

**Pengembangan Aplikasi Permainan Pacman dengan Menerapkan Algoritma
IDA* dan Jump Point Search**

Skripsi



Oleh:

ABEDNEGO KRISTIAWAN T

71110126

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
YOGYAKARTA
2016

**Pengembangan Aplikasi Permainan Pacman dengan Menerapkan Algoritma
IDA* dan Jump Point Search**

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:

ABEDNEGO KRISTIAWAN TAKAREDASE

71110126

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
YOGYAKARTA
2016**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

**Pengembangan Aplikasi Permainan Pacman dengan Menerapkan Algoritma
IDA* dan Jum Point Search**

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 sebagai mana 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, 24 Agustus 2016



ABEDNEGO KRISTIAWAN T

71110126

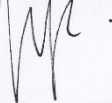
HALAMAN PERSETUJUAN

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PENGEMBANGAN APLIKASI PERMAINAN
PACMAN DENGAN MENERAPKAN
ALGORITMA IDA* DAN JUMP POINT SEARCH
Nama Mahasiswa : ABEDNEGO KRISTIAWAN T
N I M : 71110126
Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)
Kode : TIW276
Semester : Genap
Tahun Akademik : 2015/2016

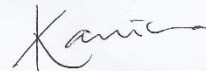
Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 24 Agustus 2016

Dosen Pembimbing I



Rosa Delima, S.Kom., M.Kom.

Dosen Pembimbing II



Ignatia Dhian E K R, S.Kom, M.Eng

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

PENGEMBANGAN APLIKASI PERMAINAN PACMAN DENGAN MENERAPKAN ALGORITMA IDA* DAN JUMP POINT SEARCH

Oleh: ABEDNEGO KRISTIAWAN T / 71110126

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 29 Juli 2016

Yogyakarta, 24 Agustus 2016
Mengesahkan,

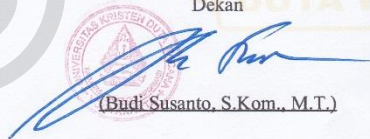
Dewan Penguji:

1. Rosa Delima, S.Kom., M.Kom.
2. Ignatia Dhian E K R, S.Kom, M.Eng
3. Gloria Virginia, S.Kom., MAI, Ph.D.
4. Nugroho Agus Haryono, M.Si

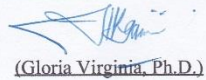


Dekan

Ketua Program Studi



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



(Gloria Virginia, Ph.D.)

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis Panjatkan ke Hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Dengan selesainya tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak yang telah memberikan masukan-masukan kepada penulis. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan baik dari bentuk penyusunan maupun materinya. Oleh karena itu segala kritikan dan saran yang membangun akan penulis terima dengan baik. Akhir kata semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat kepada kita sekalian.

Yogyakarta, 29 Juli 2016

Penulis

INTISARI

PENGEMBANGAN APLIKASI PERMAINAN PACMAN DENGAN MENERAPKAN ALGORITMA IDA* DAN JUMP POINT SEARCH

Pathfinding merupakan sebuah usaha yang dilakukan untuk menemukan rute antara dua titik. Ada beberapa algoritma *pathfinding* contohnya adalah algoritma A* dengan variasi seperti *Iterative Deepening A*(IDA*)* dan Jump Point Search (JPS). Dalam penelitian ini, *penulis* melakukan evaluasi terhadap performa algoritma IDA* dan algoritma JPS. Algoritma agen cerdas diimplementasikan pada permainan pacman dan pengambilan data dilakukan dengan mengukur *visited node* dan rute yang diambil. Berdasarkan analisis pada permainan, mendapatkan hasil kesimpulan bahwa kedua algoritma mempunyai tingkat optimal yang sama, tetapi JPS memiliki nilai hasil *visited node* lebih rendah dari IDA*, tetapi perbedaan hasil *visited node* tidak terlalu signifikan.

Kata Kunci: IDA*, Jump Point Search, Analisis Algoritma, Permainan Pacman

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
INTISARI	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Metode Penelitian.....	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II	6
2.1. Tinjauan Pustaka	6
2.2. Landasan Teori	8
2.2.1.Iterative Deepening A* (IDA*)	8
2.2.2.Jump Point Search (JPS)	9

2.3. Contoh Penerapan Algoritma.....	11
2.3.1. Algoritma IDA*	12
2.3.2. Algoritma Jump Point Search	13
BAB III.....	15
3.1. Spesifikasi Perangkat.....	15
3.1.1. Kebutuhan Perangkat keras	15
3.1.2. Kebutuhan Perangkat Lunak.....	15
3.2. <i>Game Design</i>	16
3.2.1. <i>Goal</i>	16
3.2.2. <i>Rule</i>	16
3.2.3. <i>Action</i>	16
3.2.4. <i>Level</i> permainan.....	17
3.2.5. <i>Mapping input device</i>	17
3.2.6. <i>Flowchart</i> Permainan Pacman	18
3.3. Perancangan Proses Pengembangan Sistem	19
3.4. Algoritma Pencarian dari Agen Cerdas	20
3.4.1. Perancangan Implementasi Algoritma IDA*.....	20
3.4.2. Perancangan Implementasi Algoritma Jump Point Search.....	22
3.4.3. Perancangan Cara Kerja Agen Cerdas.....	23
3.5. Perancangan Antar Muka.....	24
3.5.1. <i>Title Screen Page</i>	24
3.5.2. <i>Help Page</i>	24
3.5.3. <i>Game Maps</i>	25
3.6. Perancangan Pengujian Sistem	25

3.6.1. Pengujian Game	26
3.6.2. Pengujian Algoritma	26
BAB IV	28
4.1. Implementasi Sistem	28
4.1.1. Antarmuka Sistem	29
4.1.2. Sistem <i>Map Object</i>	30
4.1.3. Sistem <i>Player Object</i>	31
4.1.4. Sistem Agen Cerdas	32
4.1.5. Sistem Game Object	33
4.1.6. Implementasi Algoritma	33
4.2. Analisis Sistem	37
4.2.1. Evaluasi Performa dan Efisiensi Agen Cerdas Dengan Menggunakan Algoritma IDA* dan Algoritma Jump Point Search	37
BAB V	49
5.1. Kesimpulan	49
5.2. Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perbandingan kecepatan <i>expand node</i> JPS, HPA, Swamps.....	7
Gambar 2.2 Kecepatan rata-rata algoritma JPS diuji pada empat permainan.....	7
Gambar 2.3 Pseudocode <i>IDA* algorithm</i>	9
Gambar 2.4 Pseudocode <i>identify successors</i>	10
Gambar 2.5 Pseudocode <i>Jump function</i> algoritma JPS.....	10
Gambar 2.6 <i>grid map, start node, dan goal node</i>	11
Gambar 2.7 Hasil pencarian dengan algoritma IDA*	13
Gambar 2.8 Hasil pencarian dengan algoritma JPS	14
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> alur permainan pacman.....	18
Gambar 3.2. <i>Flowchart</i> algoritma IDA*.....	21
Gambar 3.3. <i>Flowchart</i> rekursif IDA*.....	21
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> algoritma JPS	22
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> cara kerja agen cerdas	23
Gambar 3.6 Perancangan halaman menu	24
Gambar 3.7 Perancangan halaman help pada game.....	25
Gambar 4.1 Implementasi Halaman menu.....	29
Gambar 4.2 Implementasi Halaman bantuan	30
Gambar 4.3 Gambar karakter pacman	38
Gambar 4.4 Gambar karakter agen cerdas	38
Gambar 4.5 Gambar permainan pacman.....	39
Gambar 4.6 Gambar diagram rata-rata perbedaan visited node.....	45
Gambar 4.7 Perbedaan pengambilan rute algoritma.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil pencarian menggunakan Algoritma IDA*	12
Tabel 2.4 Hasil pencarian menggunakan Algoritma JPS.....	14
Tabel 3.1 <i>Input device</i> dan keterangan <i>action input device</i>	18
Tabel 4.1 Tabel data <i>distance range 1</i>	40
Tabel 4.2 Tabel data <i>distance range 2</i>	41
Tabel 4.3 Tabel data <i>distance range 3</i>	42
Tabel 4.4 Tabel data pengambilan rute berbeda	43
Tabel 4.5 Tabel data pengambilan rute berbeda lanjutan	44

INTISARI

PENGEMBANGAN APLIKASI PERMAINAN PACMAN DENGAN MENERAPKAN ALGORITMA IDA* DAN JUMP POINT SEARCH

Pathfinding merupakan sebuah usaha yang dilakukan untuk menemukan rute antara dua titik. Ada beberapa algoritma *pathfinding* contohnya adalah algoritma A* dengan variasi seperti *Iterative Deepening A*(IDA*)* dan Jump Point Search (JPS). Dalam penelitian ini, *penulis* melakukan evaluasi terhadap performa algoritma IDA* dan algoritma JPS. Algoritma agen cerdas diimplementasikan pada permainan pacman dan pengambilan data dilakukan dengan mengukur *visited node* dan rute yang diambil. Berdasarkan analisis pada permainan, mendapatkan hasil kesimpulan bahwa kedua algoritma mempunyai tingkat optimal yang sama, tetapi JPS memiliki nilai hasil *visited node* lebih rendah dari IDA*, tetapi perbedaan hasil *visited node* tidak terlalu signifikan.

Kata Kunci: IDA*, Jump Point Search, Analisis Algoritma, Permainan Pacman

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Definisi *Game* menurut Gonzalo dan Frasca (2007) adalah sebuah sistem permainan dan aktifitas yang memiliki tujuan dan struktur tertentu. Sebuah *game* menjadi menarik jika terdapat interaksi antara *player* dengan *player*, atau *player* dengan *non-player character* (NPC). NPC merupakan semua karakter yang tidak dikendalikan oleh manusia dan seringkali dibangun menggunakan kecerdasan buatan untuk meningkatkan *realistic gaming experience*. Ada banyak algoritma kecerdasan buatan yang dapat diimplementasikan pada sebuah NPC, salah satunya adalah algoritma A* (Cui & Shi, 2011).

Algoritma A* sering digunakan pada *game*, karena algoritma A* mampu menemukan *path* secara optimal dengan tidak melalui *path* berbiaya tinggi. Tetapi algoritma A* memiliki juga memiliki kekurangan, salah satunya penggunaan memori yang besar untuk eksekusi yang dilakukan (Cui & Shi, 2011). Untuk dapat mengatasi kekurangannya, algoritma A* memiliki banyak *variant*, diantaranya adalah: *Field D**, *Fringe*, *Fringe Saving A** (FSA*), *Generalized Adaptive A** (GAA), *Iterative Deepening A** (IDA*), *Simplified bounded Memory A** (SMA*), *Life Long Planing A** (LPA*), *Theta** dan *Jump Point Search* (JPS) (Cui & Shi, 2011).

Algoritma IDA* merupakan *variant* A* yang dikembangkan dari algoritma *Iterative Deepening Search* (IDS). Iterasi pendalaman level--*Iterative Deepening*--pada IDA* memungkinkan untuk mengurangi penggunaan memori yang berlebihan, karena IDS menggabungkan kelebihan BFS (*complete* dan optimal) dan kelebihan *Depth-first search* (membutuhkan sedikit memori) yang memiliki

perhitungan *heuristic* A^* sebagai batas kedalaman. Tetapi, untuk mendapatkan rute yang optimal dan memori yang sedikit IDA* membutuhkan waktu yang lebih lama dalam melakukan pencarian. Selain itu untuk dapat menemukan rute optimal IDA* akan dapat melakukan perulangan yang sangat panjang jika tidak ditemukan solusi, hal ini karena IDA* akan mencari *node* tujuan dari awal jika tidak ditemukan solusi. (Cui & Shi, 2011).

Jump Point Search merupakan *variant* A^* yang dapat mempercepat A^* menemukan solusi pada sebuah *grid map* yang *uniform*. *Jump Point Search* tidak memiliki *preprocessing* dan tidak memerlukan *overhead* memori. Karena *Jump Point Search* dapat melompat ke *node* yang sangat jauh dari *node* yang terlihat pada *grid*. Karena *Jump Point Search* dapat melakukan ‘*jump*’ atau melompat pada *successor node* yang dianggap penting, maka perulangan yang dilakukan *Jump Point Search* tidak akan sebanyak IDA* karena selain tidak dimulai dari awal, *node successor* yang didapatkan memungkinkan untuk melewati ‘*node*’ yang dianggap tidak penting (Harabor & Grastien, 2011).

Berdasarkan permasalahan yang terkait dengan efisiensi dan komputasi algoritma yang dilihat dari perulangan untuk mendapatkan rute yang dilakukan kedua algoritma IDA* dan *Jump Point Search*, penulis ingin membandingkan berapa banyak komputasi yang dilakukan masing-masing algoritma untuk mendapatkan rute mencapai tujuan. Kedua algoritma tersebut akan diimplementasikan pada sebuah game, yaitu Pacman. Pacman dipilih karena pada permainan pacman memiliki NPC, selain itu permainan Pacman memiliki arena/*map* yang dapat dengan mudah dirubah menjadi *grid-map*. Penulis menggunakan *grid-map* karena dapat membantu penelitian seperti dapat melihat pergerakan agen cerdas lebih jelas, selain itu *grid-map* mudah untuk di ubah menjadi *node*. Arena pacman juga berupa *maze* yang dapat di-*custom* untuk kebutuhan penelitian salah satu algoritma. Permainan Pacman yang dimaksud penulis disini merupakan *custom Pacman* yaitu permainan Pacman yang dibangun sesuai kebutuhan penulis yang dibatasi sesuai batasan masalah.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana perbandingan efisiensi komputasi yang dilakukan pada algoritma IDA*, dan *Jump Point Search* di permainan Pacman diukur dari jumlah *visited node*?
2. Bagaimana perbandingan rute yang dipilih oleh algoritma IDA* dan *Jump Point Search* mencapai tujuan?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. *Game* akan dibangun pada platform HTML5 menggunakan canvas.
- b. Jumlah musuh yang digunakan dalam permainan sejumlah dua. Implementasi algoritma IDA*, dan *Jump Point Search* digunakan pada masing-masing *ghost* (NPC).
Peta pada *game* menggunakan *grid map* atau peta berpetak
- c. *Ghost* pada permainan pacman tidak memiliki 'kepribadian' berbeda seperti permainan pacman pada umumnya.
- d. Pada permainan pacman tidak terdapat *pellet* besar yang dapat membuat pacman memakan *ghost*.
- e. Tingkatan *level* pada permainan pacman sebanyak 3.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yaitu membangun aplikasi permainan Pacman dengan menggunakan algoritma IDA*, dan *Jump Point Search* dan menganalisis efektifitas dan efisiensi untuk menyelesaikan permainan.

1.5. Metode Penelitian

a. Studi literatur

Penulis memulai penelitian dengan mengumpulkan dan mempelajari bahan-bahan referensi tentang teori algoritma dari berbagai sumber, seperti buku, jurnal, maupun situs internet.

b. Membuat *game design*

Desain permainan yang dirancang oleh penulis adalah permainan Pacman yang nantinya digunakan sebagai demo implementasi algoritma.

c. Membuat Sistem

Penulis mulai membuat sistem dengan memulai dari mempersiapkan *sprite* gambar karakter *map*, *tree node* dan *code engine* dari permainan tersebut.

d. Implementasi algoritma pada agen cerdas dan percobaan

Desain sistem akan ditambahkan algoritma IDA* dan algoritma Jump Point Search ke dalam *object* agen cerdas.

e. Evaluasi Sistem

Evaluasi terhadap program dilakukan dengan menganalisa kinerja dari kedua algoritma (algoritma IDA* dan algoritma *Jump Point Search*) yang diperoleh dari percobaan yang dilakukan.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini dikelompokkan menjadi 5 bab, yaitu:

Bab I Pendahuluan. Bab ini berisi gambaran tentang penelitian yang dilakukan. Bab ini terbagi menjadi beberapa bagian, yaitu latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka. Bab ini berisi tentang teori yang menjadi landasan dalam pembuatan penelitian. Teori-teori tersebut diambil dari jurnal penelitian, maupun sumber-sumber lain yang dapat mendukung penelitian. Dasar teori dan

tinjauan pustaka ini menjadi acuan dalam pembuatan analisis data dan pengambilan kesimpulan penelitian.

Bab III Analisis dan Perancangan Sistem. Bab ini menjelaskan mengenai tahap perancangan program aplikasi permainan *custom Pacman* serta penerapan algoritma IDA* dan algoritma Jump Point Search pada agen cerdas permainan. Bab ini juga menjelaskan mengenai desain permainan yang berlaku dalam permainan Pacman.

Bab IV Implementasi dan Analisis Sistem. Bab ini berisi tentang penjelasan hasil penelitian dan analisa berkaitan dengan masalah yang ada. Penjelasan disajikan dalam bentuk deskripsi, tabel, grafik, dan gambar pendukung.

Bab V Kesimpulan dan Saran. Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang dilakukan beserta saran pengembangan sistem untuk penelitian yang memiliki topik yang sama dengan topik penelitian ini.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan analisis sistem, pada permainan *customed* pacman dengan ukuran *grid map* 19x22 *pixels* didapatkan kesimpulan bahwa Algoritma IDA* dan Algoritma Jump Point Search memiliki perbedaan dalam perhitungan komputasi *visited node*, tetapi perbedaan tersebut tidak terlalu signifikan hal ini dapat dilihat pada rata-rata hasil perhitungan. Dalam melakukan pencarian jalan pada satu buah *object*, kedua algoritma memiliki tingkat optimal yang sama, karena memiliki panjang *path* yang sama yaitu merupakan *path* terpendek menuju goal, tetapi pengambilan rute yang dilakukan tidaklah selalu sama, pada data yang diambil terdapat 23,3% data dengan rute berbeda.

5.2. Saran

Melalui penelitian yang dilakukan oleh penulis, penulis memberikan saran untuk pengembangan selanjutnya, diantaranya adalah:

- a. Pembuatan program dilakukan dengan kompleksitas *grid* atau *tree* yang lebih banyak, hal ini disarankan untuk mengetahui *running-time* dan *visited node* yang lebih akurat dan signifikan apabila program dijalankan dengan *tree* yang lebih kompleks dan luas.
- b. Permainan dapat dibuat menjadi seperti *environment* pacman yang sesungguhnya sehingga agen cerdas dapat dibuat lebih pintar dengan memiliki “kepribadian” dan bisa mengetahui *environment* disekitar agen. Salah satu contohnya adalah agen dapat menghindari rintangan apabila agen mendapat prediksi resiko yang merugikan ketika melakukan pencarian jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anguelov, B. (2011). Video Game Pathfinding and Improvements to Discrete Search on Grid-based Maps.
- Bimantara, A. (2015). Evaluasi Penerapan Algoritma A* Dan Algoritma Jump Point Search Pada Game Lode-Runner, The Legend Return.
- Cui, X., & Shi, H. (2011). A*-based Pathfinding in Modern Computer Games. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, 1-6.
- Harabor, D. (2011). Fast Pathfinding via Symmetry Breaking. *Fast Pathfinding via Symmetry Breaking*, 1-9.
- Harabor, D., & Grastien, A. (2013). Online Graph Pruning for Pathfinding on Grid Maps. 1-6.
- Kaur, H. H. (2015). Algorithms for solving the Rubik's cube. 29-35.
- Luis Rei, R. T. (2009). Willy: A Sokoban Solving Agent.
- Norvig, S. J. (2009). *Artificial Intelligence A Modern Approach*.