

IMPLEMENTASI ALGORITMA PEA* PADA PERMAINAN PAC-MAN

Skripsi



oleh

GREGORIUS TITIS INDRAJAYA

71110101

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

IMPLEMENTASI ALGORITMA PEA* PADA PERMAINAN PAC-MAN

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

GREGORIUS TITIS INDRAJAYA

71110101

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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

IMPLEMENTASI ALGORITMA PEA* PADA PERMAINAN PAC-MAN

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, 14 Oktober 2016



GREGORIUS TITIS INDRAJAYA
71110101

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : IMPLEMENTASI ALGORITMA PEA* PADA
PERMAINAN PAC-MAN
Nama Mahasiswa : GREGORIUS TITIS INDRAJAYA
NIM : 71110101
Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)
Kode : TIW276
Semester : Gasal
Tahun Akademik : 2016/2017

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 17 September 2016

Dosen Pembimbing I


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

Dosen Pembimbing II


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

HALAMAN PENGESAHAN

IMPLEMENTASI ALGORITMA PEA* PADA PERMAINAN PAC-MAN

Oleh: GREGORIUS TITIS INDRAJAYA / 71110101

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 11 Oktober 2016

Yogyakarta, 14 Oktober 2016
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Rosa Delima, S.Kom., M.Kom.
2. Antonius Rachmat C., S.Kom., M.Cs.
3. Laurentius Kuncoro Probo Saputra, S.T.,
M.Eng.
4. Ignatia Dhian E K R, S.Kom, M.Eng

Dekan

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

Ketua Program Studi

(Gloria Virginia, Ph.D.)

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas kasih karunia rahmat-Nya, skripsi yang berjudul “Implementasi Algoritma PEA* Pada Permainan Pac-Man“ ini telah dapat terselesaikan.

Penulis menyusun skripsi ini dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk mencapai gelar sarjana (S1) Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya Skripsi ini tak lepas dari campur tangan berbagai pihak. Maka dari itulah penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Rosa Delima, S.Kom., M.Kom., selaku dosen pembimbing I, yang telah banyak memberikan bimbingan selama penyusunan dan penulisan Skripsi ini.
2. Bapak Antonius Rachmat C., S.Kom., M.Cs., selaku dosen pembimbing II yang juga telah banyak memberikan masukan dan arahan selama pembuatan skripsi.
3. Kepada keluarga terkasih, Bapak, Ibu, dan adik saya yang memberikan dukungan, doa, nasehat, dan motivasi hingga sampai detik penulis menyelesaikan studi.
4. Kepada keluarga besar, kakek dan nenek yang senantiasa memotivasi serta selalu mendoakan kelancaran studi hingga Skripsi ini terselesaikan.
5. Kepada teman-teman jurusan Teknik Informatika, maupun lintas jurusan yang senantiasa ada untuk memberikan dukungan, dan sama-sama berjuang untuk menyelesaikan tugas akhir.

6. Kepada sahabat-sahabat Program Studi Teknik Informatika 2011, Adit, Graha, Lyvia, Verdy, Dani, Abed, Bayu, Julian, Wilem, Edo, Ardhian, Andy, Roy, Okke, Robert, Hanako, Lidya, Ruben, Nathan, Andre, dan yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu untuk segala kebersamaan selama ini. Terimakasih atas kerja sama serta rasa kekeluargaan yang selalu ada selama masa studi.
7. Terakhir, penulis hendak menyapa setiap nama yang tidak dapat penulis cantumkan satu per satu, terima kasih atas doa yang senantiasa mengalir tanpa sepengetahuan penulis.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, tentunya penulis masih memiliki banyak kekurangan pada topik dalam Skripsi ini dan penulisannya yang masih banyak terdapat kekurangan.

Oleh karena itu, penulis sangat menghargai dan menerima jika ada berbagai masukan dari para pembaca baik berupa kritik maupun saran yang sifatnya membangun demi penyempurnaan penulisan-penulisan Skripsi di masa yang akan datang. Penulis meminta maaf bila ada kesalahan dalam penulisan Skripsi ini.

Terima Kasih

KATA PENGANTAR

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

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, September 2016

Penulis

INTISARI

IMPLEMENTASI ALGORITMA PEA* PADA PERMAINAN PAC-MAN

Pathfinding adalah merupakan upaya yang dilakukan oleh sebuah objek untuk menemukan rute dari titik dimana ia berada menuju ke sebuah titik lain. Terdapat beberapa algoritma yang berkaitan dengan ilmu *pathfinding* diantaranya ialah algoritma A* dan algoritma *Partial Expansion A** (PEA*) yang merupakan pengembangan dari A* tersebut. Dalam penelitian ini, penulis melakukan evaluasi terhadap performa algoritma A* dan algoritma PEA*. PEA* diklaim mampu menghemat masalah kelebihan jumlah *open node* yang tidak dapat diatasi oleh A* dalam kasus percabangan yang besar. Algoritma agen cerdas diimplementasikan pada permainan pacman dan pengambilan data dilakukan dengan mengukur jumlah *node* dalam OPEN, *visited node* dan juga rute (*path*) yang diambil. Berdasarkan hasil analisis, didapatkanlah hasil dimana kedua algoritma memiliki *path* yang sama, akan tetapi justru PEA* memiliki jumlah *open node* (*node* dalam OPEN) dan *visited node* lebih banyak dari A*. Oleh karena itu, didapatkanlah kesimpulan bahwa algoritma PEA* tidak sesuai ketika diimplementasikan untuk kasus *pathfinding* pada *game pacman*.

Kata Kunci: A*, *Partial Expansion A** (PEA*), Analisis Algoritma, Permainan Pacman

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	II
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
HALAMAN PERSETUJUAN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
HALAMAN PENGESAHAN.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
UCAPAN TERIMA KASIH	VI
KATA PENGANTAR.....	VIII
INTISARI	IX
DAFTAR ISI	X
DAFTAR GAMBAR.....	XII
DAFTAR TABEL	XIII
BAB I.....	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH.....	2
1.3. BATASAN MASALAH	2
1.4. TUJUAN PENELITIAN.....	3
1.5. METODE ATAU PENDEKATAN PENELITIAN	3
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN.....	4
BAB II.....	5
2.1. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.2. LANDASAN TEORI.....	6
2.2.1. Algoritma A*.....	6
2.2.2. Algoritma PEA*	8
2.2.3. Pac-Man.....	10
BAB III	11
3.1. SPESIFIKASI SISTEM.....	11
3.1.1. Kebutuhan Non Fungsional	11
3.1.1.1. Kebutuhan Perangkat Keras	11
3.1.1.2. Kebutuhan Perangkat Lunak	12
3.1.2. Kebutuhan Fungsional	12

3.2.	DESAIN GAME.....	12
3.2.1.	Tujuan Permainan.....	12
3.2.2.	Aturan Permainan.....	13
3.2.3.	Aktivitas Pemain.....	13
3.2.4.	Perangkat Masukan.....	14
3.2.5.	Flowchart Permainan Pac-Man.....	14
3.3.	TAHAPAN PEMBUATAN APLIKASI.....	15
3.4.	ALGORITMA PENCARIAN DARI AGEN CERDAS.....	17
3.4.1.	Perancangan Implementasi Algoritma A*	17
3.4.2.	Perancangan Implementasi Algoritma <i>Partial Expansion A*</i>	19
3.5.	PERANCANGAN CARA KERJA AGEN CERDAS	20
3.6.	PERANCANGAN ANTAR MUKA	21
3.7.	PERANCANGAN PENGUJIAN ALGORITMA.....	22
BAB IV		26
4.1.	IMPLEMENTASI SISTEM.....	26
4.1.1.	Sistem Map Object	26
4.1.2.	Sistem Player Object	27
4.1.3.	Sistem Agen Cerdas.....	27
4.1.4.	Implementasi Algoritma	28
4.1.4.1.	Algoritma A*	28
4.1.4.2.	Algoritma PEA*	30
4.2.	ANALISIS SISTEM.....	31
4.2.1.	Evaluasi Perbandingan Agen Cerdas Dengan Menggunakan Algoritma A* dan Algoritma Partial Expansion A* Pada Permainan Pacman.....	32
BAB V		41
5.1.	KESIMPULAN	41
5.2.	SARAN	41
DAFTAR PUSTAKA		43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pseudocode A*	7
Gambar 2.2 Pencarian Jalur A*	7
Gambar 2.3 Pseudocode A* dan PEA*	8
Gambar 2.4 Pseudocode PEA*	9
Gambar 2.5 Contoh ekspansi <i>node</i> a pada PEA*	9
Gambar 2.6 Tampilan Permainan Pac-Man	10
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> sederhana permainan Pacman	14
Gambar 3.2 Blok diagram proses pembuatan aplikasi	15
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Algoritma A*	18
Gambar 3.4 <i>Pseudocode</i> Algoritma A*	19
Gambar 3.5 <i>Pseudocode</i> Algoritma PEA*	20
Gambar 3.6 <i>Flowchart</i> cara kerja agen cerdas	21
Gambar 3.7 Tampilan Permainan Pac-Man	22
Gambar 3.8 Gambar karakter <i>player</i>	22
Gambar 3.9 Gambar karakter agen cerdas	22
Gambar 3.10 Gambar rancangan tabel data penelitian hasil percobaan	25

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 <i>Input device</i> dan keterangan <i>action</i>	14
Tabel 4.1 Data penelitian <i>range distance</i> pertama.....	34
Tabel 4.2 Data penelitian <i>range distance</i> kedua	36
Tabel 4.3 Data penelitian <i>range distance</i> ketiga.....	38

©UKPDW

INTISARI

IMPLEMENTASI ALGORITMA PEA* PADA PERMAINAN PAC-MAN

Pathfinding adalah merupakan upaya yang dilakukan oleh sebuah objek untuk menemukan rute dari titik dimana ia berada menuju ke sebuah titik lain. Terdapat beberapa algoritma yang berkaitan dengan ilmu *pathfinding* diantaranya ialah algoritma A* dan algoritma *Partial Expansion A** (PEA*) yang merupakan pengembangan dari A* tersebut. Dalam penelitian ini, penulis melakukan evaluasi terhadap performa algoritma A* dan algoritma PEA*. PEA* diklaim mampu menghemat masalah kelebihan jumlah *open node* yang tidak dapat diatasi oleh A* dalam kasus percabangan yang besar. Algoritma agen cerdas diimplementasikan pada permainan pacman dan pengambilan data dilakukan dengan mengukur jumlah *node* dalam OPEN, *visited node* dan juga rute (*path*) yang diambil. Berdasarkan hasil analisis, didapatkanlah hasil dimana kedua algoritma memiliki *path* yang sama, akan tetapi justru PEA* memiliki jumlah *open node* (*node* dalam OPEN) dan *visited node* lebih banyak dari A*. Oleh karena itu, didapatkanlah kesimpulan bahwa algoritma PEA* tidak sesuai ketika diimplementasikan untuk kasus *pathfinding* pada *game pacman*.

Kata Kunci: A*, *Partial Expansion A** (PEA*), Analisis Algoritma, Permainan Pacman

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI) merupakan sebuah bidang minat yang menarik untuk dikembangkan. *Pathfinding* atau pencarian jalur adalah salah satu masalah yang cukup banyak diteliti. Terdapat beberapa objek utama dalam *pathfinding*, yaitu agen cerdas, target, dan penghalang. Agen cerdas merupakan objek yang akan melakukan pencarian di sebuah jalur yang juga terdapat penghalang atau rintangan di dalamnya untuk menemukan target utama.

Kemampuan agen cerdas untuk mencari jalur yang optimal, agar dapat mencapai target akan membuat permainan dalam sebuah *game* menjadi lebih menantang, sehingga membuat seorang pemain mendapatkan tekanan dan sekaligus kepuasan. Terdapat beberapa algoritma yang digunakan untuk kasus pencarian jalur atau *pathfinding*. Hingga saat ini yang masih menjadi terbaik dan optimal adalah algoritma A*.

Namun, algoritma A* memiliki kelemahan dalam kasus percabangan yang besar. Algoritma A* akan menghasilkan jumlah *node* yang banyak dan terjadilah penggunaan *memory* pencarian yang berlebih. Oleh karena itu, dilakukanlah penelitian mengenai varian A* yang dapat mengatasi masalah mengenai kelebihan *memory* tersebut. Algoritma PEA* merupakan varian A* yang mampu untuk mengatasi kasus penggunaan *memory* yang besar. Dengan menggunakan konsep *Collapsing Frontier Nodes* (CFN), PEA* mampu mengatasi kelebihan *memory* yang tidak dapat diatasi oleh A*. (Yoshizumi et al., 2000).

Berdasarkan kondisi di atas penulis tertarik untuk meneliti perbedaan jumlah *open node* dari algoritma A* dan PEA*. Pada penelitian ini, penulis akan melakukan percobaan untuk menerapkan algoritma varian A* yaitu PEA* dalam

permainan Pac-Man yang merupakan *game* dengan *genre arcade* yang dibuat oleh Toru Iwatani dan dikembangkan oleh Namco.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa jumlah *node* dalam OPEN yang digunakan PEA* jika dibandingkan dengan algoritma A*?
2. Berapa jumlah *visited node* yang dihasilkan oleh algoritma A*, PEA*, IDA*, dan *Jump Point Search*?

1.3. Batasan Masalah

Penulis merasa perlu melakukan pembatasan terhadap masalah dalam penelitian ini agar inti dari permasalahan tersebut dapat dipecahkan dengan baik tanpa harus memperluas pembahasan dan memperhatikan aspek lain yang dirasa kurang perlu. Batasan-batasan tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Game* akan dibuat dengan HTML5 menggunakan canvas dan *scripting* Javascript.
2. Implementasi Algoritma A* dan PEA* pada *ghost* / AI musuh (agen cerdas), untuk mengejar satu karakter utama.
3. Terdapat satu karakter utama dan dua musuh yang berupa agen cerdas yang telah diimplementasi algoritma A* dan PEA*
4. Peta permainan Pac-Man menggunakan *grid map* atau peta berpetak.
5. Permainan pacman tidak memiliki *pellet* besar yang dapat membuat pacman memakan *ghost*.
6. Karakter *ghost* pada permainan adalah sama yang artinya tidak memiliki perbedaan sifat seperti pada permainan pacman pada umumnya.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan jumlah *node* yang berada di dalam *openList* kedua algoritma, yaitu PEA* dan A* yang akan diimplementasikan pada *ghost* dalam permainan Pac-Man sebagai agen cerdas, untuk menuju satu objek yang bergerak (karakter utama / Pac-Man).

1.5. Metode atau Pendekatan Penelitian

a. Studi Literatur

Peneliti akan memulai penelitian dengan mengumpulkan dan mempelajari bahan-bahan referensi tentang teori algoritma PEA* dari berbagai sumber, seperti buku, jurnal, maupun situs internet. Pembelajaran lainnya yang dirasa perlu akan dilakukan untuk mendukung penelitian.

b. Merancang Sistem

Desain yang akan dibuat adalah *game* Pac-Man dan akan digunakan sebagai demo implementasi algoritma PEA*. Penulis akan mempersiapkan *sprite* Pac-Man dan *ghost*, *background*, *map*, kemudian *code*.

c. Implementasi Sistem

Ghost yang berada di dalam *game* selanjutnya akan diimplementasi Algoritma A* dan PEA* untuk mengejar karakter utama (Pac-Man).

d. Pengujian dan Analisa

Pengujian terhadap sistem mengenai perbedaan jumlah *node* yang dimasukkan ke dalam OPEN *list*, antara algoritma A* dan algoritma PEA*.

e. Evaluasi Sistem

Evaluasi terhadap program dilakukan dengan menganalisa kinerja dari kedua algoritma (algoritma A* dan algoritma *Partial Expansion A**) yang diperoleh dari percobaan yang dilakukan.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan penelitian ini dibagi menjadi 5 bagian sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan. Bab ini berisikan tentang latar belakang masalah, identifikasi masalah, maksud dan tujuan, batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan untuk menjelaskan pokok-pokok pembahasannya.

Bab II Tinjauan Pustaka. Bab ini terdiri dari dua bagian utama yaitu, tinjauan pustaka dan landasan teori. Tinjauan pustaka menguraikan berbagai teori tentang algoritma Partial Expansion A* yang didapatkan dari beberapa sumber jurnal, sedangkan landasan teori memuat penjelasan tentang konsep dan prinsip utama yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian.

Bab III Analisis Dan Perancangan Sistem. Bab ini membahas tentang analisis teori-teori yang digunakan dan bagaimana mengimplementasikannya dalam suatu sistem yang akan dibangun.

Bab IV Implementasi Dan Pengujian Sistem. Bab ini membahas tentang hasil penelitian, implementasi algoritma dan analisis penelitian yang telah dilakukan.

Bab V Kesimpulan Dan Saran. Bab ini merupakan penutup penyusunan laporan yang berisi kesimpulan dari implementasi dan penelitian yang telah dilakukan. Selain itu berisi pula saran yang diharapkan dapat menjadi masukan untuk pengembangan sistem yang lebih baik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan analisis sistem, dapat disimpulkan bahwa:

- a. Algoritma PEA* tidak sesuai apabila diimplementasikan dalam permainan pacman karena berdasarkan hasil pengujian, jumlah *node* dalam *openList* yang digunakan justru tidak lebih sedikit melainkan melebihi algoritma A* sehingga efisiensi penggunaan *memory* tidak dapat terlihat. Begitu pula dengan *visited node*, PEA* menghasilkan jumlah *node* yang dijelajahi melebihi algoritma A*.
- b. Performa Algoritma A* dan Algoritma *Partial Expansion A** dalam pencarian jalur pada *gridmap* ke sebuah *object* bergerak adalah sama apabila dilihat dari panjang *path*, karena PEA* memang berfokus pada proses penghematan penggunaan *node* di dalam *openList*.

5.2. Saran

Melalui penelitian telah dilakukan oleh penulis, penulis memberikan beberapa saran untuk pengembangan selanjutnya, yang meliputi:

- a. Pembuatan program dapat dilakukan dengan platform yang berbeda, dan dengan contoh kasus yang lebih tepat (berkaitan dengan teori *large branching factor*) sehingga dapat terlihat kemampuan PEA* yang sesungguhnya dalam kasus penghematan penggunaan *node* dalam *openList*.
- b. Apabila fokus penelitian pada *game* pacman itu sendiri, maka algoritma yang paling tepat untuk diimplementasikan pada *ghost/agen* cerdas ialah bukan *pathfinding*, melainkan algoritma *multi-agent moving target pursuit* dimana algoritma tersebut mampu

untuk memperkirakan pergerakan pacman selanjutnya, tidak hanya mencari jalur terpendek dari 2 buah titik.

©UKDWN

DAFTAR PUSTAKA

- Bimantara, A. (2015). Evaluasi Penerapan Algoritma A* Dan Algoritma Jump Point Search Pada Game Lode-Runner, The Legend Return.
- Goldenberg, M., Felner, A., Stern, R., Sharon, G., & Schaeffer, J. (2012). A* Variants for Optimal Multi-Agent Pathfinding. *Association for the Advancement of Artificial Intelligence*.
- Goldenberg, M., Felner, A., Stern, R., Sharon, G., Sturtevant, N., Holte, R. C., & Schaeffer, J. (2014). Enhanced Partial Expansion A*. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 47.
- Goldenberg, M., Felner, A., Stern, R., Sharon, G., Sturtevant, N., Schaeffer, J., & Holte, R. C. (2012). Partial-expansion A* with Selective Node Generation. *Association for the Advancement of Artificial Intelligence*.
- Goldenberg, M., Felner, A., Sturtevant, N., Holte, R. C., & Schaeffer, J. (2013). Optimal-Generation Variants of EPEA*. *International Symposium on Combinatorial Search*.
- Takaredase, A. K. (2016). Pengembangan Aplikasi Permainan Pacman dengan Menerapkan Algoritma IDA* dan Jump Point Search.
- Yoshizumi, T., Miura, T., & Ishida, T. (2000). A* with Partial Expansion for large branching factor problems. *Association for the Advancement of Artificial Intelligence*.
- Zhou, R., & Hansen, E. A. (2004). Space-efficient memory based heuristics. *Association for the Advancement of Artificial Intelligence*.