

**PERBANDINGAN ALGORITMA THETA* DAN FIELD D*
PADA PERMAINAN PACMAN**

Skripsi



oleh
JULIAN CHANDRA
71110147

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

2016

**PERBANDINGAN ALGORITMA THETA* DAN FIELD D*
PADA PERMAINAN PACMAN**

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

JULIAN CHANDRA
71110147

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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

PERBANDINGAN ALGORITMA THETA* DAN FIELD D* PADA PERMAINAN PACMAN

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, 29 November 2016



JULIAN CHANDRA
71110147

HALAMAN PERSETUJUAN

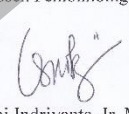
Judul Skripsi : PERBANDINGAN ALGORITMA THETA* DAN
FIELD D* PADA PERMAINAN PACMAN
Nama Mahasiswa : JULIAN CHANDRA
N I M : 71110147
Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)
Kode : TIW276
Semester : Gasal
Tahun Akademik : 2016/2017

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 29 November 2016

Dosen Pembimbing I


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

Dosen Pembimbing II


Gani Indriyanta, Ir. M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

PERBANDINGAN ALGORITMA THETA* DAN FIELD D* PADA PERMAINAN PACMAN

Oleh: JULIAN CHANDRA / 71110147

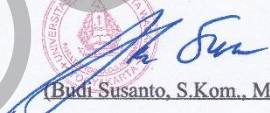
Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 16 Desember 2016

Yogyakarta, 4 Januari 2017
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Rosa Delima, S.Kom., M.Kom.
2. Gani Indriyanta, Ir. M.T.
3. Kristian Adi Nugraha, S.Kom., M.T.
4. Joko Purwadi, M.Kom.

Dekan


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

Ketua Program Studi


(Gloria Virginia, Ph.D.)

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas kasih karunia rahmat-Nya, skripsi yang berjudul “Perbandingan Algoritma Theta* dan Field D* Pada Permainan Pacman” 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 Gani Indriyanta, Ir, M.T., selaku dosen pembimbing II yang juga telah banyak memberikan masukan dan arahan selama pembuatan skripsi.
3. Kepada keluarga terkasih, Bapak, Ibu, kakak dan adik saya yang memberikan dukungan, doa, nasehat, dan motivasi hingga sampai detik penulis menyelesaikan studi.
4. Kepada keluarga besar 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, Verdy, Dani, Dany, Ardhian, Andy, Agung, Robert, Ruben, Nathan, Andre, Posman, Gaza, Abed, Bayu, Wilem, Edo, Deo, dan keluarga HOP lainnya, serta semua orang 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

©UKDW

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, Desember 2016

Penulis

INTISARI

PERBANDINGAN ALGORITMA THETA* dan FIELD D* PADA PERMAINAN PACMAN

Pathfinding adalah merupakan upaya yang dilakukan oleh sebuah objek untuk menemukan rute dari titik dimana ia berada menuju ke sebuah titik lain. Ada beberapa algoritma yang berkaitan dengan ilmu *pathfinding* diantaranya adalah algoritma *Theta** dan algoritma *Field D** yang merupakan pengembangan dari *A**. Dalam penelitian ini, penulis melakukan evaluasi terhadap performa algoritma *Theta** dan algoritma *Field D**. Algoritma agen cerdas diimplementasikan pada permainan pacman dan pengambilan data dilakukan dengan mengukur jumlah *node* dalam *openList*, *visited node*, panjang *path*, dan *path cost* yang diambil. Berdasarkan hasil analisis, didapatkanlah hasil dimana kedua algoritma memiliki *path* dan *path cost* yang sama dan juga ada yang berbeda, terutama pada jarak yang jauh diatas 20 *grid*. Algoritma *Field D** juga memiliki jumlah *open node* (*node* dalam *openList*) dan *visited node* yang jauh lebih banyak daripada *Theta**. Oleh karena itu, didapatkanlah kesimpulan bahwa algoritma *Field D** tidak sesuai ketika diimplementasikan untuk kasus *pathfinding* pada *game pacman*.

Kata Kunci: *Theta**, *FieldD**, Analisis Algoritma, Permainan Pacman

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN HALAMAN SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSETU JUAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
UCAPAN TERIMA KASIH	v
KATA PENGANTAR.....	vii
INTISARI	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Metodologi Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Landasan Teori.....	6
2.2.1. Theta*	6
2.2.2. Field D*	9
BAB III.....	13
3.1. Spesifikasi Perangkat	13
3.1.1. Perangkat Keras	13
3.1.2. Perangkat Lunak	13

3.2.	Game Design.....	14
3.2.1.	<i>Goal</i>	14
3.2.2.	Rule.....	14
3.2.3.	Action.....	14
3.2.4.	Mapping input Service.....	15
3.2.5.	<i>Flowchart</i> Permainan Pacman.....	15
3.3.	Perancangan Proses Pengembangan Sistem.....	16
3.4.	Algoritma Pencarian dari Agen Cerdas.....	18
3.4.1.	Perancangan Cara Kerja Agen Cerdas.....	18
3.4.2.	Perancangan Implementasi Algoritma <i>Theta*</i>	19
3.4.3.	Perancangan Implementasi Algoritma <i>Field D*</i>	22
3.5.	Perancangan Antar Muka.....	24
3.6.	Perancangan Pengujian Sistem.....	24
3.6.1.	Pengujian <i>Game</i>	25
3.6.2.	Pengujian Algoritma.....	26
BAB IV	27
4.1.	Implementasi Sistem.....	27
4.1.1.	Antarmuka Sistem.....	27
4.1.2.	Sistem Map Object.....	28
4.1.3.	Sistem Player Object.....	28
4.1.4.	Sistem Agen Cerdas.....	29
4.1.5.	Implementasi Algoritma.....	30
4.1.5.1.	Algoritma <i>Theta*</i>	31
4.1.5.2.	Algoritma <i>Field D*</i>	33
4.2.	Analisis Sistem.....	36
4.2.1.	Perbandingan <i>Path Length</i> dan <i>Path Cost</i> Agen Cerdas Dengan Menggunakan Algoritma <i>Theta*</i> dan Algoritma <i>Field D*</i>	36
BAB V	51
5.1.	Kesimpulan.....	51
5.2.	Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	54

©UKDW

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Square Grid : Grid Path vs Shortest Path	7
Gambar 2.2 Theta* memperbarui simpul sesuai dengan Path 1 (kiri) dan Path 2 (kanan).....	8
Gambar 2.3 Pseudo Code untuk Line-of-Sight dari algoritma Theta*.....	9
Gambar 2.4 Jalur yang dihasilkan oleh D*Lite (atas) dan Field D* (bawah) pada lingkungan 150x160 yang nilainya tidak seragam (kiri), Field D* merencanakan langsung jalur yang memiliki hambatan paling potensial (kanan).....	10
Gambar 2.5 Pseudo Code untuk ComputeCost dari algoritma Field D*	11
Gambar 2.6 Pseudo Code algoritma Field D*	12
Gambar 3.1 Flowchart alur permainan Pacman	16
Gambar 3.2 Flowchart cara kerja agen cerdas.....	19
Gambar 3.3 Flowchart algoritma Theta*	20
Gambar 3.4 Flowchart algoritma Field D*	22
Gambar 3.5 Rancangan permainan Pacman.....	24
Gambar 4.1 Gambar map permainan Pacman.....	27
Gambar 4.2 Gambar karakter player	36
Gambar 4.3 Gambar karakter agen cerdas Theta*(kiri) dan Field D*(kanan)..	36
Gambar 4.4 Gambar permainan Pacman.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Input device dan keterangan action input device	15
Tabel 4.1 Data panjang path dan processing time Theta* dan Field D*	38
Tabel 4.2 Data perbandingan panjang path	40
Tabel 4.3 Data Analisis jumlah visited dan open node dengan distance range 1-10	42
Tabel 4.4 Data Analisis jumlah visited dan open node dengan distance range 10-20	44
Tabel 4.5 Data Analisis jumlah visited dan open node dengan distance range 20-30	46
Tabel 4.6 Data Analisis jumlah rata-rata visited dan open node distance range 1-30	47

©UKDW

INTISARI

PERBANDINGAN ALGORITMA THETA* dan FIELD D* PADA PERMAINAN PACMAN

Pathfinding adalah merupakan upaya yang dilakukan oleh sebuah objek untuk menemukan rute dari titik dimana ia berada menuju ke sebuah titik lain. Ada beberapa algoritma yang berkaitan dengan ilmu *pathfinding* diantaranya adalah algoritma *Theta** dan algoritma *Field D** yang merupakan pengembangan dari *A**. Dalam penelitian ini, penulis melakukan evaluasi terhadap performa algoritma *Theta** dan algoritma *Field D**. Algoritma agen cerdas diimplementasikan pada permainan pacman dan pengambilan data dilakukan dengan mengukur jumlah *node* dalam *openList*, *visited node*, panjang *path*, dan *path cost* yang diambil. Berdasarkan hasil analisis, didapatkanlah hasil dimana kedua algoritma memiliki *path* dan *path cost* yang sama dan juga ada yang berbeda, terutama pada jarak yang jauh diatas 20 *grid*. Algoritma *Field D** juga memiliki jumlah *open node* (*node* dalam *openList*) dan *visited node* yang jauh lebih banyak daripada *Theta**. Oleh karena itu, didapatkanlah kesimpulan bahwa algoritma *Field D** tidak sesuai ketika diimplementasikan untuk kasus *pathfinding* pada *game pacman*.

Kata Kunci: *Theta**, *FieldD**, Analisis Algoritma, Permainan Pacman

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Game merupakan salah satu aplikasi komputer yang umumnya digunakan sebagai sarana hiburan. Saat ini *game* dibuat menarik dengan menerapkan algoritma kecerdasan buatan di dalamnya yang membuat aplikasi tersebut seolah-olah mampu berinteraksi dengan manusia. Pemain yang merupakan komputer dikenal dengan sebutan *NPC (Non-Player Character)*, *NPC* biasanya diberikan algoritma-algoritma kecerdasan buatan yang membuat mereka bisa berfikir layaknya seperti manusia.

Salah satu *game* yang menerapkan algoritma kecerdasan buatan di dalamnya adalah *Pacman*. Dalam permainan *Pacman*, *NPC* berperan sebagai *ghost* yang memiliki tugas untuk menghalangi *Pacman* memakan semua buah. Setiap *NPC* diberikan algoritma kecerdasan buatan di dalamnya, sehingga terlihat *NPC* selalu mengejar *Pacman*. Beberapa algoritma yang banyak digunakan dalam *NPC* diantaranya algoritma *A**, algoritma *Boid* dan logika *fuzzy sugeno*

Algoritma *A** merupakan salah satu algoritma kecerdasan buatan yang digunakan dan diterapkan dalam sebuah *game* dan merupakan algoritma yang paling banyak dipilih untuk menyelesaikan permasalahan *pathfinding* (Patel, 2009). Algoritma *A** memiliki beberapa kekurangan, salah satunya adalah waktu pemrosesan yang lebih lambat dalam mencari jalur yang paling optimum. Di samping kekurangannya, algoritma *A** memiliki kelebihan dibandingkan algoritma *pathfinding* lainnya, yaitu hasil pemrosesan yang dihasilkan lebih akurat (Setiawan, 2010). *A** memiliki beberapa varian, diantaranya *Theta**, *Field D**, *FSA** (*Fringe Saving A**), dan *LPA** (*Lifelong Planning A**) (Patel, 2009).

Algoritma *Theta** merupakan salah satu *variant* dari *A** dan lebih berfokus pada rasio panjang *path* dalam menemukan jalur terpendek, tetapi tidak menjamin menemukan jalur terpendek. Algoritma *Field D** merupakan salah satu *variant*

yang memiliki kelebihan, yaitu *cost* yang dibutuhkan untuk menemukan jalur terpendek terkecil, tetapi memiliki kekurangan dalam kasus percabangan.

Dalam penelitian ini, penulis akan mengimplementasikan 2 algoritma dari varian A^* , yaitu Θ^* dan F^* dalam permainan *Pacman* yang menggunakan map dengan dasar *grid map*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui hasil perbandingan kedua varian A^* dan mana yang paling efisien (*cost* dan panjang *path* dalam proses pencarian dan yang paling cepat menangkap *Pacman*).

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka permasalahan yang akan diteliti adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana perbandingan panjang *path* dan *processing time* yang dihasilkan oleh dua varian A^* , yaitu Θ^* dan F^* dalam permainan *Pacman*?
- b. Manakah dari algoritma Θ^* dan F^* yang paling cepat dalam menemukan dan menangkap *Pacman*?
- c. Bagaimana perbandingan *openNode* dan *visited node* yang dihasilkan oleh A^* , *IDA**, *Jump Point Search*, *PEA** Θ^* dan F^* dalam permainan *Pacman*?

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, permasalahan dibatasi sebagai berikut :

- a. *Game* yang digunakan adalah *Pacman*.
- b. *Game* dibuat menggunakan platform *HTML 5* dan *Javascript*.
- c. Jumlah *ghost* dalam permainan ini berjumlah dua.
- d. Pada masing-masing *ghost* akan diterapkan hanya salah satu dari varian A^* saja dan tidak sama.
- e. Dasar map menggunakan *Grid Map*.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan *processing time* dan panjang *path* yang dihasilkan dari masing-masing metode *variant A**, yaitu *Theta** dan *Field D** dan mengetahui manakah metode yang paling cepat dalam menemukan jalur terpendek untuk menangkap *Pacman* dalam permainan *Pacman*.

1.5. Metodologi Penelitian

a. Studi Literatur

Penulis memulai penelitian dengan mengumpulkan dan membaca referensi, artikel, dan jurnal yang berhubungan dengan masalah yang dihadapi untuk menunjang perancangan dan pembuatan *program* serta penulisan tugas akhir.

b. Membuat *game design*

Desain permainan yang dirancang oleh penulis adalah permainan *Pacman* yang nantinya digunakan sebagai *dem* 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 *Theta** dan algoritma *Field D** ke dalam *object* agen cerdas.

e. Evaluasi Sistem

Evaluasi terhadap program dilakukan dengan menganalisa kinerja dari kedua algoritma (algoritma *Theta** dan algoritma *Field D**) yang diperoleh dari percobaan yang dilakukan.

1.6. Sistematika Penulisan

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

- **BAB 1 PENDAHULUAN**
Berisikan mengenai gambaran tentang penelitian yang akan dilakukan. Gambaran tersebut akan dijelaskan pada bagian latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penelitian.
- **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**
Berisikan mengenai tinjauan pustaka dan landasan teori. Tinjauan pustaka berisi tentang berbagai penelitian terkait yang terdahulu untuk dijadikan salah satu sumber dalam penyusunan tugas akhir. Landasan teori memuat penjelasan tentang konsep dan prinsip utama yang diperlukan untuk memecahkan masalah pada penelitian.
- **BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM**
Berisi penjelasan mengenai analisa awal dan perancangan program aplikasi *Pacman* serta penerapan dua algoritma dari *variant A** pada *ghost*.
- **BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM**
Berisi penjelasan mengenai implementasi dan hasil analisa setelah program berjalan.
- **BAB 5 KESIMPULAN**
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, maka dapat disimpulkan bahwa :

- a. Secara keseluruhan algoritma *Theta** dan algoritma *Field D** menghasilkan *visited node* yang berbeda. *Visited Node* yang dihasilkan oleh algoritma *Field D** lebih besar dibandingkan dengan kelima algoritma lainnya pada *range distance* 1-10 dan *range distance* 10-20. Tetapi *visited node* dari algoritma *Theta** lebih besar dibandingkan dengan algoritma *Field D** pada *range distance* 20-30. Jika jumlah rata-rata *visited node* keenam algoritma dibandingkan, maka jumlah rata-rata *visited node* yang dihasilkan oleh algoritma *Theta** terbesar. Dan algoritma JPS menghasilkan jumlah rata-rata *visited node* terkecil.
- b. Hal ini juga terjadi pada jumlah *open node* yang dihasilkan oleh algoritma *Field D**, nilai *open nodenya* lebih besar jika dibandingkan dengan *open node* yang dihasilkan oleh algoritma *Theta**. Jika jumlah rata-rata *open node* keenam algoritma dibandingkan, maka jumlah rata-rata *open node* yang dihasilkan oleh algoritma *Field D** terbesar. Dan algoritma IDA* menghasilkan jumlah rata-rata *open node* terkecil.
- c. Algoritma *Field D** menghasilkan panjang *path* yang lebih panjang daripada algoritma *Theta** sebesar 13,33% atau 4 titik koordinat dan algoritma *Theta** menghasilkan waktu pemrosesan yang lebih kecil daripada algoritma *Field D**.
- d. Algoritma *Field D** dan algoritma *Theta** tidak menunjukkan hasil yang optimal jika diimplementasikan pada permainan *Pacman*, karena pada permainan *Pacman* percabangannya hanya sedikit dan tidak kompleks. Sedangkan algoritma *Field D** dan algoritma *Theta** membutuhkan percabangan yang kompleks untuk dapat menunjukkan kemampuannya.

5.2. Saran

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

- a. Pembuatan program dapat dilakukan dengan menggunakan contoh kasus yang lebih tepat tetapi tetap menggunakan *platform* yang sama dengan *Pacman*, yaitu menggunakan *girdmap* untuk *mapnya*, sehingga dapat terlihat kemampuan dari algoritma *Field D** yang sesungguhnya dalam penghematan *path cost* dan kemampuan dari algoritma *Theta** dalam menghasilkan panjang *path* yang lebih kecil dibandingkan dengan algoritma lainnya.
- b. Apabila fokus penelitian pada permainan *Pacman*, maka dapat dibuat menjadi seperti *environment* *pacman* yang sesungguhnya sehingga agen cerdas dapat dibuat lebih pintar dengan memiliki “kepribadian” dan bisa mengetahui *environment* disekitar agen. Jadi agen cerdas memiliki kemampuan ganda, disatu sisi dapat memperkirakan pergerakan *Pacman* selanjutnya atau mampu memprediksi *environment* dan disisi yang lain dapat mencari jalur terpendek dari 2 buah titik. Salah satu contohnya adalah agen dapat menghindari rintangan apabila agen mendapat prediksi resiko yang merugikan ketika melakukan pencarian jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bimantara, A. (2015). Evaluasi Penerapan Algoritma A* Dan Algoritma Jump Point Search Pada Game Lode-Runner, The Legend Return.
- Daniel, K., Nash, A., Koenig, S., & Felner, A. (2007). Theta*: Any-Angle Path Planning on Grids. *Journal of Artificial Intelligence*.
- Daniel, K., Nash, A., Koenig, S., & Felner, A. (2010). Theta* : Any-Angle Path Planning on Grids. *Journal of Artificial Intelligence Research*.
- Ferguson, D., & Stentz, A. (2005). The Field D* Algorithm for Improved Path Planning and Replanning in Uniform and Non-Uniform Cost Environments.
- Ferguson, D., & Stentz, A. (2006). Using Interpolation to Improve Path Planning: The Field D* Algorithm. *Journal of Field Robotics*, 79-101.
- Indrajaya, G. T. (2016). Implementasi Algoritma PEA* pada Permainan Pac-Man.
- Koenig, S., & Likhachev, M. (2002). D* Lite. *American Association for Artificial Intelligence*.
- Nash, A. (2010, September 8). *Theta*: Any-Angle Path Planning for Smoother Trajectories in Continuous Environments*. Diambil kembali dari aigamedev.com: <http://aigamedev.com/open/tutorials/theta-star-any-angle-paths/>
- Patel, A. (2009). *Variant A**. Diambil kembali dari Stanford CD Theory: <http://theory.stanford.edu/~amitp/GameProgramming/Variations.html>
- Setiawan, W. (2010). Pembahasan Pencarian Lintasan Terpendek Menggunakan Algoritma Dijkstra dan A*. *Makalah IF3051 Strategi Algoritma*.
- Takaredase, A. K. (2016). Pengembangan Aplikasi Permainan Pacman dengan Menerapkan Algoritma IDA* dan Jump Point Search.