

Implementasi Graf Berbobot pada *Game* Dota 2 untuk *Farming Jungle* dengan Cepat dan Efisien

Andreas indra kurniawan - 13520091
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13520091@std.stei.itb.ac.id

Abstract—Dota 2 merupakan sebuah permainan daring bergenre MOBA yang populer di kalangan anak muda hingga dewasa, permainan ini membutuhkan optimasi agar pemain bisa mengalahkan musuh dalam segi *gold* yang dimiliki pemain di dalam game dengan cara *jungling* yang efektif dan efisien.

Keywords—Dota, *gold*, *jungling*, efisien.

I. PENDAHULUAN

Dota 2 merupakan salah satu *game E-Sport* terlaris sepanjang masa, tidak sedikit pemain *game* ini yang mengejar optimasi dalam *game* agar persentase kemenangan yang didapat menjadi lebih besar. Optimasi ini sangat penting terutama di kalangan *pro-player* atau pemain profesional yang bertanding di kompetisi Dota 2 terbesar yaitu The International Dota 2 atau lebih sering disebut TI Dota 2. Turnamen The International Dota 2 memiliki hadiah utama yang sangat besar dengan penambahan setiap tahunnya, pada tahun 2019 Dota 2 tercatat sebagai game dengan total hadiah terbesar di dunia yaitu sebanyak 34 juta dolar Amerika Serikat.

Alur permainan Dota 2 sebenarnya cukup sederhana, dalam satu pertandingan terdapat 2 tim yang masing-masing beranggotakan 5 orang. Setiap tim memiliki tujuan menghancurkan *ancient* lawan. *Ancient* merupakan bangunan yang dimiliki setiap tim dan *ancient* berlaku sebagai markas tim. Posisi markas kedua tim akan diacak oleh Dota 2 dan tim yang bermarkas di kiri bawah disebut sebagai The Radiant sedangkan tim yang bermarkas di kanan atas disebut sebagai The Dire.



Gambar 1 *Ancient* Dota 2

Sumber : <https://dota2.fandom.com/wiki/Buildings>

Proses sebelum menghancurkan *ancient* ini dipengaruhi banyak faktor, setiap tim pasti akan berusaha melindungi *ancient* masing-masing sehingga sebuah tim harus melakukan pertempuran terlebih dahulu untuk mencapai *ancient*. *Ancient* ini juga dijaga oleh *tower* yaitu menara yang menembak segala hal yang mendekat kecuali tim pemilik *tower*.



Gambar 2 Map Dota 2(kotak berwarna hijau dan merah merupakan *tower* dan *ancient* berada di tengah area kiri bawah dan kanan atas)

Sumber : <https://dota2.fandom.com/wiki/Buildings>

Salah satu cara untuk memenangkan permainan ini adalah dengan mengalahkan satu tim lawan sehingga tidak ada yang bisa mencegah pemain untuk menerobos markas dan menghancurkan *ancient* sehingga kunci dari game ini adalah kita harus menjadi lebih kuat dari tim lawan sehingga tim lawan tidak bisa mengalahkan tim kita. Cara menjadi kuat ini dipengaruhi beberapa faktor yaitu *gold*, *level*, dan kombinasi *hero* yang digunakan. Cara mendapatkan *gold* juga tidak terbatas pada satu cara saja, namun pada makalah ini saya akan fokus pada pencarian *gold* di *jungle*.

II. TEORI DASAR

A. Graf

a. Definisi Graf

Graf merupakan cara merepresentasikan objek-objek diskrit dan hubungan antara objek-objek tersebut[2]. Sebuah graf(G) terdiri dari titik yang disebut simpul(V) dan garis hubungan yang disebut sisi(E). Graf bisa ditulis dengan $G = (V, E)$.

b. Jenis Graf

i. Graf tak-berarah

Graf yang sisinya tidak mempunyai orientasi arah[2]. Graf tak berarah berarti setiap simpul bisa dikunjungi bolak-balik.



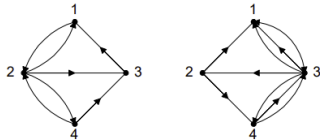
Gambar 3 Graf Tak-berarah

Sumber :

<https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf>

ii. Graf berarah

Graf yang setiap sisinya diberikan orientasi arah[2]. Sehingga memungkinkan kondisi dimana A bisa melangkah ke B tetapi B tidak bisa melangkah ke A.



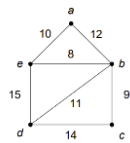
Gambar 4 Graf Berarah

Sumber :

<https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf>

iii. Graf berbobot

Graf yang setiap sisinya diberi sebuah harga(bobot)[2]. Graf berbobot ini biasanya dapat digunakan untuk merepresentasikan jarak atau waktu tempuh sehingga .



Gambar 5 Graf Berbobot

Sumber :

<https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf>

B. Pohon

a. Definisi Pohon

Pohon adalah graf tak-berarah yang tidak mengandung sirkuit, pohon juga bisa direpresentasikan dengan $G = (V,E)$.

b. Jenis Pohon

i. Pohon merentang

Pohon merentang merupakan upagraf merentang dari graf yang berupa pohon[3].

C. Algoritma Prim

Algoritma Prim merupakan algoritma yang dikembangkan oleh Robert Clay Prim pada tahun 1957 dan digunakan untuk mencari pohon merentang minimum atau maksimum dengan cara mencari sisi dengan nilai terkecil atau terbesar terlebih dahulu lalu melanjutkan sisi dari simpul yang ada dengan cara mengambil sisi terkecil. Gerakan ini akan dilakukan berulang-ulang sehingga pada akhirnya semua simpul berhasil dilewati dan ditemukan nilai terkecil atau terbesar.

Algoritma ini biasanya digunakan untuk menyelesaikan persoalan pedagang keliling (*Travelling Salesperson Problem (TSP)*) yang memiliki $(n-1)!/2$ kemungkinan dimana n merupakan jumlah simpul dari graf yang ada.

D. Jungle Dota 2

Jungle di Dota 2 merupakan area hijau yang berada di antara 3 *lane* (jalan yang terlihat di peta dimana pemain melakukan aktivitas utama untuk fase-fase awal), jungle sendiri juga terbagi oleh sungai yang menjaral diagonal dari kiri atas ke kanan bawah untuk masing-masing tim. Di area jungle pemain bisa mencari *gold* dengan cara memburu monster yang ada di *jungle*. Monster jungle bisa dibagi menjadi 4 kategori dan masing-masing kategori memiliki jenis monster yang berbeda sehingga untuk penyederhanaan saat akan mengambil hasil rata-rata dari jenis masing-masing kategori sebagai berikut:

1. Small Camps

Small camps merupakan salah satu monster yang paling mudah dibunuh di jungle. *Small camps* terdiri dari 6 jenis monster yaitu *kobold*, *hill troll*, *hill troll and kobold*, *vhoul assassin*, *ghost*, dan *harpy* yang memiliki *armor*, *health*, *spawn rate*, dan *gold drop* yang berbeda untuk tiap jenis. *Small camps* rata-rata memberikan 66 *gold* kepada pemain.

	Kobold Camp	52-67 (60)	44-57 (51)	16-30 (18)	107	91	1445 Health	
	Hill Troll Camp	59-68 (64)	50-58 (54)	18-20 (19)	91	77	1450 Health	
	Hill Troll and Kobold Camp	60-71 (66)	51-60 (56)	18-21 (20)	93	79	1400 Health	
	Vhoul Assassin Camp	60-72 (66)	51-61 (56)	18-22 (20)	93	79	1110 Health	
	Ghost Camp	62-74 (68)	53-63 (58)	19-22 (20)	109	93	1300 Health	
	Harpy Camp	71-81 (76)	60-69 (65)	21-24 (23)	109	93	1350 Health	

Gambar 6 Data Small Camp

Sumber :

https://dota2.fandom.com/wiki/Neutral_creeps

2. Medium Camps

Medium camps merupakan monster yang sedikit lebih kuat dari *small camps*. *Medium camps* terdiri dari 5 jenis monster yaitu *centaur*, *wolf*, *satyr*, *ogre*, dan *golem* yang memiliki *armor*, *health*, *spawn rate*, dan *gold drop* yang berbeda untuk tiap jenis. *Medium camps* rata-rata memberikan 80 *gold* kepada pemain.

	Centaur Camp	69-81 (75)	59-69 (64)	21-24 (23)	121	103	1450 Health	
	Wolf Camp	66-78 (72)	56-66 (61)	20-23 (22)	160	136	1600 Health	
	Satyr Camp	68-80 (74)	58-68 (63)	20-24 (22)	156	133	1800 Health	
	Ogre Camp	64-112 (88)	54-95 (75)	19-34 (26)	109	93	2300 Health	
	Golem Camp	80-106 (93)	73-98 (85)	14-16 (15)	132	122	2500 Health	

Gambar 7 Data Medium Camp

Sumber :

https://dota2.fandom.com/wiki/Neutral_creeps

3. Large Camps

Large camps merupakan monster yang lebih kuat dari medium camps. Large camps terdiri dari 5 jenis monster yaitu centaur, satyr, hellbear, wildwing, dan troll yang memiliki armor, health, spawn rate, dan gold drop yang berbeda untuk tiap jenis. Large camps rata-rata memberikan 100 gold kepada pemain.

	Large Centaur Camp	85-100 (93)	72-85 (79)	26-30 (28)	152	129	1800 Health	Cloak Aura, War Stamp
	Large Satyr Camp	96-113 (105)	82-96 (89)	29-34 (31)	168	143	2000 Health	Purge, Mana Burn, Shockwave, Unholy Aura
	Hellbear Camp	97-123 (110)	82-105 (94)	29-37 (33)	156	133	1650 Health	Cloak Aura, Thunder Clap, Swiftsness Aura
	Wildwing Camp	78-102 (90)	66-87 (77)	23-31 (27)	128	109	1650 Health	Tornado, Toughness Aura
	Troll Camp	85-102 (94)	72-87 (79)	26-31 (28)	184	156	2100 Health	
	Troll Camp + 2 Skeletons	97-126 (112)	84-111 (97)	26-31 (28)	208	180	2600 Health	Ensnare, Raise Dead

Gambar 8 Data Large Camp

Sumber :

https://dota2.fandom.com/wiki/Neutral_creeps

4. Ancient Camps

Ancient camps merupakan monster spesial dan merupakan monster terkuat di jungle, lokasinya pun hanya ada 1 di tiap jungle. Ancient camps terdiri dari 3 jenis monster yaitu dragon, large golem, dan thunderbolts yang memiliki armor, health, spawn rate, dan gold drop yang berbeda untuk tiap jenis. Ancient camps rata-rata memberikan 170 gold kepada pemain.

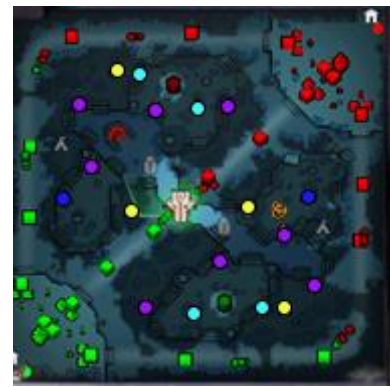
	Dragon Camp	160-203 (182)	136-173 (154)	48-61 (54)	224	190	3900 Health	Fireball, Splash Attack, Dragonhide Aura
	Large Golem Camp	156-178 (167)	133-151 (142)	47-53 (50)	314	267	3795 Health	Granite Aura
	Thunderhide Camp	152-173 (163)	129-147 (138)	46-52 (49)	314	267	3000 Health	Frenzy, War Drums Aura, Slam

Gambar 9 data Ancient Camps

Sumber :

https://dota2.fandom.com/wiki/Neutral_creeps

Jungle akan direstart setiap 1 menit, mekanisme ini memungkinkan jungle untuk diburu setiap menitnya oleh pemain untuk mencari gold dan pemain akan memulai berburu ke jungle dari lane atas, tengah, ataupun bawah. Hal ini akan membatasi graf yang dapat kita buat karena perhitungan waktu memburu monster serta perjalanan akan ikut dihitung demi mendapatkan hasil yang lebih akurat.



Gambar 10 Peta Dota yang sudah Ditandai

Sumber :

Arsip Penulis

- Ancient Camps
- Large Camps
- Medium Camps
- Small Camps

Gambar 11 Deskripsi tanda di peta pada gambar 6

Sumber :

Arsip Penulis

III. ANALISIS DAN IMPLEMENTASI

A. Asumsi yang Digunakan

Dota 2 memiliki 122 karakter yang unik di dalamnya dengan 2 tipe umum yaitu tipe sihir dan tipe fisik. Keduanya memiliki kecepatan berburu monster jungle yang berbeda, namun pada makalah ini akan digunakan tipe yang lebih umum yaitu tipe fisik. Karakter yang digunakan dalam pengambilan data adalah Juggernaut dengan level 13 dan memiliki barang maelstrom, phase boots, serta mask of madness. Skill karakter yang diambil adalah skill 1 level max, skill 2 level 2, skill 3 level max, serta ultimate skill level 1. Diasumsikan karakter dapat melakukan farming tanpa perlu takut mati. Karakter yang digunakan akan dimulai dari safelane tim Radiant yang terletak di kanan bawah peta.

Biasanya pemain bisa melakukan kegiatan farming di lane maupun jungle, dalam makalah ini penulis akan mengasumsikan bahwa pemain akan melakukan farming di jungle selama 2 menit sebelum akhirnya kembali ke lane sehingga akan dilakukan perhitungan selama 2 menit sekaligus saat kembali ke lane.

Pada game aslinya pemain bisa melakukan alternate farming dengan bertukar tempat berburu di lane lalu ke jungle dan berulang-ulang. Namun pada kasus ini lane diasumsikan tidak aman sehingga pemain harus melakukan kegiatan farming di jungle yang tidak mudah dijangkau oleh tim lawan.

Pemain bisa memulai dari posisi manapun di peta, namun diasumsikan pemain berada di tim Radiant dan memiliki peran carry (orang yang dipercaya akan memenangkan permainan sehingga diberikan

kesempatan farm oleh tim) di safelane.

B. Penjelasan Graf

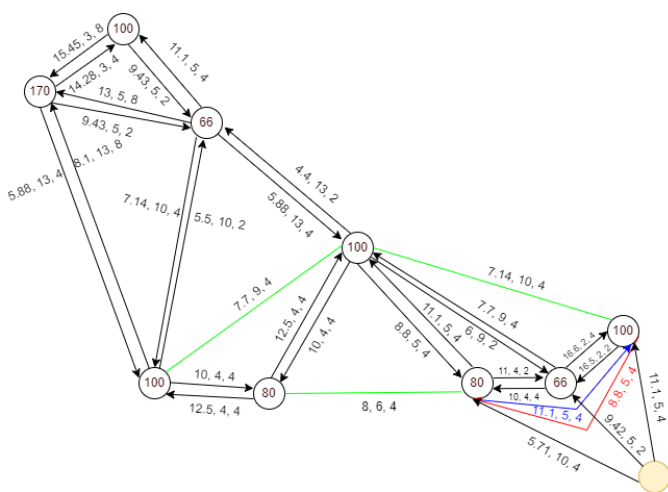
Graf yang digunakan merupakan graf berarah karena nilai setiap simpul yang didatangi akan berbeda. Hal ini diakibatkan oleh nilai *gold* yang berbeda dari tiap simpul serta jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap simpul. Sisi akan merepresentasikan seberapa bernilai gerakan yang dilakukan oleh pemain dengan rumus berikut.

$$N = \frac{G}{T}$$

N = nilai dari gerakan
 T = waktu yang diperlukan untuk melakukan perjalanan serta menyelesaikan *farming* di simpul
 G = *gold* yang didapatkan dari simpul tujuan

Dengan rumus di atas, jika waktu dianggap konstan maka nilai gerakan akan semakin besar jika *gold* yang didapat besar. Sebaliknya, jika *gold* dianggap konstan maka nilai dari suatu gerakan akan semakin kecil karena waktu yang dibutuhkan semakin banyak. Sisi juga akan merepresentasikan jumlah waktu yang digunakan dengan format (nilai, waktu tempuh, waktu *farm*).

Hal ini diperlukan agar kita dapat mencatat waktu yang kita gunakan setiap mengambil pergerakan. Setiap simpul juga akan diisi dengan nilai *gold* dari simpul tersebut. Sisi berwarna hijau berarti nilai berlaku dua arah karena kedua simpul bertipe sama, sedangkan warna biru dan merah hanya digunakan untuk memperjelas garis. Simpul berwarna kuning merupakan tempat pemain memulai gerakan serta tempat pemain akan kembali setelah 2 menit berlalu untuk menghabiskan *lane creeps*.

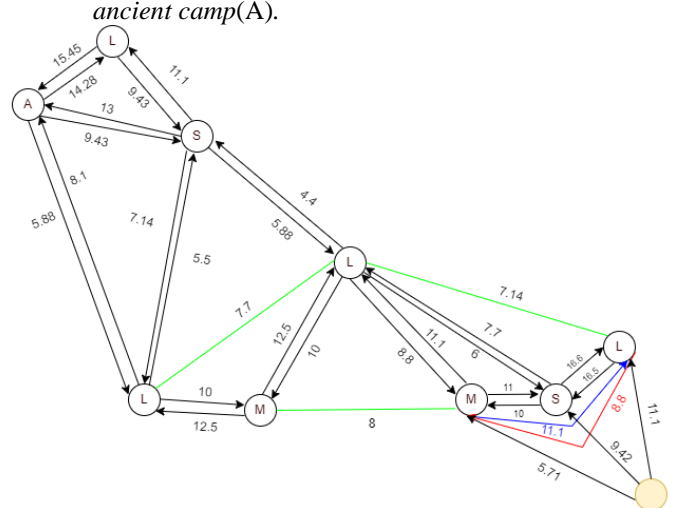


Gambar 12 Graf untuk setiap *jungle camp* di Dota 2

Sumber :
 Arsip Penulis

Graf di atas merupakan graf yang akan digunakan pada analisis dan perhitungan di makalah ini, namun penulis juga menyajikan graf yang sudah

disederhanakan agar pembaca mendapat gambaran lebih jelas tentang apa yang akan di analisis pada makalah ini. Setiap sisi sekarang hanya akan merepresentasikan nilai dari setiap langkah yang dilakukan dan setiap simpul akan merepresentasikan *small camp(S)*, *medium camp(M)*, *large camp(L)*, dan *ancient camp(A)*.

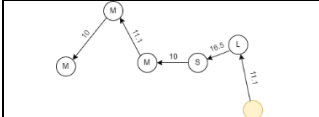



Gambar 13 Graf setiap *jungle camp* yang sudah disederhanakan

Sumber :
 Arsip Penulis

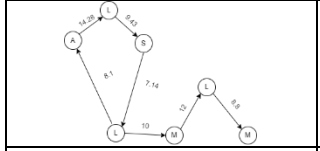
Dengan graf di gambar 12 kita bisa sekilas melihat bahwa gerakan yang paling masuk akal dalam 1 menit adalah kanan ke kiri. Namun kita perlu memperhatikan juga posisi pemain setelah 1 menit dan menit ke-2 karena player bisa Kembali ke *lane* untuk mendapatkan *gold* dari *lane creeps* sebesar 193 *gold* yang bisa diburu setiap 30 detik. Langkah pertama yang kita ambil dalam algoritma Prim adalah mengambil sisi dengan nilai terbesar agar kita mendapat pohon merentang maksimum dari graf di atas. Dalam kasus ini kita hanya bisa memilih 3 sisi di kanan bawah sebagai titik awal.

Langkah-langkah Algoritma Prim			
Pohon	Total Waktu(Detik)	Nilai	Gold
	9	11,1	100
	13	27,6	166
	21	37,6	246
	30	48,7	346

	38	58,7	426
	46	71,2	526

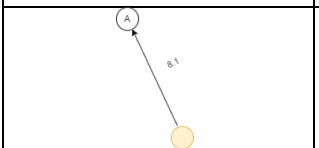
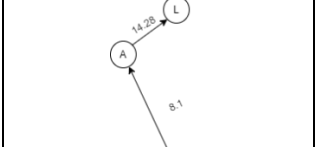
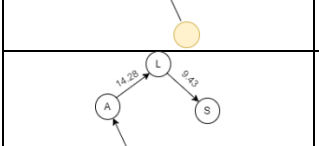
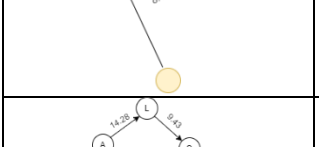
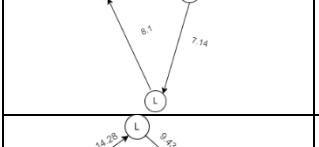
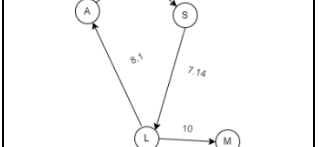
Tabel 1 Langkah-Langkah Algoritma Prim 1

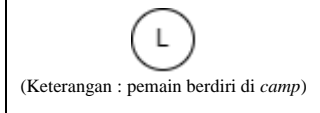
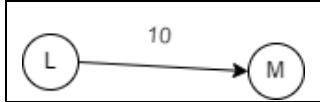
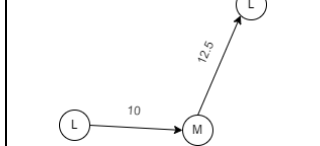
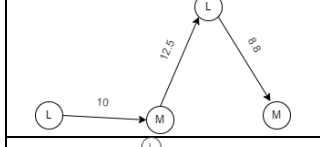
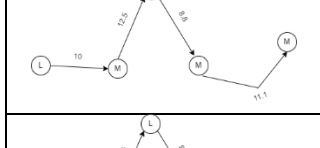
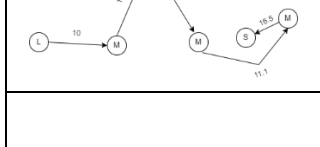
Pada titik ini pemain dihadapkan pada 2 pilihan yaitu menunggu waktu hingga satu menit agar bisa menyusuri kembali *jungle* bawah atau pergi ke *jungle* atas dengan memakan waktu 13 detik dan tempat tersebut hanya terdiri dari 3 *camp*. Kita akan menyusuri 2 kemungkinan pohon untuk mencari tahu gerakan mana yang akan menghasilkan nilai tertinggi. Pertama kita akan menyusuri jalur yang memakan waktu 21 detik untuk berpindah dan memiliki nilai 8,1.

	119	141,35	1222
Nilai Akhir	Nilai gerakan menuju <i>lane</i> = $193/(14-1)$ (sisa waktu)+3(waktu untuk menghabiskan <i>creep lane</i>) = 12,09	153,44	1415

Tabel 2 Langkah-Langkah Algoritma Prim 2

Selanjutnya kita perlu membandingkan dengan pemain yang menunggu waktu 1 menit lalu kembali melakukan kegiatan *farming* di sisi *jungle* yang sama.

Langkah-langkah Algoritma Prim			
Pohon	Total Waktu(Detik)	Nilai	Gold
	66	79,3	696
	73	93,58	796
	80	103,41	862
	94 (Keterangan : waktu sudah lewat 1 menit sehingga simpul bisa dilewati sekali lagi)	110,55	962
	102	120,55	1042
	110	132,55	1142

Langkah-langkah Algoritma Prim			
Pohon	Total Waktu(Detik)	Nilai	Gold
	64 (keterangan : menunggu selama 14 detik lalu <i>farm camp</i> selama 4 detik)	96,2	626
	72	106,2	706
	80	118,7	806
	89	127,5	886
	98	138,6	966
	102	155,1	1032
Nilai Akhir	Nilai gerakan menuju <i>lane</i> = $193,5/(-18+7)$ = (karena pemain membuang terlalu banyak waktu didapatkan waktu negatif)	137,51	1225

Tabel 3 Langkah-Langkah Algoritma Prim 3

Dengan menelusuri setiap kemungkinan jalan menggunakan algoritma Prim, kita pada akhirnya bisa mengetahui bahwa gerakan pertama setelah tabel 1 yang perlu diambil adalah gerakan menuju *jungle* atas yang awalnya terkesan mengambil banyak waktu untuk perjalanan selama 13 detik, namun pada akhirnya gerakan pada tabel 2 terbukti mendapatkan lebih

banyak *gold* dibandingkan table 3, nilai gerakan tabel 2 menang 16 poin dibanding table 3. Hal ini disebabkan gerakan pada tabel 3 yang terlalu sering menunggu akibat *camp* yang sudah kosong. Oleh karena itu sangat penting bagi pemain untuk tidak membuang waktu menunggu *jungle camps* kembali dimunculkan oleh sistem .

Nilai gerakan yang didapat dari rumus pada bab III bagian b mungkin masih belum 100% menggambarkan nilai sesungguhnya dari gerakan karena penulis menganggap kegiatan *farming* berada pada lingkungan ideal sehingga ada faktor lain yang tidak diperhitungkan seperti seberapa amannya sebuah simpul dan kemungkinan simpul tersebut sudah habis diburu oleh teman satu tim. Makalah ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut.

IV. KESIMPULAN

Pohon merentang memiliki manfaat yang besar dalam hal penggunaan waktu. Pemanfaatan waktu ini sangat dipengaruhi oleh pemilihan jalan pemain, jika salah mengambil satu langkah maka penalti yang dialami juga akan semakin besar, pada kasus ini pemain mendapatkan 190 *gold* lebih sedikit dari yang seharusnya. 190 *gold* ini meskipun terlihat kecil namun bisa berdampak besar pada permainan yang berlangsung selama 1 jam karena pemain berhasil mendapat sekitar 15% *gold* lebih banyak setiap 2 menit. Optimasi-optimasi seperti inilah yang dianalisis oleh pemain profesional Dota 2 untuk menjadi lebih mahir dalam permainan dan memenangkan turnamen.

V. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena rahmat-Nya yang tidak berkesudahan, penulis dapat menyelesaikan makalah ini dengan baik dan tepat waktu. Penulis juga ingin berterima kasih kepada komunitas Dota 2 yang sudah membuat laman-laman website yang cukup akurat sehingga bisa dipakai sebagai sumber data makalah ini. Tidak lupa terima kasih saya ucapkan kepada Ibu Harlili selaku dosen Matematika Diskrit 2021 yang senantiasa menyemangati dan mengingatkan tenggat makalah ini.

Akhir kata, penulis ingin meminta maaf jika makalah ini memiliki banyak kekurangan dalam keakuratan data dan jika ada kesalahan penulis dalam bertutur kata.

REFERENCES

- [1] <https://dota2.fandom.com/wiki/Buildings>, diakses pada tanggal 4 Desember 2021 pukul 22.09 WIB.
- [2] <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf>, diakses pada tanggal 4 Desember 2021 pukul 22.16 WIB.
- [3] <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag1.pdf>, diakses pada tanggal 5 Desember 2021 pukul 18.11 WIB.
- [4] https://dota2.fandom.com/wiki/Neutral_creeps, diakses pada tanggal 6 Desember 2021 pukul 00.25 WIB.
- [5] <https://personal.utdallas.edu/~dzdu/cs6363/Chinese.htm>, diakses pada tanggal 13 Desember 2021 pukul 20.30 WIB.
- [6] <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian3.pdf>, diakses pada tanggal 13 Desember 2021 pukul 20.38 WIB.

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 Desember 2020



Andreas Indra Kurniawan
13520091