

# Penggunaan Algoritma A\* dalam Penentuan Gerakan Karakter dalam Permainan Pertarungan

Putra Hardi Ramadhan 13516080  
Program Studi Teknik Informatika  
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika  
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia  
13516080@std.stei.itb.ac.id

**Abstract**— Seiring dengan perkembangan zaman, perkembangan permainan komputer juga ikut berkembang secara pesat. Salah satu jenis permainan adalah *fighting game* atau permainan bertarung. Salah satu komponen utama dalam permainan bertarung adalah karakter yang beragam, dimana para karakter tersebut memiliki jenis gerakan yang berbeda beda. Pohon adalah graf tak-berarah terhubung yang tidak mengandung sirkuit.

**Keywords**— Daftar Gerakan, Graf, Permainan Bertarung, Frame

## I. PENDAHULUAN

Permainan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, adalah sesuatu yang digunakan untuk bermain; barang atau sesuatu yang dipermainkan. Seiring dengan perkembangan zaman, permainan mulai bermunculan dalam bentuk digital, dimana salah satu tempat untuk memainkannya adalah permainan dalam komputer. Permainan komputer sendiri memiliki berbagai macam jenis, seperti petualangan, balapan, kuis, memecahkan teka-teki, dan bertarung.

Secara definisi, permainan bertarung adalah salah satu jenis permainan dimana terdapat dua karakter di layar yang saling bertarung satu sama lain. Pemain dapat menggerakkan karakter miliknya untuk mengalahkan karakter lawan. Karakter lawan dapat digerakan oleh orang lain, atau komputer. Sejarah dari permainan bertarung sendiri dimulai sejak tahun 1976. Game *Heavyweight Champ* yang dikeluarkan oleh SEGA dianggap sebagai permainan bertarung pertama. Permainan ini tersedia dalam bentuk *arcade game*. Di era sekarang, permainan bertarung sudah dapat dimainkan dalam berbagai konsol *game*.

Tujuan utama dalam permainan adalah untuk mengalahkan lawan yang dihadapi. Cara untuk mengalahkan lawan adalah dengan melakukan serangan-serangan yang dimiliki oleh karakter yang digunakan. Dalam permainan bertarung, salah satu komponen utama yang terdapat didalamnya adalah karakter. Dalam sebuah permainan, terdapat berbagai macam karakter yang dapat dipilih oleh pemain. Setiap karakter memiliki karakteristik unik, mulai dari penampilan, dan daftar gerakan. Untuk memaksimalkan kemungkinan menang, seorang pemain harus mengetahui jenis-jenis serangan yang dimiliki oleh karakternya. Setiap serangan memiliki jumlah atau besar serangan yang berbeda beda. Dalam banyak kasus, semakin besar jumlah serangan yang dimasukkan, kecepatan serangan juga melambat.

Oleh karena itu, seorang pemain dapat mempelajari dan memilih strategi yang tepat dalam menentukan gerakan yang akan karakternya gunakan, Seorang pengembang permainan juga dapat menggunakan informasi-informasi gerakan ini untuk menentukan tingkat kesulitan dari intelegensi buatan yang dipakai sebagai lawan dari pemain.

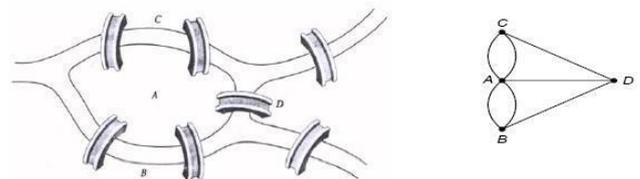
Dalam menentukan strategi tersebut banyak algoritma dan struktur data yang dapat digunakan. Salah satu struktur data yang cocok untuk merepresentasikan banyaknya variasi gerakan dari karakter adalah struktur data graf. Pada masalah ini saya akan menggunakan algoritma A\* untuk menentukan gerakan yang paling mangkus dalam mencapai kemenangan dalam permainan.

## II. TEORI DASAR

### A. Graf

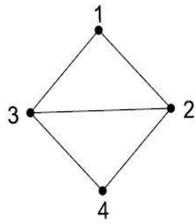
#### A.1 Definisi Graf

Graf adalah hubungan yang menghubungkan objekobjek diskrit antara satu dengan yang lainnya[1]. Pada tahun 1836, Leonhard Euler membuktikan bahwa perjalanan di kota Königsberg dengan syarat melalui setiap jembatan tepat satu kali, tidak dapat dilakukan. Dalam pembuktiannya, Euler menyederhanakan gambaran jembatan Königsberg itu menjadi suatu diagram:



Gambar 2.1: Graf yang menggambarkan kota Königsberg.

Sejak saat itulah penggunaan diagram semacam itu mulai populer dan teorinya dipakai sampai saat ini yang kita sebut sekarang sebagai graf. Sebagai contoh Graf  $G=(V,E)$  dalam hal ini:  $V$ =himpunan yang tidak kosong dari simpul (vertices)  $=\{v_1,v_2,\dots,v_n\}$   $E$ =himpunan dari sisi yang menghubungkan antarsimpul (edges)  $=\{e_1,e_2,\dots,e_n\}$



Gambar 2.2: Graf G1

Pada Gambar 2.2 Graf G1 adalah Graf dengan  $V=\{1,2,3,4\}$   
 $E=\{(1,2),(1,3),(2,3),(2,4),(3,4)\}$

### A.2 Jenis Graf

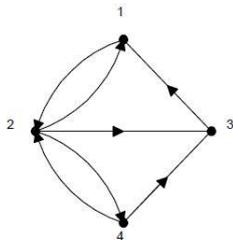
Berdasarkan representasi arahnya Graf digolongkan menjadi 2 yaitu:

#### 1. Graf tak Berarah

Graf tak Berarah adalah graf yang sisinya tidak mempunyai orientasi arah[1]. Graf jenis ini dapat diaplikasikan untuk merepresentasikan rangkaian elektrik, rantai makanan pada suatu ekosistem, penggambaran ikatan molekulmolekul kimia. Contoh Graf tak berarah seperti yang ada pada Gambar 2.2.

#### 2. Graf Berarah

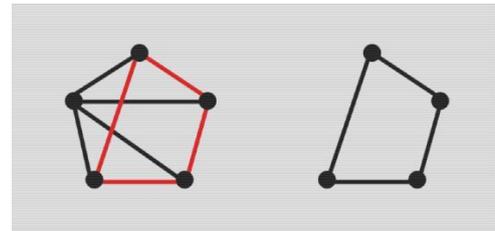
Graf Berarah adalah graf yang sisinya mempunyai orientasi arah[1].Graf jenis ini cukup banyak aplikasinya di dalam kehidupan nyata contohnya Persoalan Pedagang Keliling (Travelling Salesman Problem) yang setiap sisinya akan diberikan bobot untuk menentukan rute dengan bobot paling minimum yang dapat ditempuh. Contoh Graf Berarah seperti yang ada pada Gambar 2.3 di bawah ini.



Gambar 2.3: Contoh Graf Berarah.

Sebuah graf berarah dikatakan Graf Terhubung Kuat (Strongly Connected graph) apabila setiap simpul pada graf tersebut mempunyai sisi yang masuk yang masuk dan sisi yang keluar.

A.3 Upagraf (Subgraph) Misalkan dua graf  $H = (V, E)$  dan  $G = (V1, E1)$ . Graf H disebut subgraf dari G, jika V adalah anggota dari V1 dan E anggota dari E1. Contoh



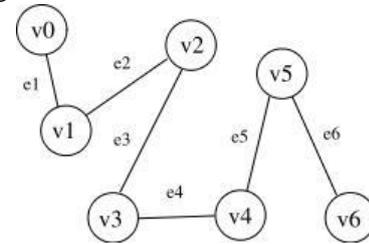
Gambar 2.4

Gambar 2.5

Gambar 2.5 adalah upagraf dari Gambar 2.4 karena memenuhi kondisi dimana simpul dan sisi Gambar 2.5 juga terdapat dalam Gambar 2.4. Aplikasi dari Upagraf salah satunya adalah untuk mencari tahu apakah suatu graftergolong planar atau tidak (teorema kuratowski). Jika suatu graf mengandung upagraf dari graf khusus kuratowski, maka graf tersebut tergolong graf tidak planar.

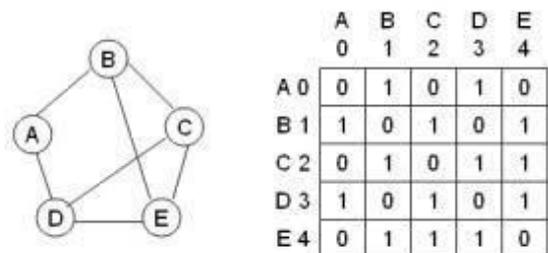
### A.4 Graf Ketetanggaan

Dua buah simpul dikatakan bertetangga apabila keduanya terhubung dengan sebuah sisi.



Gambar 2.6: Contoh Graf dengan hubungan ketetanggaan.

Tinjau Graf pada gambar di atas. Simpul v1 bertetangga dengan simpul v0 dan v2 karena simpul v1 mempunyai sisi yang menghubungkan antara simpul v1 dengan simpul v0 dan simpul v1 dengan simpul v2. Begitu juga simpul v3 bertetangga dengan simpul v2 dan v4. Simpul v5 tidak bertetangga dengan simpul v0, v1, v2 dan v3 karena tidak ada sisi yang menghubungkan antara simpul v5 dengan simpul-simpul tersebut. Sebuah Graf juga dapat dinyatakan dalam matriks yang disebut matriks ketetanggaan. Matriks ketetanggaan merepresentasikan hubungan antarsimpul.  $A = [a.i.j]$ ,  $a.i.j = -1$ , jika simpul i dan j bertetangga  $-0$ , jika simpul i dan j tidak bertetangga



Gambar 2.7: Graf dengan Representasi Matriks.

Graf tidak berarah yang direpresentasikan dalam matriks bertetanggaan akan memiliki elemen  $a.i.j=a.j.i$  sebagai contoh pada gambar di atas simpul B dengan E bertetangga, pada



mengalahkan lawan. Untuk menjaga keadilan dalam permainan, seorang pgembang permainan harus membuat setiap karakter yang ada seimbang mungkin.

### B.6 Data Frame

Karakter dalam permainan bertarung memiliki daftar gerakan masing masing. Setiap gerakan memilki jumlah frame yang berbeda beda. Sebagai contoh adalah data dari frame permainan *Tekken*:

INPUT	RANGE	DMG	SPEED	BLOCK	HIT	CH
1	h	5	8	+1	+7	+7
2	h	12	10	+1	+7	+7
3	h	28	14	-14	-4	-2
4	h	16	11	-4	+5	-2

Data Frame memberikan informasi mengenai keuntungan dan kelemahan dari sebuah gerakan

#### INPUT

Adalah masukan yang diterima permainan dari pemain melalui tuas kendali. Input yang berbeda bisa menghasilkan sebuah gerakan yang sama.

#### RANGE

Adalah posisi gerakan akan mengenai lawan. H berarti di posisi atas, M di posisi tengah dan L di posisi bawah.

#### DMG

Adalah jumlah kerusakan yang diterima lawan saat menerima serangan. Apabila serangan merupakan serangan beruntun jumlah kerusakan masing-masing serangan akan ditampilkan.

#### SPEED

Adalah jumlah frame yang dilalui oleh sebuah gerakan. Semakin besar angkanya, semakin lama jeda antara masukan pemain dengan serangan dilakukan di dalam permainan.

#### BLOCK

Adalah jumlah frame keuntungan dan kerugian apabila serangan pemain ditangkis oleh lawan.

#### HIT

Adalah jumlah frame keuntungan dan kerugian apabila serangan pemain mengenai lawan.

#### CH

Adalah jumlah frame keuntungan dan kerugian apabila pemain dan lawan menyerang secara bersamaan.

### C. Algoritma A\*

#### C. 1 Sejarah Algoritma A\*

Algoritma A\* pertama kali ditemukan pada tahun 1968 oleh Peter Hart, Nils Nilsson, dan Bertram Raphael. Pada mulanya AI researcher Nils Nilsson mencoba melakukan perbaikan kinerja dari perencanaan jalan yang dilakukan Shakey the Robot sebuah prototype robot yang melakukan navigasi sebuah ruangan yang berisi banyak rintangan. Pada mulanya penamaan algoritma ini ialah A1 lalu menjadi A2, dan menjadi A\*.

#### C.2 Definisi

Di dalam ilmu komputer (computer science) atau informatika (informatics) adalah sebuah algoritma yang terkenal untuk menemukan jalan (pathfinding) secara efisien dari simpul awal hingga ke simpul tujuan pada graf. Algoritma A\* menggunakan pendekatan heuristik yang memperkirakan jarak langsung sebuah simpul ke simpul tujuan.

#### C.3 Heuristik

Kegunaan heuristik ialah untuk menghindari ekspansi simpul atau path yang mahal. Fungsi evaluasi ( $f(n)$ ) adalah sebagai berikut :  $f(n) = g(n) + h(n)$   $f(n)$  adalah total cost atau biaya dari suatu simpul x ke simpul tujuan yang akan menjadi cost suatu simpul.  $g(n)$  adalah cost atau biaya simpul sejauh ini untuk mencapai suatu simpul x (jarak suatu simpul ke suatu simpul lainnya).  $h(n)$  adalah perkiraan jarak dari suatu simpul ke simpul tujuan (heuristik).

#### C.4 Syarat Menggunakan Heuristik

Fungsi heuristik tidak dapat selalu digunakan. Hal ini terjadi jika terdapat fungsi heuristik yang lebih besar dari jarak terpendek sesungguhnya. Syarat menggunakan fungsi heuristik dalam notasi matematika : Makalah IF2211 Strategi Algoritma, Semester II Tahun 2015/2016  $h(n) \leq h^*(n)$   $h(n)$  adalah fungsi heuristik  $h^*(n)$  adalah jarak terpendek sesungguhnya.

#### C.5 Properti A\*

Kompleksitas waktu A\* adalah  $O(bm)$ . Kompleksitas ruang A\* adalah  $O(b m)$ . A\* pasti akan memberikan solusi optimal jika  $h(n) \leq h^*(n)$  selalu terpenuhi

### III. PENERAPAN ALGORITMA A\* UNTUK MENENTUKAN RENCANA SERANGAN SEBUAH KARAKTER PERMAINAN BERTARUNG

Sebuah Karakter memiliki banyak gerakan. Setiap gerakan memiliki kecepatan dan juga besar kerusakan yang berbeda beda. Dalam banyak kasus, semakin besar kerusakan yang diterima oleh lawan, semakin lambat pula gerakan, atau dengan kata lain frame yang digunakan dalam menganimasikan sebuah gerakan semakin banyak. Sebuah gerakan akan lebih mudah ditangkis oleh lawan apabila semakin lambat.

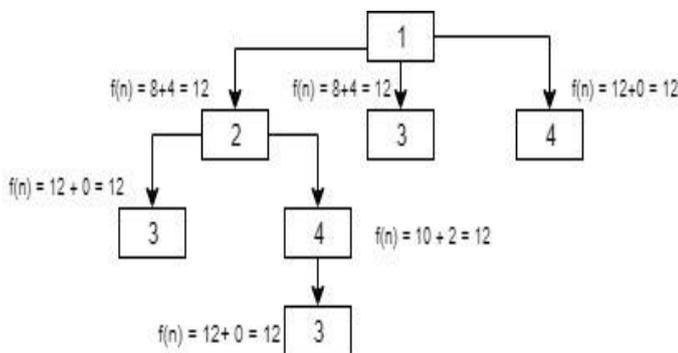
Oleh karena itu, dalam menentukan  $g(n)$  dan  $h(n)$  digunakan kedua unsur diatas yaitu kecepatan serangan dan besar serangan yang diberikan kepada lawan. Tujuan utama adalah memberikan serangan secepat dan sebesar mungkin. Karenanya,  $g(n)$  adalah besar serangan yang akan dihasilkan, sedangkan  $h(n)$  adalah hasil dari frame terbesar yang digunakan dikurangi dengan besar frame yang digunakan.

Dalam pemilihan langkah akan selalu diambil langkah dengan hasil  $f(n)$  terbesar dalam setiap langkahnya. Apabila hasil  $f(n)$  sama, dipilih dengan  $h(n)$  yang paling besar, karena lebih baik untuk mengenai lawan secara cepat dibandingkan dengan melakukan serangan dengan kerusakan besar namun serangan pemain berhasil ditangkis.

Serangan	Jumlah kerusakan	Frame Data
1	5	3
2	8	4
3	12	8
4	10	6

Tabel 3.1 Contoh input serangan

Tabel 3.1 menampilkan besar serangan dan kecepatannya. Dalam permainan sebuah serangan dapat dilakukan terus menerus, atau disebut serangan beruntun. Dalam contoh dibawah akan diperlihatkan aplikasi dari algoritma yang akan digunakan. Dapat digunakan aturan serangan beruntun hanya dapat dilakukan apabila input yang dimasukan berbeda. Maka graf yang terbentuk adalah



Gambar 3.1 Graf dari serangan beruntun menggunakan algoritma A\*

Dari gambar 3.1 dapat dilihat pilihan serangan eruntun yang didapatkan adalah 1-2-4-3. Dengan asumsi gerakan pertama adalah input 1, kita dapat memilih dari 2, 3, dan 4 menggunakan algoritma A\*. Hasil  $f(n)$  dari ketiga input adalah sama oleh karena itu, dipilihlah input dengan  $h(n)$  terbesar atau dengan kata lain, input dengan kecepatan frame paling kecil yaitu 4. Setelah itu dipilihlah 4 dengan kecepatan 6, dengan terakhir 3.

Dalam contoh nyata, sebuah frame dalam serangan beruntun dimungkinkan berbeda dengan kondisi awalnya sehingga menimbulkan lebih banyak variasi dalam penggunaannya. Namun, Algoritma ini sudah secara tepat memberikan pemain, ataupun pengembang bagaimana strategi yang tepat dalam memberikan serangan yang besar dan juga cepat.

### IV. KESIMPULAN

Dalam memenangkan suatu permainan bertaung, seorang pemain, atau pengembang yang akan membuat intelegensi buatan dalam permainan tersebut, dapat mengimplementasikan suatu algoritma agar karakter yang digunakan dapat dipakai secara maksimal dan menang. Salah satu algoritma yang cocok untuk digunakan adalah A\* karena algoritma ini menghitung kecepatan dan juga besar serangan yang dihasilkan. Dalam percobaan diatas dapat disimpulkan algoritma ini telah berjalan dengan cukup baik. Walaupun, dalam contoh nyatanya, akan lebih dinamis lagi. Dalam permainan, akan banyak factor lain yang dapat menentukan kemenangan namun, algoritma ini sudah dapat memberikan gambaran strategi yang magkus digunakan.

### V. UCAPAN TERIMA KASIH

Puji Syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena hanya atas rahmat-Nya makalah ini dapat terselesaikan. Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada Bapak Dr. Ir. Rinaldi Munir, M.T., Ibu Dr. Nur Ulfa Maulidevi, S.T., M.Sc, M.Sc., dan Ibu Dr. Masayu Leylia Khodra, ST., MT. selaku dosen pembimbing mata kuliah IF2211 Strategi Algoritma yang telah memberikan ilmu kepada penulis yang merupakan dasar dari penulisan makalah ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Orang Tua penulis yang selalu mengirimkan doa kepada penulis. Terima Kasih.

### REFERENCES

- [1] <http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Stmik/2017-2018/stima17-18.htm>
- [2] <http://game-wisdom.com/critical/fighting-game-design-fundamentals>
- [3] <https://www.engadget.com/2008/02/12/octave-engine-in-tekken-6-makes-waves/>
- [4] [https://www.gamasutra.com/view/news/261698/7\\_combat\\_systems\\_that\\_every\\_game\\_designer\\_should\\_study.php](https://www.gamasutra.com/view/news/261698/7_combat_systems_that_every_game_designer_should_study.php)
- [5] <https://sdtekken.com/t5dr/frame-data-guide/>
- [6] [http://www.angelfire.com/ego/heavens/mugen\\_basicmoves.htm](http://www.angelfire.com/ego/heavens/mugen_basicmoves.htm)
- [7] [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/118514/Thesis\\_Miikka\\_Ketonen\\_KAT13PT.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/118514/Thesis_Miikka_Ketonen_KAT13PT.pdf?sequence=1)
- [8] <https://www.eventhubs.com/imagegallery/2017/jun/03/jjins-moves-tekken-7/1/>

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 13 Mei 2018

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Putra Hardi Ramadhan', written over a light blue rectangular background.

Putra Hardi Ramadhan, 13516080