar Belakang, Perumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Metode Penelitian dan Sistematika Penulisan.

Bab 2 TINJAUAN PUSTAKA, yang berisi Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori. Tinjauan Pustaka berisi tentang penelitian-penelitian yang berhubungan dengan penelitian ini. Landasan Teori berisi tentang teori-teori yang berhubungan dengan metode, pathfinding, algoritma A* dan AA* yang digunakan dalam simulasi jalur.

Bab 3 PERANCANGAN SISTEM, yang berisi mencakup analisis teori-teori yang digunakan dan bagaimana mengimplementasikannya dalam sistem simulasi yang akan dibuat. Membahas tentang perancangan kebutuhan sistem, *Use case*, *flow diagram*, desain *interface* dan rancangan penujian sistem.

Bab 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM, bab ini memuat hasil implementasi sistem dan hasil analisis dari pengujian sistem. Hasil analisis disajikan dalam bentuk screenshot sistem, diagram, grafik atau bentuk lain yang merepresentasikan hasil analisis pengujian sistem.

Bab 5 KESIMPULAN DAN SARAN, kesimpulan merupakan pernyataan singkat yang menjabarkan hasil kegiatan penelitian dalam penyusunan laporan. Saran memuat masukan yang dapat mendukung pengembangan sistem saat ini.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengembangan dan pengujian Sistem Simulasi Algoritma Annotated A Star diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem Simulasi Algoritma Annotated A Star dapat dikembangkan dalam sistem berbasis web dengan framework jQuery Mobile.
2. Penggunaan nilai clearance dalam Algoritma Annotated A Star membantu pencarian untuk meminimalkan node untuk dikunjungi sebesar 24.33% sehingga, waktu pencarian yang dibutuhkan bisa berkurang 24.81%

5.2 Saran

Saran yang diajukan penulis untuk pengembangan sistem bagi yang ingin mengembangkan sistem dengan algoritma AA* dikemudian hari adalah untuk mencoba Algoritma Annotated A Star pada peta yang lebih besar dan hasil lebih optimal bisa dicoba untuk dikombinasikan dengan metode *Hierarchical Abstraction* .

DAFTAR PUSTAKA

- Cui, X., & Shi, H. (2011). A*-based Pathfinding in Modern Computer Games. *International Journal of Computer Science and Network Security*, Vol 11, 125.
- Firtman, M. (2012). *jQuery Mobile : Up and Running*. Sebastopol: O'Reilly Media.
- Geraerts, R., & Overmars, M. (2004). Clearance Based Path Optimization for Motion Planning. *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 2386–2392.
- Harabor, D. (2009, May 5). *Clearance-Based Pathfinding and Hierarchical Annotated A* Search*. Retrieved October 4, 2016, from [aigamedev.com: http://aigamedev.com/open/tutorials/clearance-based-pathfinding/](http://aigamedev.com/open/tutorials/clearance-based-pathfinding/)
- Harabor, D., & Botea, A. (2008). Hierarchical Path Planning for Multi-Size Agents in Heterogenous Environments. *Computational Intelligence and Games IEEE Symposium 2008*, 258.
- M. Amato, N., Bayazit, O., Dale, L., Jones, C., & Vallejo, D. (1998). Choosing Good Distance Metrics and Local Planners for Probabilistic Roadmap Methods. *IEEE International Conference Robotics and Automation (ICRA)*, 630-637.
- Matthews, J. (2002). Basic A* Pathfinding Made Simple. *AI Game Programming Wisdom*, 105.
- Patel, A. (2016, September 16). *Introduction to A**. Retrieved December 20, 2016, from [theory.stanford.edu: http://theory.stanford.edu/~amitp/GameProgramming/AStarComparison.html](http://theory.stanford.edu/~amitp/GameProgramming/AStarComparison.html)
- Reid, J. (2011). *jQuery Mobile*. Sebastopol: O'Reilly Media.