

**ANALISIS IMPLEMENTASI ALGORITMA JUMP POINT SEARCH  
(JPS) PADA GAME TIMMY'S CHALLENGE BERBASIS 3D**

Skripsi



oleh

**ALBERTUS INDRA WIRAWAN  
71120056**

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

# **ANALISIS IMPLEMENTASI ALGORITMA JUMP POINT SEARCH (JPS) PADA GAME TIMMY'S CHALLENGE BERBASIS 3D**

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

**ALBERTUS INDRA WIRAWAN**  
**71120056**

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

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

### **ANALISIS IMPLEMENTASI ALGORITMA JUMP POINT SEARCH (JPS) PADA GAME TIMMY'S CHALLENGE BERBASIS 3D**

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, 18 Oktober 2016



ALBERTUS INDRA WIRAWAN  
71120056

## HALAMAN PERSETUJUAN

Judul : ANALISIS IMPLEMENTASI ALGORITMA JUMP  
POINT SEARCH (JPS) PADA GAME TIMMY'S  
CHALLENGE BERBASIS 3D

Nama Mahasiswa : ALBERTUS INDRA WIRAWAN

N I M : 71120056

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)


Kode : TIW276

Semester : Gasal

Tahun Akademik : 2016/2017

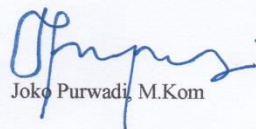
Telah diperiksa dan disetujui di  
Yogyakarta,  
Pada tanggal 28 September 2016

Dosen Pembimbing I



R. Gunawan Santosa, Drs. M.Si.

Dosen Pembimbing II



Joko Purwadi, M.Kom

## HALAMAN PENGESAHAN

### ANALISIS IMPLEMENTASI ALGORITMA JUMP POINT SEARCH (JPS) PADA GAME TIMMY'S CHALLENGE BERBASIS 3D

Oleh: ALBERTUS INDRA WIRAWAN / 71120056

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, 18 Oktober 2016  
Mengesahkan,

Dewan Penguji:


1. R. Gunawan Santosa, Drs. M.Si.
2. Joko Purwadi, M.Kom
3. Restyandito, S.Kom.,MSIS, Ph.D
4. Prihadi Beny Waluyo, SSi., MT.



  
Dekan

  
(Pradi 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 berkat dan rahmat-Nya, skripsi yang berjudul “Analisis Implementasi Algoritma Jump Point Search (JPS) Pada Game Timmy’s Challenge Berbasis 3D “ ini dapat terselesaikan.

Penulis menyusun skripsi ini dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk mencapai gelar sarjana (S1) pada 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. Untuk itulah penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak R. Gunawan Santosa, Drs. M.Si., selaku dosen pembimbing I, yang telah banyak memberikan bimbingan selama penyusunan dan penulisan Skripsi ini.
2. Bapak Joko Purwadi, M.Kom, selaku dosen pembimbing II yang juga telah banyak memberikan masukan dan arahan selama pembuatan skripsi.
3. Kepada keluarga terkasih, Bapak, Ibu, dan kakak saya yang memberikan dukungan, doa, nasehat, dan motivasi hingga sampai detik ini penulis menyelesaikan studi.
4. Kepada teman-teman jurusan Teknik Informatika 2012, yang senantiasa ada untuk memberikan dukungan, dan sama-sama berjuang untuk menyelesaikan tugas akhir.
5. Kepada keluarga besar yang senantiasa memotivasi serta selalu mendoakan kelancaran studi hingga Skripsi ini terselesaikan, dan semua keluarga yang tak bisa disebutkan satu per satu.
6. Kepada Tim KTB, Damar, Wenwen, Ago, Winni, Bima, Tatan, Vero, Cungkring, Cahyo, dan Rio yang selalu menemani dalam suka dan duka dalam tawa dan tangis selama menjalani masa studi bersama.
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.

Terimakasih

©UKDWN

## **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, September 2016



## INTISARI

### ANALISIS IMPLEMENTASI ALGORITMA JUMP POINT SEARCH (JPS) PADA GAME TIMMY'S CHALLENGE BERBASIS 3D

*Pathfinding* atau *pathing* adalah metode untuk mencari jalur atau menemukan rute terpendek antara dua titik yang akan dilalui. Ada beberapa algoritma yang dapat digunakan untuk mencari jalur terdekat, salah satunya adalah algoritma *Jump Point Search*. Dalam penelitian ini, penulis melakukan implementasi dan evaluasi algoritma *Jump Point Search* dalam permainan Timmy's Challenge. Evaluasi dilakukan dengan mengukur *visited node* dan *running time* pada seluruh *tree* yang dilewati oleh algoritma *Jump Point Search*. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, penulis menemukan bahwa tidak sepenuhnya algoritma *jump point search* mendapatkan hasil yang optimal dari sisi *visited node* dan *running time*. Masih ada kemungkinan terdapat *path* yang lebih optimal dari segi *visited node* dan *running time* dengan jalur alternatif lain yang tidak diprioritaskan oleh algoritma JPS.

**Kata Kunci:** Jump Point Search, Pathfinding, Implementasi Algoritma, Game.

# DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
Halaman persetujuan.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
KATA PENGANTAR .....	viii
INTISARI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Sistem .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
BAB II.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Permainan Timmy's Challenge .....	7
2.2.2 Pathfinding .....	9
2.2.3 <i>Jump Point</i> Search.....	9
2.2.4 Game Engine .....	16
2.2.5 Unity Game Engine .....	17
2.2.6 Adventure (Game Genre) .....	17
2.2.7 3 Dimensi .....	18
BAB III .....	19
3.1 Spesifikasi Perangkat .....	19
3.2 Rancangan Proses Sistem.....	20

3.2.1 Rancangan <i>Flowchart</i> Permainan Timmy's Challenge.....	20
3.2.2 Rancangan Algoritma Pencarian pada NPC.....	21
3.3 Rancangan Permainan.....	26
3.3.1 <i>Game Design</i> .....	26
3.3.2 <i>Mapping Input</i> .....	28
3.4 Rancangan Tampilan Sistem.....	28
3.4.1 Tampilan <i>Main Menu</i> .....	28
3.4.2 Tampilan <i>Help</i> .....	29
3.4.3 Tampilan <i>About Game</i> .....	30
3.4.4 Tampilan <i>Play Game</i> .....	30
BAB IV .....	36
4.1 Implementasi Sistem.....	36
4.1.1 Sistem <i>Interface</i> .....	36
4.1.2 Sistem <i>Map</i> .....	43
4.1.3 Sistem Algoritma <i>JPS</i> .....	45
4.1.4 <i>Node</i> .....	49
4.1.5 Sorted Heap .....	50
4.2 Analisis Sistem.....	55
BAB V.....	75
5.1 Kesimpulan .....	75
5.2 Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA .....	77

## DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar 1. Mock-up dari main menu</i> .....	8
<i>Gambar 2. Mock-up dasar dari map beserta isi dalam map</i> .....	8
<i>Gambar 3 Kondisi pruning</i> .....	10
<i>Gambar 4. pseudocode Identifikasi Successors (Harabor &amp; Grastien, 2013)</i> .....	11
<i>Gambar 5. pseudocode fungsi jump (Harabor &amp; Grastien, 2013)</i> .....	12
<i>Gambar 6. Contoh map kasus</i> .....	13
<i>Gambar 7. Hasil pathfinding menggunakan algoritma JPS</i> .....	15
<i>Gambar 8. Tree contoh kasus</i> .....	15
<i>Gambar 9. pathfinding yang dilakukan JPS pada game Baldur's Gate II: Shadows of Amn and Dragon Age: Origins (Harabor &amp; Grastien, 2013)</i> .....	16
<i>Gambar 10. Flowchart Permainan Timmy's Challenge</i> .....	20
<i>Gambar 11. Flowchart gambaran umum algoritma JPS</i> .....	22
<i>Gambar 12. Flowchart fungsi pruning</i> .....	24
<i>Gambar 13. Flowchart jump point</i> .....	25
<i>Gambar 14. Tampilan Main Menu</i> .....	29
<i>Gambar 15. Tampilan Help</i> .....	29
<i>Gambar 16. Tampilan About Game</i> .....	30
<i>Gambar 17. Tampilan map pada level 1</i> .....	31
<i>Gambar 18. Tampilan map pada level 2</i> .....	32
<i>Gambar 19. Tampilan map pada level 3</i> .....	32
<i>Gambar 20. Tampilan Lose Condition</i> .....	33
<i>Gambar 21. Tampilan Win Condition</i> .....	34
<i>Gambar 22. Tampilan HUD</i> .....	34
<i>Gambar 23. Tampilan Main Menu</i> .....	37
<i>Gambar 24. Tampilan Menu Help</i> .....	37
<i>Gambar 25. Tampilan Menu About</i> .....	38
<i>Gambar 26. Tampilan Developer Setting</i> .....	38
<i>Gambar 27. Tampilan in game</i> .....	40

<i>Gambar 28. Tampilan Menu Pause</i> .....	40
<i>Gambar 29. Tampilan You Lose</i> .....	41
<i>Gambar 30. Tampilan Try Again</i> .....	41
<i>Gambar 31 Tampilan You Win</i> .....	42
<i>Gambar 32. Tampilan Menu Debugging</i> .....	43
<i>Gambar 33. Karakter Player</i> .....	46
<i>Gambar 34. NPC</i> .....	47

©UKDW

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tabel pencarian algoritma <i>Jump Point Search</i> .....	14
Tabel 2. Tabel <i>mapping input</i> .....	28
Tabel 3. Tabel <i>variable</i> pada <i>map</i> .....	44
Tabel 4. Tabel <i>function</i> pada <i>map</i> .....	44
Tabel 5. Tabel <i>variable</i> pada <i>player</i> .....	46
Tabel 6. Tabel <i>function</i> pada <i>player</i> .....	46
Tabel 7. Tabel <i>variable</i> pada <i>terrain</i> .....	47
Tabel 8. Tabel <i>function</i> pada <i>terrain</i> .....	48
Tabel 9. Tabel <i>variable</i> pada <i>node</i> .....	49
Tabel 10. Tabel <i>function</i> pada <i>node</i> .....	49
Tabel 11. Tabel <i>variable</i> pada <i>sorted heap</i> .....	50
Tabel 12. Tabel <i>function</i> pada <i>sorted heap</i> .....	50
Tabel 13. Tabel hasil pengujian JPS pada NPC pertama level pertama .....	55
Tabel 14. Tabel hasil pengujian JPS pada NPC kedua level pertama.....	56
Tabel 15. Tabel hasil pengujian JPS pada NPC ketiga level pertama .....	58
Tabel 16. Tabel hasil pengujian JPS pada NPC pertama level kedua.....	59
Tabel 17. Tabel hasil pengujian JPS pada NPC kedua level kedua.....	61
Tabel 18. Tabel hasil pengujian JPS pada NPC ketiga level kedua.....	63
Tabel 19. Tabel hasil pengujian JPS pada NPC keempat level kedua .....	64
Tabel 20. Tabel hasil pengujian JPS pada NPC pertama level ketiga .....	65
Tabel 21. Tabel hasil pengujian JPS pada NPC kedua level ketiga.....	66
Tabel 22. Tabel hasil pengujian JPS pada NPC ketiga level ketiga .....	69
Tabel 23. Tabel hasil pengujian JPS pada NPC keempat level ketiga.....	71
Tabel 24. Tabel hasil pengujian <i>running time</i> pada JPS saat dijalankan bersamaan dengan rendering <i>game world</i> .....	73

## INTISARI

### ANALISIS IMPLEMENTASI ALGORITMA JUMP POINT SEARCH (JPS) PADA GAME TIMMY'S CHALLENGE BERBASIS 3D

*Pathfinding* atau *pathing* adalah metode untuk mencari jalur atau menemukan rute terpendek antara dua titik yang akan dilalui. Ada beberapa algoritma yang dapat digunakan untuk mencari jalur terdekat, salah satunya adalah algoritma *Jump Point Search*. Dalam penelitian ini, penulis melakukan implementasi dan evaluasi algoritma *Jump Point Search* dalam permainan Timmy's Challenge. Evaluasi dilakukan dengan mengukur *visited node* dan *running time* pada seluruh *tree* yang dilewati oleh algoritma *Jump Point Search*. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, penulis menemukan bahwa tidak sepenuhnya algoritma *jump point search* mendapatkan hasil yang optimal dari sisi *visited node* dan *running time*. Masih ada kemungkinan terdapat *path* yang lebih optimal dari segi *visited node* dan *running time* dengan jalur alternatif lain yang tidak diprioritaskan oleh algoritma JPS.

**Kata Kunci:** Jump Point Search, Pathfinding, Implementasi Algoritma, Game.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada saat ini, teknologi hiburan berkembang begitu pesat, tak terkecuali dengan hiburan *video games*. *Video games* sendiri memiliki banyak *genre* ulai dari *action*, *adventure*, *puzzle*, RPG dan lain-lain. Permainan *Timmy's Challenge*, merupakan *game* bergenre *adventure*. *Game* ini menceritakan tentang karakter Timmy yang tersesat di suatu wilayah, *goal* Timmy pada permainan ini yaitu keluar dari wilayah tersebut. Akan tetapi, hal tersebut tidak mudah, dikarenakan ada banyak rintangan dan banyak musuh yang harus dilewati. Walaupun terlihat menarik, namun permainan ini masih belum dinamis. Agar terlihat lebih dinamis, permainan ini perlu ditambahkan *Artificial Intelligence*, khususnya *pathfinding*.

Algoritma *pathfinding* selalu berkembang setiap saat sehingga menghasilkan banyak algoritma yang lebih cepat dan efisien. Algoritma JPS(*Jump point Search*) merupakan salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk melakukan *pathfinding*. JPS memiliki keunggulan dibandingkan beberapa algoritma *pathfinding* lainnya. JPS melakukan pencarian 10 kali lebih cepat dibandingkan A\*, serta algoritma JPS tidak membutuhkan *extra memory* hal tersebut menyebabkan jauh lebih baik dibandingkan dengan A\*. Teknik algoritma JPS juga mendekati dengan algoritma HPA\* (Tanner, 2013).

Algoritma JPS dalam hal ini akan digunakan untuk mencari jarak terpendek NPC(*Non-Player Character*) pada permainan *Timmy's Challenge*. *Pathfinding* pada NPC akan digunakan sebagai pergerakan untuk mengejar karakter *player*.



Pada tugas akhir ini, akan dilakukan sebuah penelitian implementasi *JPS* pada permainan *Timmy's Challenge* dan menganalisis efektivitas dari algoritma *JPS* dalam penerapan pada permainan *Timmy's Challenge*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka permasalahan yang akan diteliti adalah:

- a) Bagaimana implementasi algoritma *JPS* untuk *pathfinding* dalam game *Timmy's Challenge*
- b) Bagaimana tingkat efektivitas implementasi algoritma berdasarkan setiap kemungkinan *tree* dari sebuah *start node* menuju ke *end node* dalam game *Timmy's Challenge*

## 1.3 Batasan Sistem

Batasan sistem dalam penelitian ini adalah:

- a) *Video games* dibuat dengan menggunakan bahasa C# dan menggunakan *game engine* Unity sebagai dasar pembuatan game 3D.
- b) Penerapan algoritma *pathfinding* hanya dilakukan di NPC.
- c) Pada penelitian ini penulis tidak melihat sisi antar muka *game*.
- d) Melakukan evaluasi berdasarkan efisiensi algoritma *JPS*.
- e) *Map* yang diimplementasikan adalah *map* yang statis

## 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi algoritma *pathfinding* *JPS* berdasarkan *running-time* dan jumlah *visited node* yang diperoleh

berdasarkan semua kemungkinan *tree* dalam melakukan pencarian jalur terdekat dalam kasus game *Timmy's Challenge* berbasis 3D.

## 1.5 Metodologi Penelitian

Berikut merupakan metodologi-metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini :

a. Studi Literatur

Mencari dan mengumpulkan sumber-sumber seperti jurnal, buku dan situs internet. Sumber-sumber tersebut digunakan sebagai acuan untuk memulai penelitian tentang algoritma *pathfinding*.

b. Merancang Konsep Game

Merancang konsep permainan *Timmy's Challenge*. Mulai dari merancang alur cerita, *gameplay* dan desain antar muka.

c. Penerapan Sistem

Setelah melakukan perancangan, dilakukan penerapan sistem permainan seperti karakter, *game world*, *obstacles* dan membuat sistem pergerakan karakter *player*.

d. Implementasi algoritma *pathfinding*

Apabila sistem pada permainan sudah diterapkan, maka selanjutnya adalah implementasi algoritma *pathfinding* JPS di NPC.

e. Evaluasi

Melakukan percobaan dan evaluasi pada permainan *Timmy's Challenge*. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan *running-time* dan *visited node* dari setiap kemungkinan *tree* sebuah *start node* menuju ke *end node*.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada laporan tugas akhir ini terdiri dari 5 bab, yaitu:

Bab I Pendahuluan. Bab ini menjelaskan tentang penelitian yang akan dilakukan. Bab ini terdiri dari beberapa bagian, yaitu latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian dan sistematika penelitian.

Bab II Tinjauan Pustaka. Bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang menjadi landasan teori pada penelitian yang akan dilakukan. Teori-teori diambil dari beberapa sumber yang dapat dipertanggungjawabkan. Landasan teori ini selanjutnya akan dijadikan sebagai acuan teori untuk mengerjakan penelitian yang akan dilakukan.

Bab III Analisis dan Perancangan Sistem. Bab ini menjelaskan tentang perancangan permainan *Timmy's Challenge*, serta penerapan algoritma JPS pada NPC. Bab ini juga menjelaskan tentang desain *game* yang ada dalam permainan *Timmy's Challenge*

Bab IV Implementasi dan Analisis Sistem. Bab ini menjelaskan tentang hasil penelitian dan analisa berkaitan dengan masalah yang ada. Penjelasan didukung dengan menggunakan deskripsi, table, grafik, dan gambar pendukung.

Bab V Kesimpulan dan Saran. Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan implementasi dan analisis yang telah dilakukan oleh penulis, maka dapat disimpulkan bahwa:

- a. Algoritma *Jump point Search* secara *default* dapat diterapkan dalam sistem permainan 3D dengan menggunakan *game engine* Unity.
- b. Implementasi seluruh *tree* yang dilewati oleh algoritma *Jump point Search* tidak sepenuhnya berhasil. Berdasarkan hasil pengujian dari 329 data uji, terdapat 8.8% *tree* yang gagal menemukan *goal*. Hal ini disebabkan karena metode *pruning* yang digunakan oleh algoritma *Jump point Search*.
- c. Pada segi jumlah *visited node* dan *running time*, *Jump point Search* secara *default* memiliki nilai yang lebih baik bila dibandingkan dengan rata-rata nilai seluruh *tree* yang telah diuji. Namun, pada kasus tertentu terdapat *tree* yang memiliki *path* alternatif yang lebih baik dari sisi *visited node* ataupun *running time*. Berdasarkan hasil pengujian dari 329 data uji, terdapat 1.5% *tree* jalur alternatif yang memiliki *running time* lebih cepat, terdapat 0.6% *tree* jalur alternatif yang memiliki *visited node* lebih sedikit dan terdapat 0.3% *tree* yang memiliki *visited node* serta *running time* yang lebih baik dibanding jalur *default*

#### 5.2 Saran

Saran-saran yang dapat digunakan dalam pengembangan aplikasi selanjutnya antara lain :

- a. Implementasi map pada sistem dengan menggunakan map yang dapat melakukan *generating obstacle* secara otomatis dan lebih luas. Sehingga data yang diuji menjadi lebih bervariasi.
- b. Implementasi NPC dibuat lebih cerdas dengan dapat mengetahui *obstacle* yang muncul secara tiba-tiba saat permainan berjalan. Sehingga dapat jalur alternatif lain yang tidak tertutup oleh *obstacle* tersebut.
- c. Dilakukan *delay* waktu dalam beberapa saat hingga proses *rendering world map* selesai dilakukan, sehingga dapat menghasilkan *running time* algoritma yang lebih baik diawal permainan.

©UKDW

## DAFTAR PUSTAKA

- Cavallari, B., Hedberg, J., & Harper, B. (2013). Adventure games in education: A review. *The Australian Journal of Educational Technology*.
- Ekasari, Yeti (2012). *Merancang Game Petualangan “Binggo” Menggunakan Unity 3D Game Engine*. Skripsi. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer AMIKOM. 5.
- Harabor, D. (2011, September 7). *Jump Point Search*. Retrieved 10 4, 2015, from Shortest Path: <https://harablog.wordpress.com/2011/09/07/jump-point-search/>
- Harabor, D., Hedberg, J., & Grastien, A. (2011). Online Graph Pruning for Pathfinding on Grid Maps. *National Conference on Artificial Intelligence (AAAI)*, 3.
- Haryadi, F. (2012). Metode Pathfinding pada map 2D Menggunakan Algoritma Diagonal & Bidirectional BFS. 1.
- Irwansyah, E., & Moniaga, J. (2014). *Pengantar Teknologi Informasi*. Yogyakarta: Deepublish.
- Tanner, B. (2013). Jump Point Search Analysis. *Jump Point Search Analysis*, 1-2.