

Penggunaan Algoritma A* untuk Menghitung Kecepatan Menghancurkan Tank Maus dalam Permainan World of Tanks

Aulia Ichsan Rifkyano / 13515100
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10, Bandung 40132, Indonesia
13515100@std.stei.itb.ac.id

Abstract—Di jaman yang serba modern ini, tentunya terdapat permainan yang bertipe simulasi, karena kemiripannya dalam kehidupan. Salah satu dari permainan tersebut adalah World of Tanks, di mana pemain harus mengemudikan serta membidik tank musuh. Pada makalah ini akan dijelaskan penggunaan algoritma A* untuk menentukan metode tercepat apakah yang dapat menghancurkan sebuah tank melalui tipe peluru yang ada di World of Tanks. Makalah ini bertujuan untuk menentukan apakah algoritma A* dapat mencari solusi terbaik dalam menghancurkan tank.

Keywords—*penetrasi, kerusakan, tank, permainan*

I. PENDAHULUAN

World of Tanks adalah suatu permainan di mana seorang pemain harus menyelesaikan berbagai macam tugas, secara berkelompok untuk menang, mulai dari menghancurkan semua tank musuh, merebut pertahanan musuh, ataupun bertahan dari serangan musuh. Satu permainan biasanya terdiri dari 15 orang(tank) dalam satu tim, dan 15 orang lagi di tim lainnya. Dalam satu pertandingan, setiap tim harus bekerja sama dalam waktu 15 menit untuk menyelesaikan tugasnya, atau jika waktu habis maka akan terjadi *draw* di mana tidak ada pihak/tim yang menang.

Tentu permainan ini tidak hanya sekedar mengemudikan dan membidik musuh, bermain dengan cermat tentunya menjadi salah satu syarat bertahan dalam permainan. Walau terlihat mudah, ternyata permainan ini perlu dimainkan secara bijak dan cermat. Hal ini disebabkan karena di dalam permainan terdapat berbagai macam tank maupun peluru, yang akan saya bahas di bagian selanjutnya.

Selama ini, banyak video beredar tentang pemain melakukan banyak hal untuk menghancurkan sebuah tank, tapi saya kurang yakin karena yang mereka lakukan itu manual, sehingga pasti ada *human error* yang tidak disengaja. Oleh karena itu saya ingin mencoba mengaplikasikan algoritma A* untuk membuat sebuah *bot* yang bisa dijalankan di simulasi,

untuk mencari tahu bagaimana cara menghancurkan tank tercepat.

II. DASAR TEORI

A. World of Tanks -Tank Type

Terdapat lima jenis tank di dalam permainan World of Tanks, yaitu Heavy Tank, Medium Tank, Light Tank(Scout), Self Propelled Gun(Artillery), dan Tank Destroyer. Setiap jenis tank memiliki keahlian masing-masing yang berbeda, namun untuk kali ini saya akan menggunakan jenis Heavy Tank, karena pada umumnya Heavy Tank memiliki dinding pelindung tertebal pada setiap tanknya, Untuk lebih rinci, saya akan menggunakan Heavy Tank produksi Jerman yaitu **Panzerkampfwagen VIII Maus** atau biasa disebut **Maus**. Tank ini merupakan tank dengan dinding pelindung tertebal di dalam game, baik dari depan, samping, maupun belakang tank, sehingga masih banyak orang yang kesulitan untuk menghancurkan tank ini. Selain itu, tank ini sangatlah berat, sehingga tank apapun yang ditabrak atau menabrak tank ini, akan mendapatkan kerugian yang sangat besar, mulai dari tank rusak, hingga tank hancur. Banyak orang kesulitan untuk menghancurkan tank ini, membuat saya ingin mencari suatu cara agar bisa memudahkan orang-orang dalam menghancurkan tank raksasa ini.



Gambar 1. Penampakan Maus, sang tikus di medan perang. (Sumber: <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/b7/7f/71/b77f7155d9e02507f20ccd897bf92f5a.jpg>)



Gambar 2. Penampakan Maus dalam permainan. (Sumber: http://wiki.gcdn.co/images/thumb/2/24/Maus_render_1.jpg/240px-Maus_render_1.jpg)

B. Shell Type

Selain jenis tank, setiap tank memiliki tipe amunisi atau peluru yang berbeda. Setiap peluru juga memiliki peran masing-masing yang akan saya jabarkan di bawah ini.

1. Armor Piercing Ammunition



Gambar 3. Peluru AP dan Spesifikasinya

Tipe peluru yang pertama adalah tipe AP atau singkatan dari Armor Piercing. Tipe peluru ini yang sering digunakan oleh hampir seluruh tank. Di dalam permainan, peluru ini adalah salah satu peluru termurah karena penetrasinya yang biasa-biasa saja dan damage (kerusakan) yang diciptakannya sangat kecil. Penetrasinya pun berkurang jika ditembakkan lebih dari 100 meter. Peluru AP juga bisa menembus barang-barang yang berdimensi tipis, seperti pagar maupun tembok tipis.

2. Armor Piercing Composite-Rigid Ammunition



Gambar 4. Peluru APCR dan Spesifikasinya

Tipe peluru yang kedua adalah tipe APCR atau Armor Piercing Composite-Rigid. Tipe peluru ini seperti peluru AP, namun memiliki bentuk unik sehingga memiliki penetrasi lebih tinggi, alias bisa menembus dinding pertahanan tank lebih dalam. APCR juga memiliki kecepatan peluru paling cepat dibandingkan tipe peluru yang lain. Walau begitu, biasanya tipe peluru APCR bisa dibilang sangat mahal, sehingga dibutuhkan konsentrasi yang tinggi agar tidak terjadi bangkrut saat bermain.

3. High Explosive Anti Tank Ammunition



Gambar 5. Peluru HEAT dan Spesifikasinya

Tipe peluru yang ketiga sedikit berbeda, yaitu HEAT atau High Explosive Anti Tank. Tipe peluru ini digunakan untuk menyerang tank jarak jauh karena penetrasi saat ditembakkan lebih dari 100 meter tidak akan berkurang. Walaupun begitu, kecepatan peluru ini sangatlah rendah, sehingga dibutuhkan sedikit pengaturan saat ingin menembakkannya. Jika peluru HEAT membentur sebuah pagar, maka peluru akan hancur dan tidak akan menembus pagar tersebut.



Gambar 6. Peluru HE dan Spesifikasinya

Tipe peluru yang keempat dan terakhir adalah HE. Tipe peluru ini memiliki penetrasi yang sangat kecil, namun tingkat kerusakannya sangatlah tinggi. Peluru HE memiliki pemicu di ujung pelurunya sehingga jika peluru yang ditembakkan sedikit miring, maka peluru tidak akan terpantulkan, melainkan meledak. Tipe peluru ini sering digunakan oleh *Self Propelled Gun* atau Artileri karena peluru HE jika ditembakkan sangat jauh, penetrasinya tidak akan berkurang seperti AP dan APCR, serta radius ledakannya yang besar.

C. Algoritma A*

Algoritma A* (A star atau A bintang) merupakan sebuah perbaikan dari metode BFS (Best First Search) dengan mengubah fungsi heuristiknya. Algoritma A bintang sendiri memiliki tujuan untuk meminimumkan total biaya lintasan

yang terdapat di metode BFS. Pada kondisi yang tepat, A bintang akan memberikan solusi yang terbaik dalam waktu yang optimal. Pada pencarian rute kasus sederhana, di mana tidak terdapat halangan pada peta yang telah dijabarkan, A bintang bekerja secepat dan sesangkil BFS. Pada kasus peta dengan halangan, A bintang dapat menemukan solusi rute tanpa terjebak oleh halangan tersebut.

Beberapa terminologi dasar yang terdapat pada algoritma A bintang adalah *starting point*, *A*, *simpul(node)*, *open list*, *closed list*, harga(*cost*), serta halangan(*bound/obstacle*). *Starting point* merupakan sebuah terminologi untuk posisi awal sebuah benda/zat. *A* merupakan sebuah *node* yang sedang dijalankan dalam algoritma pencarian jalan terpendek, dan juga asal mula nama dari algoritma ini. *Node* merupakan petak-petak kecil sebagai representasi dari area pemaparan peta; dapat berbentuk persegi, lingkaran, dan bentuk-bentuk lainnya. *Open list* adalah tempat menyimpan *node* yang mungkin diakses dari *starting point* maupun simpul yang sedang dijalankan. *Closed list* adalah tempat menyimpan data simpul sebelum *A* yang merupakan bagian dari jalur terpendek yang telah berhasil didapatkan.

A bintang memiliki dua fungsi utama dalam menentukan solusi terbaik. Fungsi pertama disebut dengan $g(n)$, di mana fungsi tersebut menghitung *cost* yang dibutuhkan dari *starting point* menuju *node* tertentu. Fungsi kedua disebut $h(n)$ yang merupakan fungsi perkiraan *total cost* yang diperkirakan dari suatu *node* ke *node* akhir.

Pada A bintang sendiri, setiap *node* dari *node* awal ditelusuri kemudian dihitung *cost* dari setiap *node* dan dimasukkan ke tabel prioritas. *Node* dengan *cost* paling rendah akan diberikan tingkat prioritas paling tinggi. Kemudian pencarian pun dilanjutkan ke *node* dengan nilai prioritas tertinggi pada tabel.

Fungsi dari A bintang tersebut bisa dituliskan sebagai berikut:

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

dengan:

n = posisi koordinat (*node*)

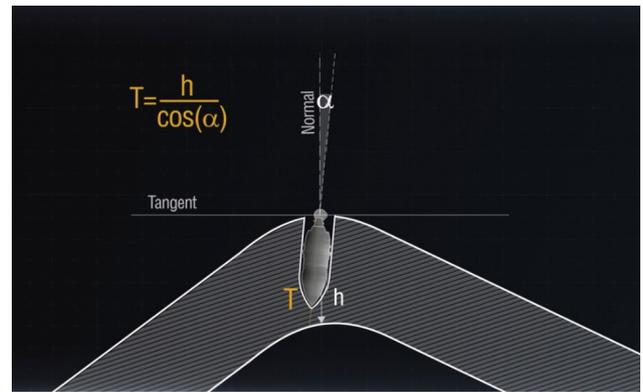
$f(n)$ = fungsi evaluasi

$g(n)$ = biaya atau *cost* dari simpul awal hingga keadaan n

$h(n)$ = estimasi biaya dari keadaan n hingga simpul tujuan

III. ANALISIS PEMECAHAN MASALAH

Untuk kasus yang akan saya jabarkan, tank yang digunakan adalah tank berjenis *Heavy Tank* produksi Jerman yaitu Maus. Maus sendiri memiliki ketebalan dinding depan 200mm, samping 185mm, dan belakang 160mm. Selain itu, dinding depan tank Maus landai, sehingga jika kita gunakan aritmatika dan trigonometri umum, kita bisa mengetahui bahwa pelindung tersebut memiliki ketebalan relatif yang pada umumnya lebih tebal, jika ditembak dari sudut yang tidak tepat.



Gambar 7. Mekanisme penetrasi peluru pada dinding pelindung tank. Semakin lebar sudut α , maka semakin tebal ketebalan dinding relatifnya.

Untuk mencoba melawan Maus, saya akan menggunakan tank produksi Rusia tipe Heavy Tank, yaitu IS-7 dengan senjatanya sebagai berikut:



Gambar 8. Spesifikasi senjata IS7

Bisa dilihat bahwa penetrasi rata-rata yang dilakukan oleh senjata tersebut adalah 260mm untuk peluru AP, 300 untuk peluru APCR dan 68 untuk peluru HE. Secara teori seharusnya peluru AP bisa menembus pertahanan dinding depan tank Maus.

Pada saat permainan dimulai, kedua tim akan mulai dari tempat awal yang berhadapan, sehingga jika pertama kali bertemu tank lawan, maka pada umumnya kita akan melihat bagian depan tank musuh. Walaupun terdapat banyak titik lemah atau *weakspot* untuk tank Maus bagian depan, sangat sulit untuk mengarahkan senjata ke bagian-bagian tersebut karena mereka sangatlah kecil, atau disembunyikan di balik halangan atau *obstacle* seperti dinding tebal. Lalu perhitungan ini belum termasuk kerusakan pada tank kita akibat tembakan Maus karena waktu yang terbuang untuk mengarahkan senjata ke titik lemah.

Untuk kasus saya sendiri, $g(n)$ yang merupakan biaya dari simpul awal, direpresentasikan dengan waktu yang dibutuhkan untuk mengisi ulang peluru. Waktu yang dibutuhkan untuk mengisi ulang peluru IS7 tersebut adalah 11 detik. Jadi, untuk eksperimen saya saat ini bisa dibilang $g(n)$ adalah konstan $11n$.

Untuk $h(n)$ sendiri, saya gunakan sisa dari nyawa tank setelah ditembakkan peluru, berkurang atau tidak tetap dihitung. Karena terdapat RNG atau *Random Number Generator* yang akan membuat setiap tembakan memiliki tingkat kerusakan yang berbeda, saya akan mengambil rata-rata dari 10 tembakan. Semua tembakan yang dilakukan akan dilakukan dalam jarak ≤ 100 meter dalam permainan sehingga tidak ada penetrasi yang hilang untuk peluru AP dan APCR.

Dengan kedua pertimbangan di atas, fungsi A bintang $f(n)$ saya bisa ditulis ulang seperti dalam formula berikut.

$f(n) = 11n + \text{Nyawa tank musuh} - \text{kerusakan yang diakibatkan peluru.}$

atau

$f(n) = 11n + (\text{Sisa nyawa tank musuh})$

Metode yang akan saya gunakan adalah mencoba menembak semua bagian Maus (depan, belakang, samping) dengan semua tipe peluru yang *compatible* dengan IS7 yaitu AP, APCR dan HE. Jika tidak terjadi penetrasi setelah 3 tembakan, maka hasilnya tidak akan saya catat, hanya saya jadikan evaluasi.

IV. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

A. Implementasi

Dalam implementasi, saya menggunakan kode yang sangat sederhana, yaitu:

```
while (enemy_not_destroyed) do
  Shoot_front
  if (damaged) then
    repeat shoot_front
  else move_tank_and_shoot
    if (damaged) then
      repeat shoot_right
    else move_tank_and_shoot
      if (damaged) then
        repeat shoot_back
      else move_tank_and_shoot
        if (damaged) then
          repeat shoot_left
Return path
```

Jadi, saat peluru yang ditembakkan tidak melakukan penetrasi terhadap Maus, tank akan berpindah posisi ke samping kanan Maus sehingga senjatanya lurus membentuk sudut $\alpha = 0$. Jika masih tidak penetrasi, maka tank akan berpindah posisi ke belakang Maus, membentuk $\alpha = 0$ dengan belakang Maus. Jika masih tidak penetrasi, maka tank akan sekali lagi berpindah ke sebelah kiri Maus.

Hasil path yang dikembalikan adalah total tembakan yang dibutuhkan. Path sendiri akan dimasukkan ke *Closed list* sehingga bisa dibandingkan dengan path-path yang lain.

B. Pengujian

Pada saat pengujian, semua tembakan pertama terpantulkan alias tidak ada yang melakukan penetrasi. Walaupun secara teori seharusnya peluru masuk karena **penetrasi > ketebalan dinding**, namun pada kenyataannya faktor kemiringan bagian depan Maus.

Percobaan $n = 1$

Shell Type	AP	APCR	HE
Damage	0	0	0

Dengan nyawa Maus sebanyak 3200 unit saat mulai permainan.

TABEL I. Percobaan $n=1$

Shell Type	$g(n)$	$h(n)$	$f(n)$
AP	11	3200	3211
APCR	11	3200	3211
HE	11	3200	3211

Percobaan $n=2$, atau tembakan ke-dua, tank berpindah ke samping Maus. Hasil yang didapatkan sebagai berikut

TABEL II. Percobaan $n=2$

Shell Type	$g(n)$	$h(n)$	$f(n)$
AP	22	3200	3222
APCR	22	2750	2772
HE	22	3000	3022

Bisa dilihat walau dalam spesifikasinya peluru jenis HE bisa melakukan kerusakan atau *damage* terbesar, namun karena tidak melakukan penetrasi, hanya meledak di luar tank dan melakukan sedikit kerusakan. Sebagian dari 10 tembakan yang dicoba, hanya 3 yang berhasil meledak dan menghasilkan kerusakan, sisanya terpantulkan. Peluru AP pun yang seharusnya melakukan penetrasi, tidak bisa menembus dinding samping Maus.

Untuk $n=3$, diambil hasil dari peluru APCR karena $f(n)$ terkecil dan bagian tank masih di sebelah kanan tank.

TABEL III. Percobaan $n=3$

Shell Type	g(n)	h(n)	f(n)
AP	33	2372	2405
APCR	33	2300	2333
HE	33	2800	2833

Bisa kita lihat bahwa lagi-lagi peluru APCR menembus pertahanan Maus, dan peluru AP juga. Sedangkan HE masih melakukan sedikit kerusakan. Dalam n berikutnya hingga n=7, peluru APCR lah yang selalu menembus pertahanan Maus.

V. ANALISIS

Walaupun terdiri dari banyak tipe, ternyata peluru yang ampuh menembus pertahanan dari Maus adalah tipe peluru APCR. Hal ini bisa disebabkan beberapa hal, salah satunya adalah kecepatan peluru APCR yang sangat cepat, yang menyebabkan tingkat penetrasi peluru APCR sangat tinggi. Selain itu, jika terjadi error sudut sebesar $\pm 5^\circ$, maka peluru APCR dapat melakukan normalisasi peluru yang dapat menyebabkan peluru tetap menyerang dalam sudut 90° .

Dari 10 tembakan peluru HE juga saya bisa menganalisis bahwa peluru HE tidak selalu terpantulkan, jika detonasinya terpicu oleh tekanan yang cukup kuat, maka akan terjadi ledakan yang membuat kerusakan akibat ledakan luar.

Menurut saya, wajar-wajar saja jika peluru AP terpantulkan dari samping Maus karena Maus sendiri memiliki ketebalan yang sangat *solid* sehingga kesalahan sekecil apapun akan memiliki hasil yang berbeda.

Terkait Algoritma, algoritma A* dapat digunakan untuk mencari cara tercepat untuk menghancurkan suatu tank di dalam permainan World of Tanks.

Kecepatan untuk mencari cara tercepat untuk menghancurkan tank di dalam permainan World of Tanks memang sangat beragam. Hal yang membuat beragam salah satunya adalah kecepatan untuk mengisi ulang peluru suatu tank. Karena jika tidak penetrasi, maka tank juga harus bergeser yang memakan waktu (walau waktunya lebih sedikit dari waktu pengisian ulang).

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Saya menyimpulkan bahwa algoritma A* berhasil untuk mencari cara menghancurkan tank Maus tercepat. Saya belum bisa menyimpulkan apakah algoritma ini akan bekerja untuk tipe tank Artileri karena dalam Artileri masih ada hal lain yang harus dikalkulasi, seperti kecepatan peluru, dan waktu tempuh peluru. Tentu algoritma di atas dapat menyelesaikan masalah untuk menghancurkan tank Maus, tapi saya yakin tidak semua orang ingin menggunakan metode yang telah ditemukan oleh algoritma A* karena tipe peluru APCR adalah tipe peluru yang sangat mahal, yang harganya bisa mencapai 6x harga peluru AP

biasa. Tidak semua orang pun menembak dari jarak ≤ 100 meter, ataupun tidak semua orang bisa menembak tepat sasaran.

B. Saran

Untuk percobaan selanjutnya, mungkin saya akan mencoba menggunakan tank percobaan selain Maus, seperti tank produksi Perancis. Saya ingin mencoba menggunakan tank produksi Perancis karena ketebalan dindingnya yang sangat tipis. Selama 5 tahun pengalaman saya bermain, setiap tank memiliki pertahanan depan yang sulit ditembus oleh peluru AP. Namun beda kasus dengan tank Perancis. Walaupun bertipe Heavy Tank, dindin pertahanan depan tank Perancis dapat ditembus oleh peluru HE yang rata-rata memiliki penetrasi terendah di antara semua tank. Jika peluru HE dapat melakukan penetrasi, maka saat meledak di dalam, peluru HE akan melakukan kerusakan terbesar, lebih besar dari AP dan APCR. Selain melakukan kerusakan besar, setiap kru dan modul yang ada di dalam tank juga ikut rusak atau mati, sehingga akan sangat menyulitkan bagi pengguna tank Perancis tersebut.

Tank	VK4502A	King Tiger	T32	IS-3
Health	1570	1600	1500	1550
Speed lim	38	28	35	38
Traverse	28	26	28	30
Av pen	200	225	198	225
Av dam	320	320	320	390
R of F	7	6.5	6.5	8
Turret armor	345	345	647	439
Turret traverse	28	28	28	32
Hull armor	280	310	254	260
View range	460	460	460	400
Average SCORE	324.6	334.85	347.35	336.9
Very good	3	4	2	5
Good	4	3	3	3
Bad	2	2	2	1
Very bad	1	1	3	2

Gambar 9. Perbandingan Heavy Tank Tier 8

Bisa dilihat bahwa tank produksi Jerman King Tiger memiliki *hull armor* terbaik. Namun dengan hal tersebut, agar permainan tetap seimbang, maka kecepatan dari King Tiger sendiri sangatlah lambat, jika dibandingkan dengan tank produksi Rusia, IS-3.

Perbandingan-perbandingan di atas lah yang membuat saya ingin mencoba semua percobaan, mulai dari tipe peluru yang berbeda, tipe tank berbeda, dan tipe permainan yang berbeda. Selama lebih dari 5 tahun memainkan permainan ini, saya makin tertarik dengan segala mekanisme yang ada di dalam permainan tersebut, seperti efek *shell travel*, *ramming cost* dan juga masih banyak hal lainnya.

Selain World of Tanks, mungkin saya bisa mencoba Algoritma tersebut untuk permainan ciptaan Wargaming seperti World of Warplanes ataupun World of Warships, di mana aura, tipe kendaraan dan tipe permainannya berbeda

. REFERENSI

- [1] Route/Path Planning Using A Star and UCS, Rinaldi Munir, 2016
[http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Stmik/2015-2016/A-Star-Best-FS-dan-UCS-\(2016\).pptx](http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Stmik/2015-2016/A-Star-Best-FS-dan-UCS-(2016).pptx)
- [2] Wargaming Official Website, Maus, edited 2017
http://wiki.wargaming.net/en/Tank:G42_Maus
- [3] Wargaming Official Website, IS-7, edited 2017
http://wiki.wargaming.net/en/Tank:R45_IS-7
- [4] World of Tanks Forum, IS-7 vs Maus
<http://forum.worldoftanks.com/index.php?/topic/32489-is-7-vs-maus/>
- [5] World of Tanks Official Youtube Page, Explaining Mechanics: Armor Penetration, <https://www.youtube.com/watch?v=UFktFSJZPsQ>
- [6] Wahyudin F. A. jbptunikompp-gdl-wahyudinfa-30956-10-unikom_w-2.pdf

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, 16 Mei 2017



Aulia Ichsan Rifkyano/13515100