

**PENERAPAN ALGORITMA PENCARIAN A* PADA
NAVIGATION MESH SEBAGAI METODE *PATHFINDING*
UNTUK OBJEK DINAMIS PADA *GAME* PENCARIAN
TARGET BERBASIS 3 DIMENSI MENGGUNAKAN UNITY**

SKRIPSI



MUTAWALLY SYARAWY

H13116524

PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER DEPARTEMEN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

AGUSTUS 2020

**PENERAPAN ALGORITMA PENCARIAN A* PADA
NAVIGATION MESH SEBAGAI METODE
PATHFINDING UNTUK OBJEK DINAMIS PADA
GAME PENCARIAN TARGET BERBASIS 3 DIMENSI
MENGUNAKAN UNITY**

SKRIPSI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
pada Program Studi Ilmu Komputer Departemen Matematika Fakultas
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin**

MUTAWALLY SYARAWY

H13116524

**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

AGUSTUS 2020

LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang saya buat dengan judul:

PENERAPAN ALGORITMA PENCARIAN A* PADA NAVIGATION MESH SEBAGAI METODE PATHFINDING UNTUK OBJEK DINAMIS PADA GAME PENCARIAN TARGET BERBASIS 3 DIMENSI MENGGUNAKAN UNITY

adalah benar hasil karya sendiri, bukan hasil plagiat dan belum pernah dipublikasikan dalam bentuk apapun.

Makassar, 18 Agustus 2020



NIM. H13116524

**PENERAPAN ALGORITMA PENCARIAN A* PADA
NAVIGATION MESH SEBAGAI METODE PATHFINDING
UNTUK OBJEK DINAMIS PADA GAME PENCARIAN
TARGET BERBASIS 3 DIMENSI MENGGUNAKAN UNITY**

Disetujui oleh:



Pembimbing Utama

Dr. Hendra, S.Si., M.Kom.
NIP. 19760102 200212 1 001

Pembimbing Pertama

Edy Saputra R, S.Si., M.Si.
NIP. 19910410 202005 3 001

Pada 18 Agustus 2020

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Mutawally Syarawy
NIM : H13116524
Program Studi : Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Penerapan Algoritma Pencarian A* pada *Navigation Mesh*
Sebagai Metode *Pathfinding* Untuk Objek Dinamis Pada
Game Pencarian Target Berbasis 3 Dimensi
Menggunakan Unity

Telah berhasil mempertahankan di hadapan dewan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

DEWAN PENGUJI

Tanda Tangan

1. Ketua : Dr. Hendra, S.Si., M.Kom. (.....)
2. Sekretaris : Edy Saputra, S.Si., M.Si. (.....)
3. Anggota : Dr.Eng. Armin Lawi, S.Si., M.Eng. (.....)
4. Anggota : Supri Bin Hj. Amir, S.Si., M.Eng. (.....)

Ditetapkan di : Makassar

Tanggal : 18 Agustus 2020



KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah *Subhanahu Wa ta'ala*, Tuhan alam semesta yang telah memberikan nikmat kesempatan, waktu, kesehatan dan kemampuan sehingga penulisan skripsi ini bisa selesai tepat waktu. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada *Rasulullah Muhammad Shallallahu Alaihi Wasallam*, yang merupakan teladan mulia dalam menjalankan kehidupan di dunia ini.

Alhamdulillah, skripsi dengan Judul “Penerapan Algoritma Pencarian A* Pada *Navigation Mesh* Sebagai Metode *Pathfinding* Untuk Objek Dinamis Pada *Game* Pencarian Target Berbasis 3 Dimensi Menggunakan Unity” yang disusun sebagai salah satu syarat akademik untuk meraih gelar Sarjana Sains pada Program Studi Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin ini dapat diselesaikan. Walaupun adanya kendala-kendala yang dihadapi khususnya pada wabah COVID-19 saat ini. Tetapi dalam penulisan skripsi ini, penulis mampu menyelesaikan tepat waktu berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, ucapan terima kasih dan apresiasi yang tak terhingga kepada kedua orang tua penulis, Ayahanda **Agus Susanto Jamaluddin** dan Ibunda **Insyana Arsyad** yang tak kenal lelah dalam memanjatkan doa serta memberikan nasihat, dorongan dan motivasi kepada penulis. Serta adinda **Azizah Almi** yang telah memberi ketenangan hati kepada penulis. Tugas akhir ini hanya setitik kebahagiaan kecil yang bisa penulis persembahkan.

Terima kasih juga penulis ucapkan kepada:

1. Rektor Universitas Hasanuddin, Ibu **Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu** beserta jajarannya.
2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuna Alam (FMIPA), **Dr.Eng. Amiruddin** beserta jajarannya.
3. Bapak **Dr. Nurdin, S.Si., M.Si.** sebagai Ketua Departemen Matematika FMIPA Unhas, bapak **Dr. Diaraya, M.Ak.** sebagai Ketua Program Studi Ilmu

Komputer Unhas, dosen-dosen pengajar, dan staf Departemen Matematika dan Fakultas MIPA atas ilmu dan bantuan yang selama ini telah diberikan.

4. Bapak **Dr. Hendra, S.Si., M.Kom.** sebagai dosen pembimbing utama sekaligus ketua tim penguji atas semua ilmu yang telah diberikan selama proses perkuliahan dan senantiasa memberi bimbingan dan memotivasi penulis dalam penulisan skripsi ini.
5. Bapak **Edy Saputra, S.Si., M.Si.** sebagai dosen pembimbing pertama sekaligus sekteraris tim penguji atas ilmu yang diberikan selama proses perkuliahan dan bimbingan, serta segala bentuk bantuan yang telah diberikan, khususnya dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak **Dr.Eng. Armin Lawi, S.Si., M.Eng.** sebagai anggota tim penguji atas segala ilmu yang telah diberikan selama proses perkuliahan serta berbagai masukan dan kritik yang membangun dalam proses penyusunan skripsi ini.
7. Bapak **Supri Bin Hj. Amir, S.Si., M.Eng.** sebagai anggota tim penguji atas segala kritikan dan masukan yang membangun dalam penyusunan skripsi ini..
8. Bapak **Dr. Diaraya, M.Ak.** sebagai dosen pembimbing akademik yang senantiasa memberikan motivasi, dorongan, dan masukan dalam hal akademik selama menjadi mahasiswa Ilmu Komputer Unhas.
9. Teman-teman **ILMU KOMPUTER UNHAS 2016** atas kebersamaan, kepedulian, suka duka, canda tawa yang telah dilalui selama ini. Semoga persahabatan dan kebersamaan kita tidak hilang ditelan waktu.
10. Teman-teman **SSC Squad** yang senantiasa ada untuk memberikan masukan, bantuan, kritik dan solusi terhadap masalah yang dihadapi penulis.
11. Keluarga besar **HIMATIKA FMIPA UNHAS** terkhusus **ALGORITMA 2016** atas segala bentuk dukungan dan bantuan selama menjalani kehidupan kampus. Semoga kesuksesan selalu kita dapatkan dalam setiap langkah kita.
12. Keluarga besar **KM FMIPA UNHAS** terkhusus kepada **MIPA 2016** atas persahabatan, kekerabatan, kerjasama, serta cerita-cerita lain yang telah kita ukur bersama.

13. Teman-teman **KKN International Jepang** yang telah Bersama-sama menjalani pengabdian untuk belajar, berbagi budaya dan berbagi pengalaman di Fukuoka, Jepang. Kebersamaan, suka duka, canda tawa dari kalian tidak akan pernah penulis lupakan.
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas segala bentuk kontribusi, partisipasi, serta motivasi yang diberikan kepada penulis selama ini. Semoga apa yang telah diberikan akan dilipatgandakan oleh Allah.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam tugas akhir ini, untuk itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati penulis mohon maaf sebesar-besarnya. Semoga tulisan ini memberikan manfaat dan ilmu untuk siapapun yang membacanya.

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Hasanuddin, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mutawally Syarawy
NIM : H13116524
Programa Studi : Ilmu Komputer
Departemen : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Hasanuddin **Hak Prediktor Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas tugas akhir saya yang berjudul:

“Penerapan Algoritma Pencarian A* Pada Navigation Mesh Sebagai Metode Pathfinding Untuk Objek Dinamis Pada Game Pencarian Target Berbasis 3 Dimensi Menggunakan Unity”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Terkait dengan hal diatas, maka pihak universitas berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Makassar pada 18 Agustus 2020

Yang menyatakan



(Mutawally Syarawy)

ABSTRAK

Pathfinding merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui jalur dari suatu titik awal menuju titik akhir. Banyak aspek yang dapat mempengaruhi kinerja *pathfinding*. Salah satunya yaitu algoritma yang digunakan pada *pathfinding* itu sendiri. Terdapat banyak algoritma yang dapat digunakan pada *pathfinding* untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Tetapi tidak semua algoritma yang digunakan akan menghasilkan hasil yang optimal untuk tujuan yang sama. Salah satu penerapan *pathfinding* yaitu pada navigasi dalam *game*. Navigasi didalam video *game* merupakan salah satu metode dimana dibutuhkan waktu komputasi yang cepat dan penyimpanan data yang besar untuk menghasilkan jalur navigasi yang cepat dan tepat. Maka dari itu, penelitian ini menerapkan sebuah algoritma pencarian A* pada metode navigasi bernama *Navigation Mesh* dalam sebuah game pencarian target. Dua objek karakter 3 dimensi akan dibuat. Hasil karakter tersebut akan diterapkan pada *navigation mesh*. Satu karakter akan menjadi pengejar yang akan mengejar karakter lainnya yang dikendalikan oleh pengguna. Karakter pengejar bergerak berdasarkan jalur navigasi yang akan dibuat menggunakan metode pencarian A*. Setelah selesai maka akan menghasilkan sebuah program *pathfinding* yang dapat digunakan pada game dan dapat dikalkulasi waktu rata-rata komputasi pada program tersebut.

Kata Kunci: *Pathfinding, Navigation Mesh, algoritma A*, Game*

ABSTRACT

Pathfinding is a method used to find a path from the start point to its finish point. Many aspects can affect the performance of pathfinding. One of them is the algorithm used in the pathfinding itself. Many algorithms that can be used in pathfinding to get the desired result. But not all algorithms used will produce an optimal result for the same purpose. One application of pathfinding is in-game navigation. Navigation in a video game is one method where fast computing and big data storage is needed to produce fast and precise navigation paths. Therefore, this study applies an A* search algorithm to the navigation method called Navigation Mesh in a target search game. Two 3-dimensional character objects will be created. The character results will be applied to the navigation mesh. One character will be a chaser who will chase another character that is controlled by the user. The chaser will move based on the navigation path that will be created using the A* search method. When finished, it will produce a pathfinding program that can be used in the game and can calculate the average computation time in the program.

Keywords: Pathfinding, Navigation Mesh, A* Algorithm, Game

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN.....	Error! Bookmark not defined.
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Game</i>	5
2.2 Objek 3D	9
2.3 Animasi.....	10
2.4 <i>Pathfinding</i>	13
2.5 <i>Navigation Mesh (Navmesh)</i>	16
2.6 Unity	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	18

3.1	Tahapan Penelitian	18
3.1.1	Pembuatan objek dan animasi <i>game</i>	18
3.1.2	Pembuatan <i>scene</i> dan level <i>game</i>	18
3.1.3	Pembuatan dan penerapan program <i>Navmesh</i> pada <i>game</i>	19
3.1.4	<i>Preprocessing navmesh</i>	19
3.1.5	Uji coba <i>game</i>	20
3.2	Waktu dan Lokasi Penelitian.....	20
3.3	Instrumen Penelitian.....	20
3.3.1	Perangkat Lunak.....	20
3.3.2	Perangkat Keras	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		21
4.1	Pembuatan Objek dan Animasi	21
4.1.1	Pemodelan dan Animasi Karakter.....	21
4.1.2	Pemodelan Arena dan Rintangan	23
4.2	Pembuatan <i>Scene</i> dan Arena	24
4.3	Penerapan dan <i>Bake Navmesh</i>	26
4.4	Implementasi <i>Navmesh Agent</i> Pada Karakter NPC.....	28
4.5	Uji Coba.....	29
4.6	Analisis Waktu Komputasi.....	33
BAB V KESIMPULAN.....		36
5.1	Kesimpulan.....	36
5.2	Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA		37
LAMPIRAN.....		39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Video <i>game</i> Overwatch.....	5
Gambar 2.2. Perbandingan antara game 2d dan 3d.....	5
Gambar 2.3. Mesin Arcade <i>game</i>	6
Gambar 2.4. Jenis-jenis <i>game</i> pada PC.....	6
Gambar 2.5. Jenis-jenis konsol pada console <i>game</i>	7
Gambar 2.6. Nintendo Switch.....	7
Gambar 2.7. <i>Game-game</i> pada platform mobile.....	8
Gambar 2.8. Contoh Objek 3D	9
Gambar 2.9. Pemodelan kepala.....	10
Gambar 2.10. Penerapan <i>Armature</i> sebagai dasar animasi	11
Gambar 2.11. Pathfinding	13
Gambar 2.12. Penerapan algoritma A*	14
Gambar 2.13. Flowchart Algoritma A*	15
Gambar 2.14. Penerapan Navmesh pada area game	16
Gambar 2.15. Pengembangan game pada Unity	17
Gambar 3.1. Diagram alur penelitian.....	18
Gambar 4.1. Pemberian <i>texture</i> warna menggunakan UV <i>map</i> pada karakter <i>player</i>	21
Gambar 4.2. Pembuatan animasi bergerak pada karakter <i>player</i>	22
Gambar 4.3. Pemberian <i>texture</i> warna menggunakan UV <i>map</i> pada karakter NPC	22
Gambar 4.4. Pembuatan animasi bergerak pada karakter <i>player</i>	23
Gambar 4.5. Model arena dan rintangan.....	23
Gambar 4.6. <i>prefab</i> objek pada Unity.....	24
Gambar 4.7. Pengaturan arena pada <i>Complex Obstacle Scene</i>	24
Gambar 4.8. Inspektor pada karakter <i>player</i>	25
Gambar 4.9. <i>Finite-state machine</i> karakter <i>player</i>	26

Gambar 4.10. <i>Finite-state machine</i> karakter NPC	26
Gambar 4.11. <i>Window navigation</i> pada Unity	27
Gambar 4.12. Hasil <i>bake navmesh</i> pada arena <i>complex scene</i>	28
Gambar 4.13. Atribut <i>Nav Mesh Agent</i> pada karakter NPC	29
Gambar 4.14. Pengambilan rute NPC ketika program dijalankan	32
Gambar 4.15. Penempatan objek kubus pada koordinat <i>node</i> jalur NPC	32
Gambar 4.16. Menu <i>Console</i> pada program <i>complex scene</i>	33
Gambar 4.17. Skenario penempatan karakter	34
Gambar 4.18. Waktu komputasi <i>Observer Scene</i>	34
Gambar 4.19. Waktu komputasi <i>Simple Scene</i>	34
Gambar 4.20. Waktu komputasi <i>Complex Scene</i>	35
Gambar B.1. Model karakter <i>Player</i>	44
Gambar B.2. Model karakter NPC	44
Gambar B.3. Model arena dan rintangan	44
Gambar C.1. <i>Observer scene</i> beserta <i>navmeshnya</i>	45
Gambar C.2. <i>Simple scene</i> beserta <i>navmeshnya</i>	45
Gambar C.3. <i>Complex scene</i> beserta <i>navmeshnya</i>	45

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Cara kerja <i>navmesh</i>	30
Tabel 4.2. Rata-rata waktu komputasi program <i>navmesh</i>	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Source Code.....	39
Lampiran B. Model 3 Dimensi.....	44
Lampiran C. Scene Game	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Game merupakan salah satu media hiburan yang dapat dimainkan oleh setiap kalangan untuk menghilangkan rasa jenuh. *Game* juga merupakan media yang dapat digunakan untuk keperluan – keperluan tertentu dan untuk tujuan tertentu. *Game* juga memiliki beberapa genre, seperti *action*, *racing*, *sport*, *boardgame*, *adventure*, *simulation*, dan *strategy*. (Apperley, 2006).

Game sendiri telah berkembang pesat dari awal pembuatannya, dimulai dari tahun 1972. Ketika *game* pertama Pong dibuat, yang hanya berupa *game* 2D sejenis ping pong, hingga sekarang yang menghasilkan *game* yang dapat menyerupai dunia nyata bahkan dapat dibawa ke dunia nyata berupa *Virtual Reality* (VR).

Di Indonesia sendiri telah banyak studio *game* developer yang berkembang, pada Bekraf *Game* Prime 2018 setidaknya ada 50 developer dari 100 yang terpilih berpartisipasi pada event tersebut. Untuk potensi developer *game* di Indonesia itu sendiri juga tidak sedikit, berdasarkan hasil Lembaga survey *game* global, Newzoo, setidaknya ada 43,7 juta orang Indonesia adalah seorang pemain *game*. Pada tahun 2017, besarnya potensi *game* Indonesia bernilai USD 800.000.000 atau setara dengan Rp.11,9 triliun. Indonesia juga berhasil masuk sebagai negara dengan pasar *game* terbesar di dunia menempati posisi ke-16 (Sanny, 2018).

Pengembangan suatu *game* dapat dipengaruhi oleh banyak faktor, contohnya waktu, sumber daya, tenaga kerja, lingkungan kerja, metode yang digunakan, dan lainnya. Faktor-faktor pendukung lainnya bagi developer di Indonesia masih bisa dikatakan dibawah dari developer di luar Indonesia, dikarenakan kurangnya kesadaran pemerintah akan dampak pasar *game* Indonesia yang bila dimanfaatkan dapat menaikkan ekonomi Indonesia itu sendiri, dan menghasilkan developer-developer yang lokal dapat bersaing secara internasional. Pengembang *game* Indonesia dapat menghasilkan *game* yang memiliki daya tarik yang baik agar mengundang pasar internasional untuk berinvestasi pada perusahaan developer *game* di Indonesia.

Daya tarik dari suatu *game* bisa dilihat dari genre, cerita, instrumen, *arts* serta *gameplay* dari *game* itu sendiri. Suatu *game* harus memberikan hasil yang memuaskan agar dapat dinikmati oleh pemainnya, jika terdapat suatu aspek yang mempengaruhi suatu *game* yang tidak sesuai akan menurunkan daya tarik *game* tersebut.

Salah satu aspek yang dipakai dalam sebuah *game* adalah *Pathfinding* (pencari Jalur), *Pathfinding* digunakan untuk mencari jalur dari suatu titik ke titik yang lain, penggunaan *pathfinding* itu sendiri sudah banyak diterapkan pada *game-game* bergenre *role-playing Game*. Biasa digunakan oleh *Non Player Character* (NPC), pencari jalur pada peta, ataupun karakter pendamping *player* agar selalu mengikuti *player* tersebut. *Pathfinding* sendiri merupakan elemen penting dalam suatu *game* baik 2 dimensi maupun 3 dimensi, semakin rumit area atau *map* pada *game* maka semakin rumit pola metode *pathfinding* yang dihasilkan (Pramono, 2015).

Penentuan teknik *pathfinding* yang menghasilkan hasil yang baik sangatlah penting dalam keberhasilan suatu kecerdasan buatan pada komputer *game*, dikarenakan *pathfinding* adalah bagian dasar dalam bidang kecerdasan buatan pada *game*. Banyak teknik yang digunakan pada *pathfinding*, dan bisa saja satu teknik lebih baik dalam suatu kondisi tertentu, tetapi buruk pada kondisi yang lainnya. Tingkat keberhasilan yang didapatkan tergantung dengan persyaratan dan asumsi dari *game* itu sendiri. semakin banyak faktor yang diberikan pada *game*, semakin kompleks proses *pathfinding* yang dijalankan (Reese & Stout, 1999).

Terdapat banyak metode yang dapat digunakan pada *pathfinding*, salah satunya adalah algoritma A*. Algoritma A* sendiri banyak digunakan untuk mengambil jarak terdekat dari suatu node awal menuju node akhir dengan melihat nilai dari masing-masing node tersebut. Dengan metode ini, kita dapat gunakan pada *pathfinding* untuk mencari jalur dari titik awal ke titik akhir, mencari jalur terpendek dan mencari jalur secara cepat pada *game* 3D.

Penerapan algoritma A* sendiri telah umum digunakan pada *pathfinder game* 2D dikarenakan koordinat yang digunakan hanya berupa x dan y, penerapan *node* atau *mesh* dinilai mudah diterapkan dalam bidang 2D dan tidak memerlukan proses pencarian yang lama, dan tidak sedikit *game* telah menentukan sendiri *node-*

node tetap yang akan digunakan sehingga memudahkan proses pengolahan tanpa khawatir terjadi perubahan-perubahan *node-node* secara konstan. Tetapi dalam game 3D terdapat atribut-atribut yang tidak ada pada *game* 2D dan membuat proses pengolahan *pathfinding* lebih rumit dari *pathfinding game* 2D. Pada *game* 3D terdapat variabel z (atau y pada Unity) yang harus dipertimbangkan ketika membuat jalur yang akan digunakan. Penentuan jalur itu sendiri akan lebih rumit jika area yang digunakan berskala besar dan terdapat banyak rintangan.

menerapkan metode algoritma A* pada *pathfinding game*. Penelitian ini berjudul “**Penerapan Algoritma Pencarian A* pada *Navigation Mesh* Sebagai Metode *Pathfinding* untuk Objek Dinamis pada *Game* Pencarian Target Berbasis 3 Dimensi Menggunakan Unity**”.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana penerapan algoritma pencarian A* pada *navigation mesh* yang akan digunakan karakter 3D dalam Unity?
2. Bagaimana waktu komputasi pencarian rute pada karakter NPC untuk sampai ke tujuan menggunakan algoritma A*?

1.3 Batasan Masalah

Berikut ini merupakan beberapa batasan dalam penelitian ini.

1. *Game* yang akan dibuat berupa *prototype game* 3D sederhana.
2. Jumlah karakter pada *game* ini hanya 2, karakter yang dikontrol oleh *user*, dan karakter yang dikontrol oleh program.
3. Jumlah *scene game* hanya 3.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui penerapan metode algoritma pencarian A* pada *Navigation mesh* yang akan digunakan oleh karakter di Unity.
2. Menganalisis waktu komputasi dan ketepatan pengambilan rute tercepat pada karakter NPC untuk sampai ke tujuan.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat menghasilkan metode *pathfinding* yang bisa di implementasikan kemudian pada navigasi karakter. Selain itu, penelitian ini dapat memberikan pemahaman tentang cara menggunakan algoritma pencarian A* pada *game* di Unity.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

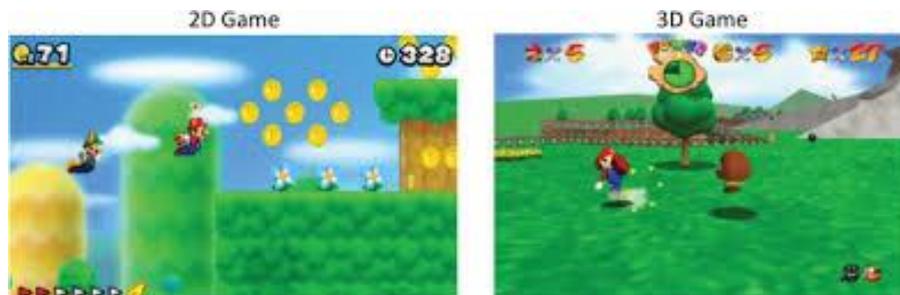
2.1 *Game*

Game jika diartikan dalam Bahasa Indonesia berarti permainan, *game* adalah permainan yang diprogram dalam suatu perangkat yang dapat dimainkan baik *offline* maupun *online*. Dalam sebuah *game* biasanya memiliki suatu aturan untuk menuntun arah permainan itu sendiri. Contoh dari *game* adalah *game* Overwatch dari Activiton Blizzard Entertainment pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Video *game* Overwatch

Dalam sebuah video *game* biasa menggunakan model 2D maupun 3D yang memiliki antarmuka permainan, *game play*, *arts style* maupun konsep yang berbeda seperti yang tertera pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Perbandingan antara *game* 2d dan 3d

Game sendiri dikategorikan menjadi 2 bagian, yaitu berdasarkan Platform (Media yang digunakan) dan Genre (Tema permainan).

Berdasarkan platform, *game* dibagi menjadi 5 bagian, yaitu :

- ***Arcade game***

Arcade games yaitu sebuah permainan yang menggunakan media mesin khusus pada tempat-tempat permainan anak, contohnya Timezone. Mesin yang digunakan didesain khusus untuk 1 permainan tertentu dengan kendali karakter, fitur dan tampilan yang diperuntukkan khusus pada *game* tersebut. Bentuk mesin *arcade* tertera pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Mesin *Arcade game*

- ***PC game***

PC games yaitu permainan yang dimainkan menggunakan PC (*Personal Computer*). Jenis platform ini yang sedang menguasai pasar *game* internasional dikarenakan dapat memainkan banyak jenis *game* dengan sistem kendali *game* yang sama, biasa berupa *Mouse* dan *Keyboard*. Telah banyak *game* PC yang dikembangkan seperti yang tertera pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Jenis-jenis *game* pada PC

- ***Console game***

Console games yaitu permainan yang dimainkan menggunakan suatu konsol tertentu, seperti Playstation, XBOX ataupun Nintendo.

Perbedaan *game* pada console dan arcade adalah pada Console dapat memainkan *game* yang berbeda menggunakan konsol yang sama. *Arcade* hanya dapat memainkan *game* yang telah diprogram khusus pada mesin tersebut. Contoh konsol-konsol yang digunakan tertera pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. Jenis-jenis konsol pada console *game*

- ***Handheld game***

Handheld games yaitu permainan yang dimainkan pada konsol khusus yang dapat dibawa kemana-mana seperti Sony PSP, atau seperti yang tertera pada gambar 2.6, yaitu Nintendo Switch.



Gambar 2.6. Nintendo Switch.

- ***Mobile game***

Mobile games yaitu permainan yang dapat dimainkan pada perangkat *mobile* seluler atau *Smartphone*. Sekarang *Mobile game* telah banyak dipasarkan dikarenakan pemain dapat memainkannya dimana saja. Contoh *mobile game* tertera pada gambar 2.7.



Gambar 2.7. *Game-game* pada platform mobile

Berdasarkan Genre, *game* dibagi menjadi 10 bagian, yaitu :

- **Action**

Genre *action* banyak digunakan pada video *game*, genre ini memerlukan kecepatan refleks, koordinasi mata dan tangan, dan juga . Jenis permainan yang masuk dalam genre *action* bisa berupa tembak-tembakan atau perkelahian.

- **Race**

Genre *race* digunakan pada *game* balap, bisa berupa balap mobil, motor dan lainnya. Salah satu *game* yang menggunakan genre ini yaitu F1, MotoGP, MarioKart dan lainnya.

- **Role play**

Genre *role play* bisa disebut RPG (*Role Playing Game*) adalah *game* dimana pemainnya menjalankan peran dari suatu karakter. Genre ini banyak digunakan pada permainan yang bertema fantasi atau kerajaan. Salah satu *game* yang menggunakan genre ini yaitu World of Warcraft.

- **Sport**

Genre *Sport* digunakan pada *game* bertema olahraga, atau mensimulasikan sebuah olahraga pada dunia nyata dalam sebuah *game*.

- **Board**

Genre *Board* digunakan pada *game* bertema papan seperti catur, Monopoly dan lainnya.

- ***Adventure***

Genre *Adventure* adalah permainan bertema petualangan, dimana pemain dituntut untuk memainkan berdasarkan alur dan narasi yang telah ditetapkan.

- ***Action – Adventure***

Genre *Action - Adventure* tidak jauh beda dengan *Adventure* biasa. bedanya pada *Action – Adventure* terdapat aksi ketika sedang memainkan permainan.

- ***Simulation***

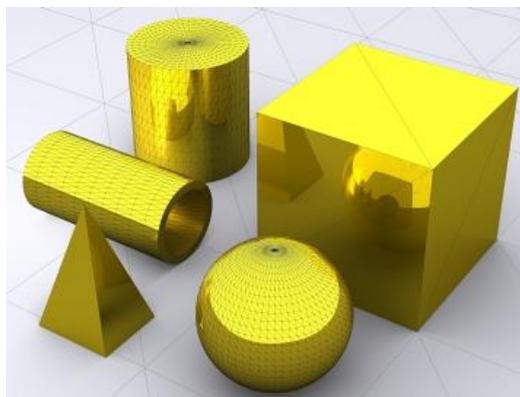
Genre *Simulation* digunakan pada *game* simulasi, bisa berupa simulasi pengaturan kota, mengoperasikan kendaraan dan lainnya.

- ***Strategy***

Genre *Strategy* digunakan pada *game* bertema strategi. Bisa berupa Tower Defense, catur, *Turn–Based game* dan lainnya. *Game* genre ini memerlukan kalkulasi dalam memainkannya.

2.2 Objek 3D

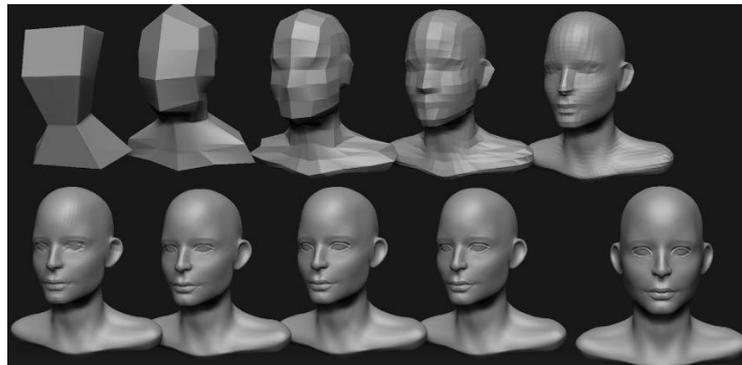
Objek 3D atau 3 dimensi adalah objek yang memiliki lebar, tinggi, dan kedalaman (*width,height,depth*). Dalam grafik, objek 3D adalah objek yang dapat ditampilkan dalam bentuk 3 dimensi pada koordinat x, y, dan z pada grafik. Objek 3D dibuat dari rangkaian *polygon* dimana *polygon* adalah segmen garis yang dihubungkan antara sudut garis dengan lainnya membentuk suatu bidang tertutup.



Gambar 2.8. Contoh Objek 3D

Adapun pada gambar 2.8 merupakan contoh-contoh objek 3D yang banyak ditemukan. Bisa berupa kubus, balok, bola, tabung, prisma, dan lainnya. Terdapat juga metode untuk membuat objek 3D yaitu dengan pemodelan objek 3D. Pemodelan objek 3D atau biasa disebut *3D modeling* adalah proses pembuatan representasi matematis dari segala permukaan suatu objek pada objek 3D menggunakan aplikasi khusus. Objek 3D yang digunakan disebut dengan model. Model dapat dibuat secara otomatis maupun manual. Proses pengerjaan suatu model bisa dibilang sama dengan memahat patung atau membentuk tanah liat. 3D model bisa digunakan untuk membuat animasi atau dapat dicetak menggunakan *3D printer* dengan bentuk dan ukuran sesuai dengan model yang dibuat (Van Gumster, 2020).

Model 3D yang digunakan pada *film* animasi biasa dibuat dengan metode *3D modeling*. Hasil yang dibuat bisa berupa karakter, binatang, kendaraan, dan lainnya. Pada gambar 2.9, diberikan contoh pemodelan objek 3D untuk membentuk kepala dari karakter.

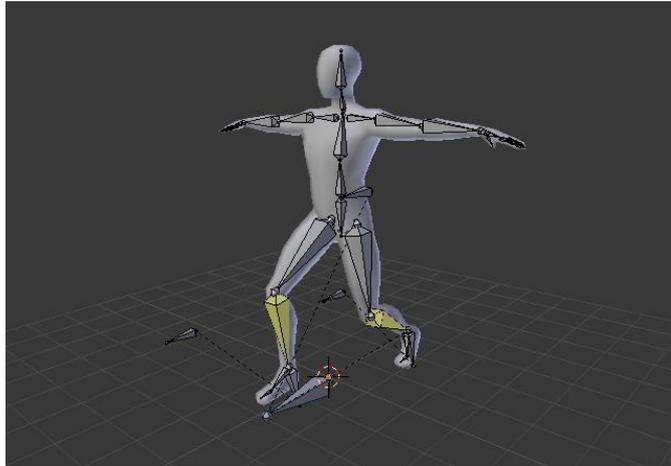


Gambar 2.9. Pemodelan kepala

2.3 Animasi

Animasi Adalah gambar bergerak berbentuk dari kumpulan objek yang disusun secara berurutan mengikuti alur pergerakan yang telah ditentukan pada setiap *frame* waktu yang terjadi. Animasi berasal dari Bahasa Inggris yaitu *Animate* yang berarti menghidupkan. Animasi bisa dikatakan proses membuat objek yang asalnya mati, kemudian disusun dalam posisi yang berbeda seolah menjadi hidup. Pada animasi terdapat 2 objek penting, yaitu objek atau gambar dan alur gerak.

Objek disini merupakan suatu *entity* yang akan ditampilkan dan digerakkan sesuai dengan alur gerak yang diberikan, dapat berupa gambar 2D atau objek 3D yang ditampilkan dalam bentuk video. Alur gerak sendiri merupakan rangkaian gerak yang akan diterapkan pada suatu objek agar objek tersebut mengikuti alur gerak yang diberikan. Urutan alur gerak itu sendiri dapat ditentukan. Salah satu metode yang digunakan yaitu penerapan *Armature* (tulang) pada suatu objek 3D yang nantinya dapat digerakkan untuk membuat animasi seperti yang tertera pada gambar 2.10.



Gambar 2.10. Penerapan *Armature* sebagai dasar animasi

Dalam animasi ada 12 prinsip (Lasseter, 1987) yang harus diikuti untuk menghasilkan animasi yang baik, yaitu :

- ***Squash & stretch***

Semakin lumat dan renggang objek yang ditampilkan, objek tersebut akan dinilai sebagai objek lunak, begitupun sebaliknya.

- ***Anticipation***

Memberikan objek suatu pergerakan antisipasi sebelum melakukan pergerakan inti.

- ***Staging***

Merepresentasikan suatu ide dari sebuah animasi agar dapat diterima secara lengkap dan jelas.

- ***Straight ahead & pose to pose***

2 proses dalam menggambar animasi, yaitu *straight ahead* yang membuat sebuah gambar secara berurutan dari awal hingga akhir, dan *pose to pose* yang menggambar dari awal, pertengahan, akhir lalu menggambar diantaranya.
- ***Follow through & Overlapping action***

Membuat objek lain yang ada pada objek inti dari animasi mengikuti pergerakan objek inti secara nyata.
- ***Slow in & slow out***

Membuat pergerakan pada animasi secara nyata dengan membuat awal pergerakan melambat dan akhir pergerakan melambat juga.
- ***Arcs***

Membuat pergerakan suatu objek mengikuti busur pergerakan (*arcs*) secara nyata.
- ***Secondary action***

Membuat pergerakan tambahan setelah pergerakan inti untuk mendukung pergerakan inti.
- ***Timing***

Tampilan dan sifat animasi berpengaruh besar terhadap jumlah *frame* yang diberikan antara pergerakan inti. Semakin banyak gambar yang diberikan maka tampilan akan terlihat lambat, begitupun sebaliknya.
- ***Exaggeration***

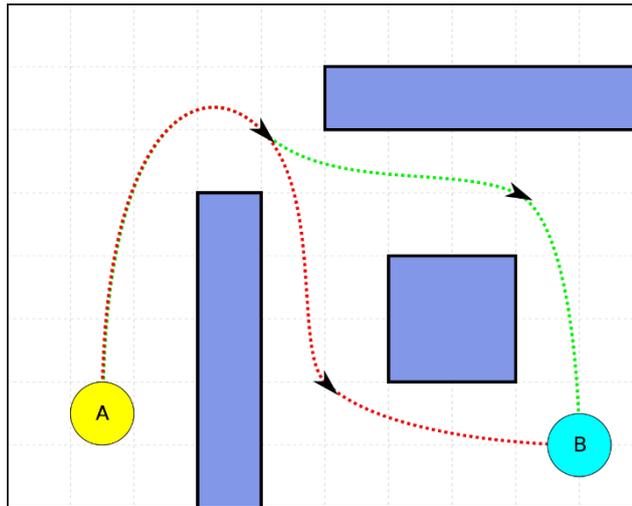
Melebih-lebihkan suatu pergerakan inti agar terlihat nyata dan tidak kaku.
- ***Solid drawing***

Membuat animasi dengan menampilkan objek yang dibuat mengikuti ruang, berat, dan keseimbangan yang sesuai.
- ***Appeal***

Membuat objek animasi memiliki karakteristik dan karisma dengan menampilkan atribut-atribut yang mendukung hal tersebut.

2.4 Pathfinding

Pathfinding adalah suatu metode yang digunakan untuk mencari jalur dari suatu titik awal menuju titik akhir seperti yang tertera pada gambar 2.11. *Pathfinding* telah banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, contohnya menentukan jalur transportasi, navigasi labirin maupun penentuan jalur robot industri (Shi & Hao, 2011).

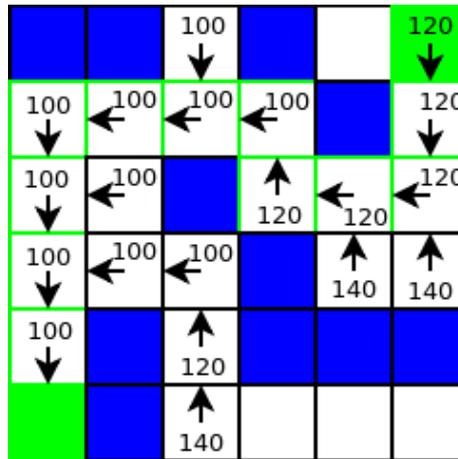


Gambar 2.11. Pathfinding

Untuk setiap masalah pada kecerdasan buatan (AI) pada *game*, *pathfinding* mungkin yang paling umum untuk mencari jalur untuk pergerakan suatu *entity* dari titik awal ke titik yang lain. *Entity* yang digunakan bisa berupa orang, kendaraan atau lawan pada *game*. Genre yang biasa menggunakan *pathfinding* adalah *action*, *simulation*, *role-playing game*, atau strategi. Tetapi setiap *game* yang dimana komputer yang bertanggung jawab untuk menggerakkan suatu *entity* harus menyelesaikan masalah *pathfinding* (Stout, 1996).

Masalah yang biasa dihadapi pada *pathfinding* adalah menghindari rintangan, bergerak secara acak, melacak lajur antar rintangan, dan lain-lain. Pengambilan keputusan pada *pathfinding* bisa terbilang rumit dikarenakan proses harus dijalankan secara *real-time* dan perubahan lokasi tujuan atau pergerakan *entity* secara konstan membuat perhitungan algoritma harus tepat dan cepat. Semua masalah *game* AI membutuhkan *processor* komputer yang baik dan *memory* komputer yang besar agar proses kerja AI berjalan dengan baik dan cepat. Salah satu metode dalam *pathfinding* yaitu menggunakan algoritma A*. Algoritma A* adalah algoritma dasar yang dapat digunakan untuk menemukan solusi berbagai masalah,

pathfinding salah satunya. A* memproses area yang belum dijelelah yang dinilai bagus. Algoritma akan berhenti jika lokasi tersebut adalah lokasi tujuan. Jika tidak, maka algoritma akan menghitung lokasi-lokasi sekitar lokasi tersebut untuk menjelajah lebih lanjut. Algoritma A* adalah salah satu algoritma yang paling banyak digunakan sebagai *pathfinding* pada *game* AI (Shi & Hao, 2011).

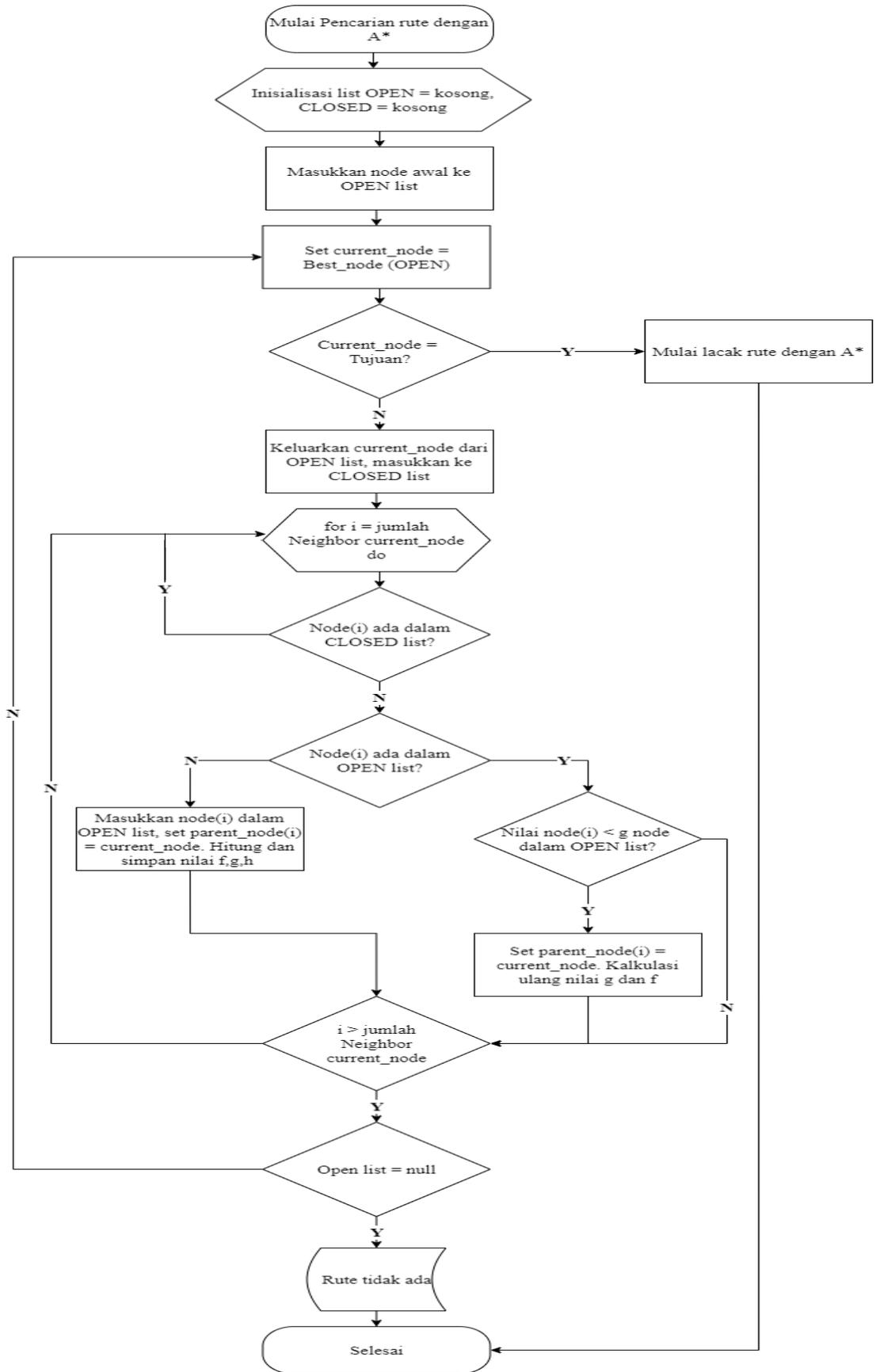


Gambar 2.12. Penerapan algoritma A*

Pada gambar 2.12, adalah contoh penerapan algoritma A*. Algoritma A* memiliki 3 variabel, $g(n)$ sebagai *cost* dari *starting point* ke sebarang *point n*. $h(n)$ sebagai estimasi *cost* dari *point n* ke *point* tujuan, dan $f(n)$ adalah *cost* total dari *current point*. Jadi penghitungan proses algoritma A* adalah :

$$f(n) = g(n) + h(n)$$

Sebelum Algoritma A* dijalankan, area yang digunakan harus telah disediakan atau telah diproses sebelumnya. Pada proses ini, area akan dibagi menjadi beberapa bagian atau lokasi yang dinamakan *nodes*. Proses pengerjaan algoritma tertera seperti pada gambar 2.13.

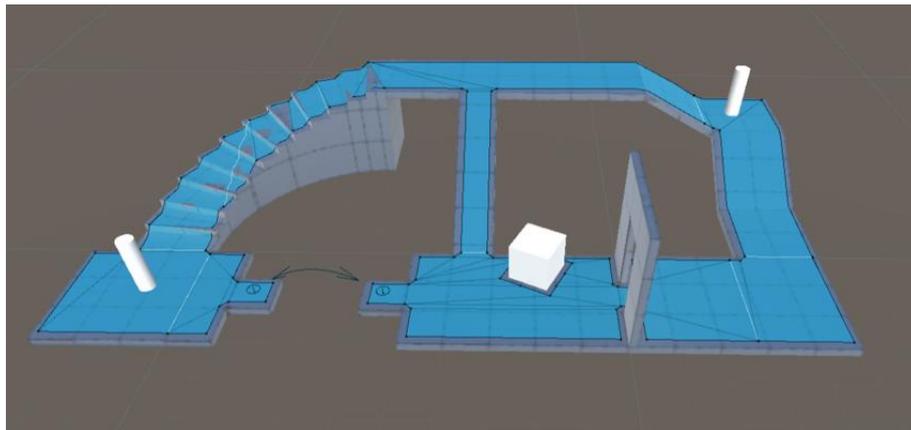


Gambar 2.13. Flowchart Algoritma A*

Algoritma A* dinilai lebih baik dalam penerapan *pathfinding* pada *game* dibanding dengan algoritma *Dijkstra*. A* adalah pengembangan dari algoritma *Dijkstra* untuk mendapatkan hasil algoritma yang lebih cepat, dimana A* hanya mencari jalur berdasarkan nilai terbaik yang ada sedangkan *Dijkstra* akan terus memproses jalur yang ada secara keseluruhan tanpa melihat jalur terpendek antara *point* awal ke *point* tujuan sehingga membuang-buang waktu dalam proses pengerjaannya.

2.5 Navigation Mesh (Navmesh)

Navigation Mesh (Navmesh) adalah sebuah struktur data yang digunakan oleh *game* AI untuk membantu dalam *pathfinding* dengan menanda area *mesh* yang dapat dilalui (*walkable*) oleh *agent* (*entity pathfinding*) untuk mencari jalur berdasarkan area *mesh* tersebut. Pembuatan *mesh* itu sendiri dihitung berdasarkan luas dan ukuran arena sebenarnya, ukuran *agent*, rintangan yang ada, dan *jump-link* yang ada. *Jump-link* merupakan jalur yang dapat dilewati *agent* antara 1 *mesh* dengan *mesh* yang lain tanpa harus dihubungkan oleh *mesh* lain. *Navmesh* sendiri dapat dibuat pada aplikasi Unity dan telah disediakan komponen khusus untuk pembuatan *Navmesh* itu sendiri, tetapi *physics* dan *logic* dari *Navmesh* itu sendiri dibuat oleh *user*. Pada gambar 2.14 adalah contoh penerapan *Navmesh* pada Unity.



Gambar 2.14. Penerapan Navmesh pada area game

2.6 Unity

Unity adalah aplikasi yang digunakan untuk membuat game multi platform yang didesain untuk mudah digunakan. Unity telah banyak digunakan sebagai aplikasi bagi pengembang game dikarenakan menu yang mudah, dan dibekali dengan *Assets store* dimana pengembang dapat mengunduh langsung aset-aset game dan dapat langsung diterapkan pada game yang sedang dikembangkan di Unity. Unity juga dapat digunakan untuk membuat film, pembuatan aplikasi *Virtual Reality* dan *Augmented Reality*, dan lain-lain. Contoh tampilan Unity tertera pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15. Pengembangan game pada Unity