

Penerapan Graf dalam Movement Unit Clash of Clans

Benidictus Galih Mahar Putra 13519159¹

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

¹13519159@std.stei.itb.ac.id

Abstraksi—Clash of Clans adalah permainan video oleh Supercell, yang pernah populer pada tahun 2012. Permainan ini menggunakan strategi penempatan unit di kotak area permainan. Untuk mendapatkan pergerakan yang tepat, guna menghancurkan desa lainnya, dibutuhkan referensi penempatan dan pergerakan unit. Oleh karena itu, materi graf dalam Matematika Diskrit dapat menjelaskan pergerakan unit dalam Clash of Clans.

Kata Kunci—Clash of Clans, Graf, Pergerakan, Unit.

I. PENDAHULUAN

Clash of Clans adalah seri permainan video game yang dikembangkan oleh Supercell. Permainan ini memberikan misi kepada pemain untuk membangun sebuah desa dari Townhall, Gold, Elixir, dan Army yang siap bertempur ataupun bertahan. Saat pemain menyerang desa lainnya, pemain harus dapat menembus pertahanan desa pemain lainnya tahap demi tahap. Mulai dari setiap block wall ataupun building. Selain itu, waspada juga pada tower yang akan menghentikan strategi pemain untuk mengalahkan desa lainnya. Clash of Clans juga memiliki sistem papan perankingan untuk para pemain e-sport.

Seiringnya kepopuleran Clash of Clans pada tahun 2012 lalu, banyak pemain yang mulai berkompetisi untuk menjadi nomor satu di papan perankingan. Mereka mulai mencari cara atau solusi bagaimana penempatan unit-unit yang tepat atau bagaimana pergerakan unit ini bekerja. Apakah mereka mencari jarak yang terdekat? Atau mencari jalan lain yang lebih efektif? Atau hanya diam saja? Oleh karena itu, banyak cara untuk mencari cara kerja dari permainan ini.

Clash of Clans memiliki petak lahan sebesar 44 x 44. Petak ini akan diisikan oleh bangunan-bangunan seperti tower, Townhall, ataupun kamp pasukan. Dalam sistem penyerangan, pemain dapat menempatkan unit pasukannya di luar dari area bangunan desa musuh. Setiap penempatan unit ini, unit akan bergerak sesuai dengan jalur terefektif menuju target dari target atau berdiam karena tidak ada target dari unit di dalam area permainan. Oleh karena itu, sistem dari jalur terefektif unit ini dapat dibantu jelaskan oleh materi graf dalam Matematika Diskrit.



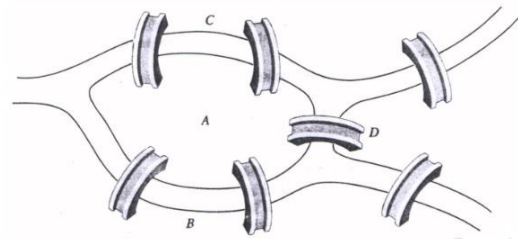
Gambar 1.1 Clash of Clans

II. DASAR TEORI

A. Graf

1. Definisi Graf

Graf terdiri dari simpul dan sisi. Untuk mengilustrasikan pengertian simpul dan sisi kita ambil Gambar 2.1 Persoalan Jembatan Konigsberg. Dalam gambar tersebut kita asumsikan daratan sebagai simpul dan sisi sebagai jembatannya. Jadi dalam ilustrasi tersebut sisi merupakan sambungan dari simpul satu dengan sebuah simpul lainnya.



Gambar 2.1 Persoalan Jembatan Konigsberg
Sumber:

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

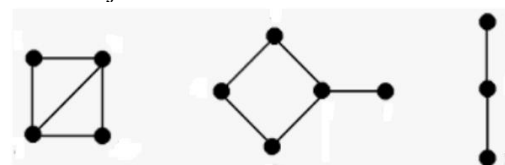
Kemudian dari Gambar 2.1 Persoalan Jembatan Konigsberg lagi, ketika dua sisi (Dua jembatan yang menyambungkan simpul A dan C) menyambungkan dua simpul yang sama (Simpul A dan C), maka sisi – sisi tersebut disebut sebagai sisi-ganda. Lalu misalkan terdapat sebuah simpul A dan sisi B. Sisi B menyambungkan simpul A dengan simpul A sendiri, maka sisi ini disebut sebagai sisi gelang.

2. Jenis – jenis Graf

Terdapat beberapa jenis graf, salah satunya adalah Graf Sederhana dan Graf Tak Sederhana.

a. Graf Sederhana

Graf sederhana merupakan graf yang tidak memiliki sisi-ganda ataupun gelang. Jadi dalam graf sederhana ini setiap simpul dapat disambungkan dengan satu sisi saja.



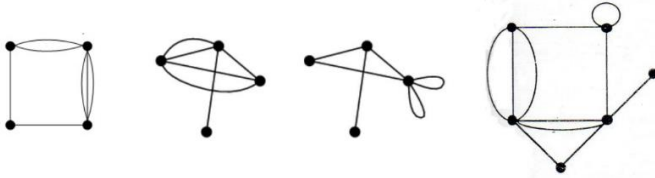
Gambar 2.2 Tiga Buah Graf Sederhana

Sumber:

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

b. Graf Tak Sederhana

Graf tak sederhana merupakan kebalikan dari graf sederhana. Dalam graf tak sederhana, dua buah simpul dapat disambungkan lebih dari satu buah gelang ataupun sisi.

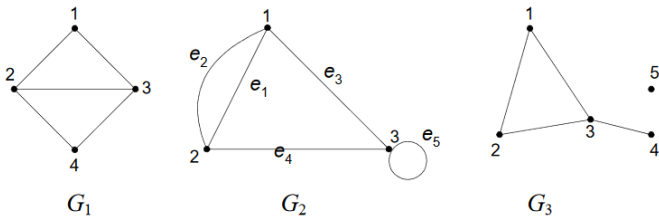


Gambar 2.3 Graf Tak Sederhana

Sumber:

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

3. Terminologi Graf



Gambar 2.4 Contoh Graf

Sumber:

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

a. Ketetanggaan

Ketetanggaan memiliki arti sebuah simpul dengan simpul lainnya memiliki sisi yang menghubungkan keduanya secara langsung. Dalam Gambar 2.4 Contoh Graf bagian G1, simpul 2 bertetangga dengan simpul 1, 3, dan 4. Akan tetapi simpul 4 tidak bertetangga dengan simpul 1.

b. Bersisian

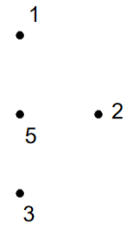
Bersisian memiliki arti bahwa sebuah sisi memiliki simpul-simpul yang menyambungkannya. Kita lihat Kembali dalam Gambar 2.4 Contoh Graf bagian G1, sisi (1,3) bersisian dengan simpul 1 dan 3. Misalkan terdapat sebuah simpul A dan sisi B yang menyambungkan simpul A dengan simpul A sendiri. Jika ada gelang seperti sisi B, maka sisi B bersisian dengan simpul A dan simpul A.

c. Simpul Terpencil

Simpul terpencil adalah simpul yang tidak bersisian dengan dirinya sendiri. Atau simpul tersebut tidak memiliki sisi. Dalam Gambar 2.4 Contoh Graf bagian G3, simpul 5 merupakan simpul terpencil.

d. Graf Kosong

Graf kosong merupakan setiap simpul dalam graf tidak memiliki sebuah sisi.



Gambar 2.5 Graf Kosong

Sumber:

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

e. Derajat

Derajat dari sebuah simpul merupakan banyaknya jumlah sisi yang menyambungkan simpul dirinya sendiri atau simpul lainnya. Dalam Gambar 2.4 Contoh Graf bagian G1, derajat simpul 1 sebanyak dua (Sisi menuju simpul 2 dan sisi menuju simpul 3).

f. Lintasan

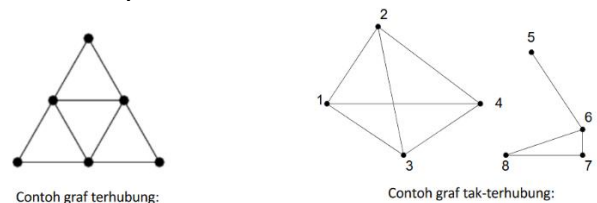
Lintasan merupakan jalur dari simpul A menuju ke sebuah simpul B dengan melewati sisi-sisi yang terhubung dari simpul A hingga simpul B. Panjang lintasan merupakan banyaknya atau jumlah sisi yang dilewati oleh lintasan tersebut. Dalam Gambar 2.4 Contoh Graf bagian G1, lintasan 1, 2, 3, 4 adalah lintasan dengan barisan sisi (1,2), (2,3), (3,4) dan panjang lintasanya adalah tiga.

g. Sirkuit

Sirkuit merupakan lintasan dengan simpul awal dan simpul akhir yang sama. Panjang sirkuit merupakan panjang lintasan yaitu banyaknya sisi yang dilewati dalam lintasan. Dalam Gambar 2.4 Contoh Graf bagian G1, lintasan 1, 2, 4, 3, 1 adalah sirkuit dan panjang sirkuitnya adalah empat.

h. Keterhubungan

Dua buah simpul dikatakan keterhubungan jika tidak ada lintasan yang terputus dari dua simpul tersebut. Sebuah graf dikatakan graf terhubung jika setiap simpul awal dan akhir terdapat lintasan yang tidak terputus.



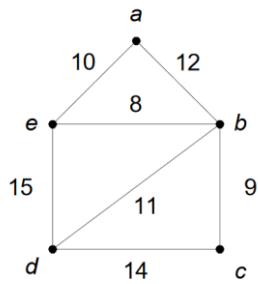
Gambar 2.6 Graf Terhubung dan Tak-Terhubung

Sumber:

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

i. Graf Berbobot

Graf berbobot adalah graf yang setiap sisinya memuat sebuah bobot atau label.



Gambar 2.7 Graf Berbobot

Sumber:

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

B. Pythagoras

Jika diketahui sebuah segitiga siku – siku dengan panjang sisi miring sebesar Z dan panjang sisi segitiga lainnya adalah sebesar X dan Y, maka untuk mencari panjang dari sisi miring segitiga dapat digunakan sebuah rumus Pythagoras yang berbunyi

$$Z^2 = X^2 + Y^2$$

C. Unit of Clash of Clans

Untuk lebih menjelaskan apa yang tipe-tipe unit yang mempengaruhi pergerakan dari unit. Berikut beberapa tipe yang telah dibagi-bagi berdasarkan jarak Attack, target Unit, dan keterbatasan pergerakan karena variabel luar.

1. Melee Unit

Melee unit adalah pasukan yang memiliki attack tile sejauh satu tile. Pasukan melee ini mengharuskan bergerak sangat dekat hingga berjarak satu tile dengan target. Salah satu pasukan melee dalam Clash of Clans adalah Barbarian, Goblin, dan lain-lain.

2. Ranged Unit

Ranged unit adalah pasukan yang memiliki attack tile sejauh lebih dari satu tile. Ranged unit bergerak hingga jarak dari unit dengan targetnya sekitar sesuai dengan kemampuan jarak attack dari ranged unit. Jarak dari tile bermacam-macam mulai dari tiga, empat, dan lain-lain. Pasukan ranged salah satunya adalah Archer, Wizard, dan lain-lain.

3. Target Area Unit

Target area yang dimaksud penulis di sini adalah pasukan yang memiliki kemampuan untuk menghancurkan dengan area tile. Pasukan ini biasanya harus bergerak mendekati bangunan-bangunan atau pasukan musuh yang memiliki jarak antar bangunan atau musuh cukup dekat sekitar 1 tile. Contoh dari pasukan ini adalah Valkyrie.

4. Flying Unit

Ada beberapa tipe pasukan yang pergerakan dan targetnya ternyata bervariasi. Salah satunya tipe flying unit ini yang tidak dibatasi oleh tingginya bangunan. Ada beberapa juga unit yang bergerak

sesuai dengan targetnya. Jenis flying unit dibagi menjadi Healing Unit dan Non-Healing Unit.

a. Healing Unit

Healing unit adalah pasukan yang memiliki tugas untuk menambah hitpoints (HP) dari friendly unit jenis non-flying sendiri. Healing unit bergerak sesuai dengan pergerakan dari unit yang ditambah hitpoints lagi. Jika tidak ada friendly unit jenis non-flying, unit ini akan diam di tempat. Kemudian jarak attack dari pasukan ini sejauh empat tile dari target unit ini. Contoh dari pasukan ini adalah Healer.

b. Non-Healing Unit

Selain itu, tipe yang satu ini adalah tipe yang bukan healing tetapi flying unit. Jenis ini merupakan pasukan yang menyerang ke bangunan ataupun unit musuh. Jarak attack dari jenis ini juga bervariasi ada yang seperti melee ataupun ranged dengan jarak terjauh dua sampai empat tiles. Contoh dari Non-healing unit ini adalah Dragon, Baby Dragon, dan lain-lain.

5. Non-Flying Unit

Kemudian selain tipe flying unit, jenis non-flying unit juga terbagi menjadi tiga macam menurut penulis yaitu underground, jump, dan non-jump unit.

a. Underground Unit

Unit ini merupakan satu-satunya unit yang dapat menembus pertahanan desa melalui bawah tanah (terutama bangunan Wall) dengan mudah. Pergerakannya tidak dibatasi atau dipengaruhi oleh Wall. Jarak attack dari unit ini adalah sekitar satu tile dari target unit ini. Contoh dari unit ini adalah Miner.

b. Jump Unit

Unit ini juga mirip dengan jenis underground unit tetapi unit ini melewati pertahanan dengan cara melompati pertahanan Wall. Pergerakannya juga sama yaitu tidak dibatasi oleh bangunan Wall. Jarak attack dari unit ini bervariasi sekitar satu hingga empat tiles dari target. Contoh dari unit ini adalah Hog Rider dan Headhunter.

c. Non-Jump Unit

Tipe dari unit ini adalah tipe yang normal dalam permainan. Pergerakan unit ini akan dibatasi oleh bangunan-bangunan seperti Tower, Building, ataupun Wall. Sehingga ada unit ini juga harus setengah berputar atau berjalan cukup jauh untuk mencapai targetnya karena strategi Wall musuh. Jarak dari attack jenis pasukan ini sesuai dengan tipe Melee atau Ranged unit dari pasukan ini. Contoh dari tipe ini adalah Barbarian, Archer, Goblin, dan lain-lain.

D. Target of Unit

Selain dijelaskan pasukan yang dimiliki oleh pemain untuk menyerang. Ada beberapa variabel yang akan memengaruhi pergerakan dari unit pemain. Salah satunya adalah Tower, Building, Wall, Resources, Hero, Friendly Unit, dan Enemy Unit.

1. Tower
Tower merupakan pertahanan desa yang memiliki fungsi untuk mengurangi hitpoints dari musuh yang datang ke dalam desa. Ukuran dari tower bermacam-macam mulai dari 2x2 hingga 4x4. Contoh dari Tower adalah Inferno Tower, Eagle Artillery, dan lain-lain.
2. Building
Building merupakan fasilitas desa yang memiliki fungsi untuk meningkatkan tingkatan pasukan menjadi lebih tinggi. Ukuran dari Building juga bervariasi mulai dari 2x2 hingga 4x4. Contoh dari Building adalah Townhall, Builder Hut, dan lain-lain.
3. Wall
Wall merupakan bangunan yang memiliki fungsi untuk mengubah atau menghalang pergerakan dari pasukan musuh. Ukuran dari satu wall sekitar 1x1 tile. Wall selalu menjadi target ketika tidak ada jalan atau musuh memakai pasukan WallBreaker.
4. Resources
Resources merupakan bangunan yang memiliki fungsi sebagai sumber pemasukan dari desa. Resources biasanya menjadi target oleh pasukan Goblin. Ukuran Resources sekitar 3x3 tile. Contoh dari Resources adalah Gold Mine, Elixir Mine dan lain-lain.
5. Hero
Hero dapat sebagai unit ataupun bangunan. Hero ketika difungsikan sebagai unit akan bekerja seperti Tower ketika musuh menyerang. Hero memiliki pergerakan yang tidak dibatasi oleh Wall dari desa sendiri. Target dari Hero adalah pasukan musuh ketika desa sedang diserang. Selain itu juga, Hero memiliki target bangunan atau pasukan ketika desa menyerang desa musuh.
6. Friendly Unit
Friendly unit sebagian dijadikan target oleh Healer. Friendly unit digunakan saat desa sedang menyerang desa lainnya. Friendly unit mirip seperti yang sudah dijelaskan pada bagian II.B. Unit of Clash of Clans.
7. Enemy Unit
Enemy unit merupakan unit pasukan pertahanan berupa unit pasukan. Enemy Unit disimpan dalam Clan Castle dalam desa. Setiap ada serangan dari desa pemain lainnya, Enemy Unit akan keluar dari Clan Castle dan menyerang pasukan dari desa

musuh tersebut. Pergerakan enemy unit tidak terbatas pada bangunan Wall.

E. Area Map Clash of Clans

Area permainan dalam Clash of Clans telah mengalami perubahan sejak update dari Eagle Artillery. Banyak tile dari area permainan kini menjadi 44x44 tile. Setiap tile dari area ini akan dialihfungsikan menjadi bangunan ataupun tempat untuk menempatkan pasukan penyerang.

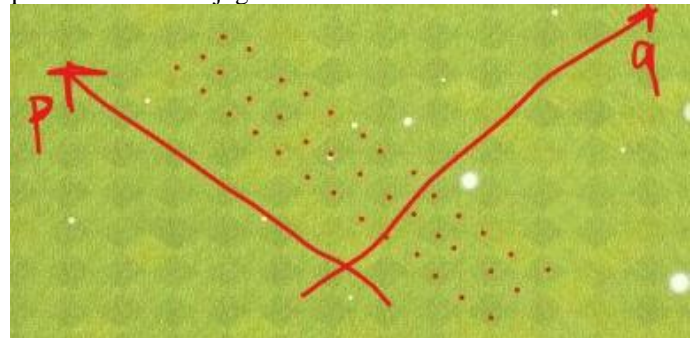


Gambar 2.8 Peta Area Permainan

III. PEMBAHASAN

A. Simpul-simpul dalam Area Permainan

Dalam permainan, setiap tile dari area permainan merupakan simpul-simpul. Area permainan diubah menjadi sebuah graf kosong. Panjang lintasan dari satu simpul ke simpul lainnya di asumsikan sama. Kemudian kita memasuki mode serangan ke desa musuh. Saat kita meletakkan unit kita di sebuah tile, program akan mengatur sebuah simpul awal unit di tile tempat unit tersebut diletakkan. Kemudian unit tersebut akan bergerak sesuai dengan lintasan menuju simpul target. Pencarian lintasan terdekat dicari dengan Algoritma Prim atau Kruskal. Kita saat ini gunakan Algoritma Prim untuk menyelesaikan lintasan terdekat untuk sampai ke simpul target. Kita juga asumsikan pemilihan lintasan juga efektif.



Gambar 3.1 Graf Kosong dan Sumbunya

B. Pergerakan Diagonal

Dalam permainan, pergerakan unit tidak berdasar pada setiap simpul dalam graf area permainan. Pergerakan unit juga dapat melakukan diagonal. Lintasan yang dibuat ketika unit diletakkan, simpul akan disambungkan dengan simpul target. Panjang diagonal ini akan membantu Algoritma Prim ketika ada dua pilihan dan jarak mana yang lebih dekat. Jarak antar simpul awal dan simpul target yang menjadi lintasan diagonal ini bisa didapatkan dengan persamaan Pythagoras pada bagian II.B. Pythagoras. Dalam persamaan tersebut, diberi keterangan X sebagai panjang lintasan graf dengan arah sumbu P, Y sebagai

panjang lintasan graf dengan arah sumbu Q dan Z sebagai panjang lintasan antar simpul yang menjadi diagonal. Sebagai contoh dalam Gambar 3.2 Serangan Valkyrie panjang diagonal lintasan Z sebesar

$$Z^2 = 11^2 + 2^2$$

$$Z^2 = 125$$

$$Z = 5\sqrt{5}$$

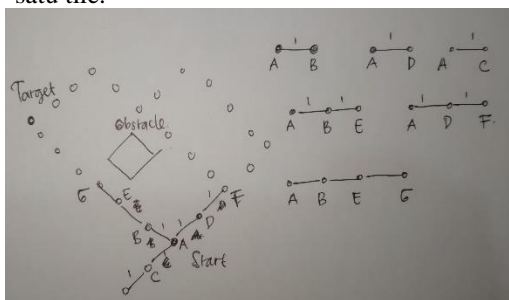


Gambar 3.2 Serangan Valkyrie

C. Penentuan Arah Pergerakan

1. Tanpa Variabel Luar

Simpul dari unit yang ditempatkan akan dihubungkan langsung dengan simpul dari target. Unit akan bergerak langsung menuju target. Kita asumsikan derajat setiap simpul adalah minimal dua (simpul ujung peta) dan maksimum empat (simpul selain ujung peta). Simpul-simpul yang berjarak satu tile ini kemudian disambungkan satu sama lainnya sehingga menjadi sebuah lintasan. Dalam gambar 3.4 Pemilihan Lintasan Graf, terdapat empat lintasan yang terbentuk dari simpul-simpul. Pertama lintasan – lintasan ini dibentuk dari penggabungan satu lintasan dengan jarak terkecil hingga terbesar. Lintasan yang terbentuk mulai dari satu dot merah menuju satu dot merah dengan panjang satu tile.



Gambar 3.3 Lintasan

Kemudian setelah dibuat banyak lintasan kita ambil beberapa sample yaitu lintasan A, B, C, dan D. Panjang lintasan A sebesar 19, panjang lintasan B sebesar 13, panjang lintasan C sebesar 12, dan panjang lintasan D sebesar 17. Dengan algoritma prim, panjang lintasan dari A, B, dan D lebih besar daripada lintasan C. Sehingga pemilihan jalur efektif ini akan dipilih oleh program dan unit NPC akan bergerak sesuai jalur graf yang telah dibuat tadi.



Gambar 3.4 Pemilihan Lintasan Graf

2. Dengan Variabel Wall

Ketika dalam area permainan terdapat bangunan Wall, simpul atau tile yang diisikan oleh Wall akan dihapus dari graf. Sehingga penghitungan panjang lintasan akan berubah lagi. Ditinjau dari Gambar 3.5 Jarak Tembus Wall dan Target, lintasan **a** merupakan lintasan yang ditempuh menuju target dengan Wall yang telah dihancurkan dan lintasan **b** merupakan lintasan menuju target sebenarnya tetapi target unit berubah menyerang Wall. Dari gambar 3.5 diketahui, NPC akan bergerak menuju target dengan Wall hancur ketika panjang lintasan hingga simpul Wall yang hancur sebesar 17. Akan tetapi NPC akan bergerak selain itu, ketika ada target dengan panjang lintasan target sebesar sembilan.



Gambar 3.5 Jarak Tembus Wall dan Target

D. Pergerakan Flying, Underground, dan Jump Unit

Berbeda dengan pergerakan unit darat atau non-flying. Unit flying, underground, dan jump tidak menghapus simpul atau tile yang berisi Wall dalam graf map. Sehingga lintasan yang dibuat dapat melalui simpul yang diisi dengan Wall. Terdapat pengecualian untuk pergerakan Jump Unit, tile yang berisikan Building atau Resources yang masih kokoh akan dihapuskan grafnya dari area permainan. Sehingga pergerakan unit akan terbatas dari penghapusan graf pergerakan karena Building. Dapat dilihat dalam Gambar 3.6 Dragon Terbang di atas Pagar dan Gambar 3.7 Miner Melewati Pagar, unit penyerang dapat melewati pagar dan bangunan yang kokoh atau roboh. Dapat dilihat dalam Gambar 3.7 dan Gambar 3.8 tanda panah A

menunjukkan bahwa simpul tersebut tidak dihapuskan dalam graf pergerakan.



Gambar 3.6 Dragon Terbang di atas Pagar



Gambar 3.7 Miner Melewati Pagar



Gambar 3.8 Hog Rider Melompati Pagar

IV. KESIMPULAN

Setiap pergerakan unit dalam permainan Clash of Clans menerapkan dasar-dasar dari graf dalam Matematika Diskrit. Sehingga setiap kesalahan perhitungan kode ataupun graf pergerakan unit dalam permainan akan mempengaruhi masalah dalam permainan. Masalah itu dapat berupa mulai dari terjadinya *bug* atau *glitch*. Selain itu, penerapan graf ini dapat menentukan jalan yang efektif bagi NPC untuk bergerak menuju target. Penentuan jalan ini ditentukan oleh jarak dan variabel seperti *building*, *enemy*, dan *friendly unit*. Kemudian dengan memakai penjelasan pergerakan unit, pembaca dapat menggunakan penjelasan ini sebagai strategi untuk mengalahkan desa lainnya dengan penempatan yang tepat pada permainan.

V. PENUTUP

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa. Atas berkat Rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan makalah ini dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ibu Fariska Zakhralatifa Ruskanda S.T.,M.T. selaku Dosen Matematika Diskrit kelas 03 yang telah membimbing dan mengajar materi IF2120 kepada penulis selama proses mengajar semester I tahun 2020/2021. Penulis juga tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada teman-teman

dan kedua orang tua penulis yang senantiasa membantu doa dan memberi ide kepada penulis selama pembuatan makalah ini. Semoga makalah ini dapat bermanfaat bagi orang-orang di sekitar kita.

REFERENSI

- [1] <http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf> diakses pada 8 Desember 2020
- [2] <https://www.pocketgamer.com/articles/047309/clash-of-clans> diakses pada 10 Desember 2020

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, 3 Desember 2020

Benedictus Galih Mahar Putra, 13519159