

**IMPLEMENTASI ALGORITMA A* (A STAR)
PADA GAME 3D DENGAN TARGET DINAMIS**

Skripsi



oleh
SIMSON
22971797

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2018

IMPLEMENTASI ALGORITMA A* (A STAR) PADA GAME 3D DENGAN TARGET 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

SIMSON
22971797

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI
INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2018

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

IMPLEMENTASI ALGORITMA A* (A STAR) PADA GAME 3D DENGAN TARGET DINAMIS

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Informatika Fakultas Teknik Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi kesarjanaaan 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 kesarjanaaan saya.

Yogyakarta, 26 Juni 2018



HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : IMPLEMENTASI ALGORITMA A*(A-STAR)
PADA GAME 3D DENGAN TARGET DINAMIS

Nama Mahasiswa : SIMSON

N I M : 22971797

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIW276

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2017/2018

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 17 Mei 2018

Dosen Pembimbing I

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

Dosen Pembimbing II

Hendro Setiadi, M.Eng

HALAMAN PENGESAHAN

**IMPLEMENTASI ALGORITMA A*(A-STAR)
PADA GAME 3D DENGAN TARGET DINAMIS**

Oleh: SIMSON / 22971797

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 6 Juni 2018

Yogyakarta, 28 Juni 2018
Mengesahkan,


Dewan Penguji:

1. Rosa Delima, S.Kom., M.Kom.
2. Hendro Setradi, M.Eng.
3. Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs.
4. Joko Purwandi, M.Kom.



Dean




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

Ketua Program Studi


(Gloria Virginia, Ph.D.)

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dukungan dari berbagai pihak. Peneliti secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Peneliti banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus segala rahmat serta karunia-Nya yang memberikan kekuatan bagi peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Kepada Keluarga saya yang selama ini telah membantu peneliti dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa. Kemudian terima kasih banyak untuk kakakku tercinta Niken Dewi Nababan, keponakanku Yehoy Sidjabat yang telah memberikan dukungan serta perhatian kepada peneliti.
3. Kepada Ibu Rosa Delima, S.Kom., M.Kom dan Bapak Hendro Setiadi, M.Eng selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada peneliti.
4. Kepada Ibu Gloria Virginia, S.Kom, MAI, Ph.D, selaku Ketua Program Studi yang selalu membantu dalam memberikan ilmunya
5. Kepada para developer game , khususnya kepada Yeremia Andi Irawan, Temmy Susanto, sering mengingatkan.
6. Teman-teman bermainku dari Flux Net, Team Event Game, serta teman – teman Alumni FTI UKDW Angkatan 97.
7. Sahabat-sahabat yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa hingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
8. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian skripsi yang yang tidak bisa peneliti sebutkan satu persatu

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan wawasan kepada penulis khususnya dan untuk para pembaca. Penulis juga mohon apabila di dalam penyusunan skripsi ini terdapat kesalahan di dalam penyusunan maupun kosakata yang ada. Penulis sadar bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna untuk itu saran dan kritik sangat penulis harapkan demi kebaikan untuk kedepannya.

Yogyakarta, 18 Mei 2018

Penulis

SIMSON

©UKDW

ABSTRAK

Game pada umumnya dibuat untuk menghibur, adanya *Non Player Character* (NPC) memainkan peranan penting dalam banyak permainan, misalkan menjadi musuh ataupun teman dan yang berhubungan dengan permainan akan lebih menarik bila memiliki kecerdasan buatan, Salah satu metode kecerdasan buatan yang sering digunakan dalam *game* adalah *pathfinding*. *Pathfinding* yang optimal merupakan sesuatu yang rumit dilakukan dengan cara mencoba-coba rute yang ada, waktu yang dibutuhkan juga terpengaruh oleh tingkat kerumitan lingkungannya. Setiap NPC harus dapat mencari jalurnya masing-masing untuk mencapai sebuah target yang telah ditentukan sebelumnya dengan berbagai hambatan yang telah ada dan dapat diubah sesuai kebutuhan. Sehingga permainan dapat dibuat lebih menarik. Salah satu algoritma yang digunakan pada *pathfinding* adalah A* (*A Star*) digunakan dalam melakukan pencarian jalur yang optimal yang menghubungkan dua titik pada peta (grafik) dari permainan yang ada. A* lebih cocok untuk sebuah lingkungan di mana ada beberapa rute di sekitar lingkungan yang ada. Algoritma A* dapat membantu NPC untuk menemukan rute dalam mencari keberadaan target dengan berbagai halangan yang disediakan.

Kata kunci:- *Pathfinding*, Algoritma A* (*A Star*), Kecerdasan Buatan, Game, Skripsi.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Metodologi dan Pendekatan Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan Laporan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pengenalan Game	6
2.2 Game	7
2.2.1 Konsep Game	7
2.2.2 Desain Game	10
2.2.3 Elemen Game.....	11
2.2.4 Artificial Intelligence	12
2.2.5 Pathfinding	12
2.2.6 Bread First Search.....	13
2.2.7 Deep First Search.....	14
2.2.8 Algoritma A* (A Star).....	14

2.2.9 Fungsi Heuristic.....	18
2.2.10 Manhattan Distance.....	18
2.2.11 Euclidean Distance.....	19
2.3 Unity Engine.....	19
2.3.1 Unity 3D.....	19
2.3.2 Fitur-Fitur pada Unity.....	24
2.3.3 Lisensi Unity (Game Engine)	25
2.4 Blender 3D	25
2.5 Navigation Mesh	26
BAB III DESAIN DAN PERANCANGAN SISTEM	28
3.1 Desain Game	28
3.2 Perancangan isi Game	28
3.3 Gameplay	30
3.3.1 Kontrol Game	30
3.3.2 Flowchart	31
3.4 Perancangan Artificial Intelligence	34
3.4.1 Simulasi A* (A Star)	34
3.5. Grafik dan Desain	47
3.5.1 Desain Karakter	48
3.5.2 Tampilan Antar Muka	49
3.5.3 Tampilan Menu Utama	50
3.5.4 Tampilan Keberhasilan Misi	51
3.5.5 Tampilan Petunjuk	52
BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	53
4.1 Implementasi Game	53
4.1.1 Implementasi Karakter	53
4.1.2 Membuat Script	54
4.1.3 Pembuatan Navigator Mesh	54

4.1.4 Implementasi Tampilan Muka	57
4.2 Testing Game	60
4.3 Pengujian Pencarian Rute	61
BAB V PENUTUP	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	67

©UKDWN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kontrol game	31
Tabel 3.2 Iterasi perhitungan langkah awal	38
Tabel 3.3 Iterasi perhitungan kedua	39
Tabel 3.4 Iterasi perhitungan ketiga.....	40
Tabel 3.5 Iterasi perhitungan ke empat.....	41
Tabel 3.6 Iterasi perhitungan kelima.....	42
Tabel 3.7 tabel karakter.....	45
Tabel 4.1 gambar karakter didalam game.....	49
Tabel 4.2 Daftar Script.....	52
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Demo Game.....	55
Tabel 4.2 uji coba rute terpendek	56
Tabel 4.3 koordinat yang diambil NPC.....	57
Tabel 4.4 Uji coba rute terpendek	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi proses Algoritma A* (<i>A star</i>)	14
Gambar 2.2 Ilustrasi proses Algoritma A* (<i>A star</i>).....	14
Gambar 2.11. Logo <i>Unity3D</i>	19
Gambar 2.12. Tampilan muka <i>Unity3D</i>	22
Gambar 2.13. Logo <i>Unity3D</i>	25
Gambar 2.14 Ilustrasi <i>Navigation Mesh</i>	27
Gambar 3.1 Rancangan <i>flowchart</i> Game.....	32
Gambar 3.2 Rancangan <i>flowchart</i> misi	32
Gambar 3.3 Rancangan <i>flowchart</i> NPC <i>semi</i> Agresif.....	33
Gambar 3.4 Rancangan <i>flowchart</i> NPC Agresif.....	34
Gambar 3.5 Ilustrasi proses Algoritma A* (<i>A star</i>)	36
Gambar 3.6 Ilustrasi <i>closed list</i>	36
Gambar 3.7. Ilustrasi <i>cost</i> pada A*	36
Gambar 3.8. Ilustrasi jarak pada A*	36
Gambar 3.9 Ilustrasi proses Algoritma A* (<i>A star</i>).....	37
Gambar 3.10 <i>Tree</i> untuk pencarian jalan terpendek	38
Gambar 3.11 Ilustrasi proses Algoritma A* (<i>A star</i>).....	38
Gambar 3.12 <i>Tree</i> untuk pencarian jalan terpendek	39
Gambar 3.13 Ilustrasi proses Algoritma A* (<i>A star</i>).....	39
Gambar 3.14 <i>Tree</i> untuk pencarian jalan terpendek.....	40
Gambar 3.15 Ilustrasi proses Algoritma A* (<i>A star</i>).....	40
Gambar 3.16 <i>Tree</i> untuk pencarian jalan terpendek	41
Gambar 3.17 Ilustrasi pengecekan nilai semua kotak telah didapat	42
Gambar 3.18 <i>Tree</i> untuk pencarian jalan terpendek	46
Gambar 3.19 Ilustrasi rute yang telah didapat	48
Gambar 3.20 Karakter <i>player</i>	48
Gambar 3.21 Karakter NPC musuh	49

Gambar 3.22 Rancangan <i>Splash Screen</i>	50
Gambar 3.23 Rancangan tampilan menu utama	50
Gambar 3.24 Rancangan Tampilan pertanyaan Oleh NPC	51
Gambar 3.25 Rancangan Tampilan Misi Selesai	51
Gambar 3.26 Rancangan tampilan jawaban gagal	51
Gambar 3.27 Rancangan tampilan petunjuk permainan	52
Gambar 4.1 <i>Navigation Mesh</i> game 3D (dag dig dug)	55
Gambar 4.2 <i>Navigation Mesh</i> level 1	56
Gambar 4.3 <i>Navigation Mesh</i> level 2	57
Gambar 4.4 <i>splash screen</i>	58
Gambar 4.5 Menu utama	58
Gambar 4.6 Petunjuk (?)	59
Gambar 4.7 Portal tujuan	59
Gambar 4.8 Pertanyaan NPC	60
Gambar 4.9 Pertanyaan NPC	60
Gambar 4.10 Player berhasil	60
Gambar 4.11 Player berhasil	60
Gambar 4.12 Testing <i>Navigation Mesh</i>	62

ABSTRAK

Game pada umumnya dibuat untuk menghibur, adanya *Non Player Character* (NPC) memainkan peranan penting dalam banyak permainan, misalkan menjadi musuh ataupun teman dan yang berhubungan dengan permainan akan lebih menarik bila memiliki kecerdasan buatan, Salah satu metode kecerdasan buatan yang sering digunakan dalam *game* adalah *pathfinding*. *Pathfinding* yang optimal merupakan sesuatu yang rumit dilakukan dengan cara mencoba-coba rute yang ada, waktu yang dibutuhkan juga terpengaruh oleh tingkat kerumitan lingkungannya. Setiap NPC harus dapat mencari jalurnya masing-masing untuk mencapai sebuah target yang telah ditentukan sebelumnya dengan berbagai hambatan yang telah ada dan dapat diubah sesuai kebutuhan. Sehingga permainan dapat dibuat lebih menarik. Salah satu algoritma yang digunakan pada *pathfinding* adalah A* (*A Star*) digunakan dalam melakukan pencarian jalur yang optimal yang menghubungkan dua titik pada peta (grafik) dari permainan yang ada. A* lebih cocok untuk sebuah lingkungan di mana ada beberapa rute di sekitar lingkungan yang ada. Algoritma A* dapat membantu NPC untuk menemukan rute dalam mencari keberadaan target dengan berbagai halangan yang disediakan.

Kata kunci:- *Pathfinding*, Algoritma A* (*A Star*), Kecerdasan Buatan, Game, Skripsi.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Game dalam pandangan umum adalah permainan yang dapat dimainkan satu orang atau lebih memiliki dan memiliki peraturan sedangkan *video game* adalah sebuah game interaktif yang menggunakan media perangkat video untuk memvisualisasikannya. *Video game* saat ini sangat digemari sebagai salah satu alternatif hiburan karena dengan bermain game mereka tidak perlu keluar rumah.

Video Game dibagi ada bermacam-macam *genre* seperti *Action* adalah tipe permainan yang menuntut reaksi cepat dari *player*, *Adventure* adalah tipe permainan yang memiliki alur cerita tunggal, *RPG* (Role Playing Games) tipe permainan yang mirip dengan *adventure* dengan alur cerita yang lebih beragam, *Puzzle* adalah tipe permainan yang mengandung teka-teki, *Simulation* adalah tipe permainan yang menggunakan teori ilmiah saat dimainkan, *Strategy* adalah tipe permainan yang mengharuskan *playernya* merancang dan mengatur rencana secara tepat untuk menyelesaikan tantangan, *Sports* adalah tipe permainan yang menggunakan tema olah-raga, dan kategori *music* yang mirip dengan *action* tetapi menggunakan irama musik sebagai acuan gerakan (Blain, 2011)

Pada pembuatan *game* “3D” yang merupakan singkatan dari “Dag Dig Dug” adalah game ringan yang interaktif tiga dimensi dengan jenis *adventure*, game ini memiliki *storyline* dimana *player* (*player*) memiliki *quest* (tugas) untuk bergerak menuju lokasi yang sudah di tentukan. Dalam proses pengerjaan *quest*

tersebut, *player* akan menemui tantangan berupa *Non player character* (NPC) yang digerakan oleh *Artificial Intelligence* (AI). Selain tantangan NPC juga ada tantangan lain berupa pembatasan waktu penyelesaian *quest*. Bila *player* tertangkap atau gagal menjawab pertanyaan dari NPC maka permainan bisa berakhir dan *player* harus mengulang dari awal permainan, Permainan ini merupakan permainan *single player game* atau permainan yang dimainkan sendiri. Kesuksesan permainan ini bergantung kepada kecepatan *player* dalam menghindari NPC dan ketepatan dalam menjawab pertanyaan yang di berikan oleh NPC. Algoritma yang dipergunakan oleh NPC untuk mengejar *player* adalah algoritma *Pathfinding* (pencarian jalur).

Terdapat berbagai Algoritma pencarian jalur yang dapat dipakai yaitu *Breadth-first Search*, *Depth-first Search*, *Dijkstra* dan *A** (Astar). Algoritma *Breadth-first search* dan *Depth-first Search* adalah algoritma pencarian rute tanpa menghitung jarak yang harus ditempuh. Sedangkan Algoritma *Dijkstra* dan Algoritma *A** sudah memperhitungkan jarak yang harus ditempuh dalam mencapai tujuan. Saat ini banyak *game* modern menggunakan Algoritma *A** karena mampu menjamin akan menemukan jalur terpendek (Hart et al., 1968).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari Tugas Akhir adalah :

- a. Bagaimana implementasi algoritma *Pathfinding A** dalam mencari jalur terpendek dengan kondisi bersyarat dan target dinamis pada *Non Player Character*.
- b. Apakah implementasi algoritma *A** pada AI selalu mencapai tujuan untuk mengejar *player*?

1.3 Batasan Masalah

Penulisan Tugas Akhir ini dibatasi dengan hanya menangani :

- a. Implementasi menggunakan algoritma *Pathfinding* dengan Algoritma A* (Astar) pada *Non Player Character* .
- b. *Game* menggunakan visualisasi *Third Person Shooter* (TPS)
- c. *Game* dengan mode *Single Player*
- d. *Game* tidak menyimpan data *player*

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah :

- a. Dapat memberikan kecerdasan buatan dengan menggunakan algoritma Algoritma A* (Astar) dalam NPC lawan.
- b. Mengetahui hasil implementasi algoritma A* pada *Non Player Character* dalam mengejar *player*.

1.5 Metodologi & Pendekatan Penelitian

- a. Studi Pustaka dan literature , Studi pustaka dengan membaca referensi-referensi and partikel maupun jurnal-jurnal yang berhubungan dengan masalah yang dihadapi yang menunjang perancangan dan pembuatan program serta penulisan skripsi.
- b. Perancangan Sistem pada tahap ini berisi perancangan antarmuka dan konsep permainan 3D (Dag Dig Dug)

- c. Pembangunan Sistem Tahap ini merupakan tahap pembuatan program dan implementasi algoritma A Star (A*)
- d. Pengujian dan Analisis pada tahap ini merupakan tahap pengujian system yang telah dibuat dan menganalisa hasil implementasi algoritma A Star (A*)

1.6 Sistematika Penulisan Laporan Penelitian

Penulisan tugas akhir ini dibagi ke dalam 5 bab, yaitu

BAB 1 : PENDAHULUAN

Terdiri atas latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, hipotesis, tujuan penelitian, metode / pendekatan dan sistematika penulisan. Latar belakang masalah berisi uraian deskriptif tentang latar belakang permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir. Perumusan masalah memuat penjelasan mengenai alasan-alasan mengapa masalah yang dikemukakan dalam tugas akhir dianggap menarik, penting dan perlu diriset. Batasan masalah memuat parameter-parameter yang menjadi pembatas dalam penelitian yang dilakukan. Tujuan penelitian menjelaskan secara rinci hal-hal yang ingin dicapai dari usulan penulisan tugas akhir. Metode disini merujuk pada suatu kumpulan prinsip atau teknik yang digunakan untuk memecahkan suatu masalah secara ilmiah. Sistematika penulisan berisi struktur dan keseluruhan penulisan tugas akhir secara sistematis.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

landasan teori yang akan digunakan sebagai dasar teori dalam tugas akhir ini. Adapun teori yang akan dibahas dalam bab ini adalah algoritma A Star (A*)

BAB III : DESIGN DAN PERANCANGAN SISTEM

Dalam perancangan sistem ini akan terdiri rancangan antar muka sistem, *flowchart* dan kebutuhan sistem.

BAB IV : IMPLEMENTASI DAN ANALISA SISTEM

Bab ini terdiri dari *capture* tampilan sistem lengkap dengan penjelasan dan analisis dari system yang dibuat

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan berisi jawaban dari pertanyaan yang dinyatakan dalam perumusan masalah, dan saran berisi ide-ide yang dirasa perlu untuk memperbaiki sistem pada penelitian berikutnya

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pengujian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Konsep NPC yang telah dirancang dapat diimplementasikan dalam *game*.
2. *Pathfinding* algoritma A* (Astar) pada NPC dapat diterapkan dalam *game*.
3. NPC dapat mendeteksi dan menentukan jalan terdekat menuju karakter utama.

5.2 Saran

Setelah dilakukan pengujian, maka saran untuk pengembangan *game* ini adalah sebagai berikut :

1. Dari segi tantangan, dapat ditambahkan level agar menjadi tantangan baru dalam *game*.
2. Dari segi *scene*, dapat dimodifikasi yang lebih kompleks
3. Dari segi objek pendukung, dapat menambahkan rintangan dengan jenis objek yang lebih banyak.
4. Dari segi musuh, dapat dimodifikasi kecepatan pergerakan dari jenis – jenis NPC yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Blain, M John, "An Introduction To Blender 3D – A Book For Beginners" E-Books, 2011
- Kyaw, Aung Sithu; Swe, Thet Naing and Peters, Clifford, "Unity 4.x Game AI Programing". PACKT PUBLISHING, 2013
- Hart, P. E., Nilsson, N. J. and Raphael, B., "A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths". *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics* SSC4 4 (2): 100–107, 1968
- Bartle, R., *Designing virtual worlds*. New Riders, 2003.
- Yunifa, Mochamad Hariadi dan Supeno Mardi. *Strategi Menyerang pada Game FPS Menggunakan Hierarchy Finite Machine dan Logika Fuzzy*, Institut Teknologi Sepuluh November, 2012
- Rouse, Richard III (2005). *Game Design: Theory & Practice* Second Edition, Wordware Publishing, Inc.
- Rollings, A., Morris, D. (2004). *Game Architecture and Design: A New Edition*, New Riders Publishing, Indianapolis, Indiana.
- Schell, Jesse, (2008). *The Art of Game Design, a Book of Lense*, Morgan Kauffman Publisher.
- Tracy, Fullerton, Christopher, Swain, Hoffman Steven S, (2008). *GAME DESIGN WORKSHOP, A Playcentric Approach to Creating Innovative Games*, Published by Elsevier Inc.
- Sobur, Kadir (2015). "Logika dan Penalaran dalam Perspektif Ilmu Pengetahuan", *TAJDID Vol. XIV, No. 2, Juli-Desember 2015*
- Jung Y. An Effective Method of Pathfinding in a Car Racing Game. *IEEE Computer and Automation Engineering (ICCAE) The 2nd International Conference* : 544-547 .2010.
- Geethu E, Mathew. *Direction Based Heuristic For Pathfinding In Video Games*, IEEE Sponsored Second International Conference On Electronics And Communication Systems.2015.
- Björnsson, Y. TBA*: Time-Bounded A*. *IEEE Twenty-first International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-09)*; 431-436.2009.

- Jafar A. Portable Non-Player Character Tutors with Quest Activities, IEEE Virtual Reality : 253-354, 2010.
- Priesterjahn, O. Kramer, A. Evolution of human competitive agents in modern computer games. IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC2006): 777–784. 2006.
- Hagelbäck and S. J. Johansson, The rise of potential fields in realtime strategy bots. Fourth Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment Conference (AIIDE) : 42–47. 2008.
- Avery, S. Louis. Evolving Coordinated Spatial Tactics For Autonomous Entities Using Influence Maps. IEEE Symposium on Computational Intelligence and Games (CIG2009) : 341–348. 2009.
- Dechter and J. Pearl, Generalized Best-First Search Strategies And The Optimality Of A*. Journal of the ACM, vol. 32 : 505-536. 1985.
- M. Bourg, and G. Seemann, AI for Game Developers 1st ed., O'Reilly Media : 51-75. 2004.