

Penerapan Kombinatorial dalam *Real-Time Strategy Game*

Alvin Sullivan / 13515048
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13515048@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—Makalah ini menjelaskan sedikit tentang bagaimana memanfaatkan teori kombinatorial dalam sebuah permainan, khususnya *real-time strategy game*. Kombinatorial merupakan suatu ilmu Matematika yang berpusat pada bagaimana cara mengetahui total kombinasi yang mungkin terbentuk tanpa mengenumerasi setiap kombinasi yang ada. Sedangkan *real-time strategy game* yaitu permainan yang mendorong pemainnya untuk menyusun strategi secara langsung terhadap keadaan yang ada untuk memenangi permainan. Dalam makalah ini, pembahasan akan lebih difokuskan pada segala hal yang berhubungan dengan pilihan yang baik diambil oleh pemain maupun secara acak. Sampel yang digunakan yaitu sebuah permainan yang berjudul “*Battle Realms*”. Pembuatan makalah ini bertujuan untuk menganalisis penyusunan *unit* pada permainan sehingga membentuk gambaran pada pemain akan kombinasi-kombinasi yang ada.

Kata Kunci—*Battle Realms*, Kombinatorial, Pilihan, *Real-Time Strategy Game*

I. PENDAHULUAN

Real-time strategy game merupakan permainan di mana pemain membangun struktur wilayahnya sebagai markas serta membuat pasukan dari markas yang telah dibangun agar dapat menghancurkan wilayah lawan. Permainan berlangsung terus menerus tanpa jeda dan giliran, sehingga seiring pemain bergerak, lawannya pun ikut bergerak sesuai komando setiap pemain.

Permainan dengan *genre* ini membutuhkan pemikiran strategi yang cepat dan tepat untuk mematikan rencana lawan. Pemain harus dapat membaca situasi keseluruhan permainan, memprediksi strategi lawan, lalu memikirkan cara paling tepat untuk mengatasinya.

Untuk memperjelas kombinasi-kombinasi yang dapat menjadi alternatif strategi, teori kombinatorial merupakan suatu teori yang dapat membantu memberi gambaran yang jelas akan kombinasi dalam permainan ini. Dalam hal ini, kombinatorial dapat memberi informasi tentang berapa banyaknya kombinasi *unit* yang dapat dibentuk untuk menyerang pertahanan lawan ataupun menahan serangan dari lawan.

II. DASAR TEORI

Kombinatorial merupakan suatu ilmu Matematika yang berpusat pada bagaimana cara mengetahui total kombinasi yang mungkin terbentuk tanpa mengenumerasi setiap kombinasi yang ada. Misalkan kita ingin memilih 2 orang sebagai perwakilan dari 20 orang. Dengan kombinatorial, kita tidak perlu menuliskan setiap kombinasi 2 orang secara satu per satu, tetapi kita dapat langsung menemukan jumlahnya dengan cara tertentu.

2.1. Kaidah Dasar Menghitung

Kombinatorial diawali dengan dua kaidah dasar menghitung, yaitu :

1. Kaidah perkalian (*rule of product*)

Misalkan dilakukan dua percobaan di mana
percobaan 1 : p hasil
percobaan 2 : q hasil
maka

percobaan 1 dan percobaan 2 : $p \times q$ hasil.

2. Kaidah penjumlahan (*rule of sum*)

Misalkan dilakukan dua percobaan di mana
percobaan 1 : p hasil
percobaan 2 : q hasil
maka

percobaan 1 atau percobaan 2 : $p + q$ hasil.

Perluasan dari kedua kaidah dasar menghitung tersebut dengan banyak percobaan n yaitu :

1. Kaidah perkalian (*rule of product*)

$$p_1 \times p_2 \times \dots \times p_n \text{ hasil}$$

2. Kaidah penjumlahan (*rule of sum*)

$$p_1 + p_2 + \dots + p_n \text{ hasil}$$

2.2. Prinsip Inklusi-Eksklusi

Setelah kaidah dasar menghitung, ada prinsip inklusi-eksklusi yang dinyatakan dengan :

$$|A \cup B| = |A| + |B| - |A \cap B|$$

Prinsip ini menjelaskan bahwa banyak dari kondisi A atau B atau keduanya terpenuhi sama dengan banyak dari kondisi A terpenuhi ditambah banyak dari kondisi B terpenuhi dikurangi banyak dari kondisi A dan kondisi B terpenuhi.

2.3. Permutasi

Pokok teori berikutnya yaitu permutasi r dari n elemen, yang merupakan jumlah urutan r buah elemen yang mungkin yang dipilih dari n buah elemen, dengan $r \leq n$,

di mana tidak ada elemen yang sama. Permutasi dapat dinyatakan dengan rumus :

$$P(n, r) = \frac{n!}{(n - r)!}$$

Permutasi n buah elemen di mana ada n_1 buah elemen A, n_2 buah elemen B, dan seterusnya, maka :

$$P(n; n_1, n_2, \dots, n_k) = \frac{n!}{n_1! n_2! \dots n_k!}$$

2.4. Kombinasi

Kombinatorial diakhiri dengan kombinasi, yaitu permutasi yang tidak memperhatikan urutan. Jika permutasi 'mengurutkan', maka kombinasi 'menggambil'. Kombinasi dapat dinyatakan dengan rumus :

$$C(n, r) = \frac{n!}{r! (n - r)!}$$

Kombinasi juga dapat terjadi dengan pengulangan. Misalkan jika ada r buah elemen yang sama dan n buah tempat untuk menampung elemen tersebut. Jika masing-masing tempat hanya boleh diisi dengan paling banyak 1 elemen, maka jumlah cara memasukkan elemennya

$$C(n, r)$$

dan jika masing-masing tempat boleh lebih dari 1 buah elemen, maka jumlah cara memasukkan elemennya

$$C(n + r - 1, r) = C(n + r - 1, n - 1)$$

2.5. Peluang Diskrit

Peluang diskrit merupakan teori yang sangat erat kaitannya dengan kombinatorial, karena teori ini merupakan wadah pengaplikasian kombinatorial itu sendiri. Peluang dapat menggambarkan seberapa mungkin suatu kasus dapat terjadi di balik semua kasus yang dapat terjadi.

Himpunan semua kemungkinan yang dapat terjadi disebut ruang contoh (*sample space*) dan setiap kemungkinan kejadian di dalam ruang contoh disebut titik contoh (*sample point*). Misalkan

Ruang contoh : S

Titik-titik contoh : x_1, x_2, \dots

$S = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots\}$

maka peluang bagi x_i adalah ukuran kemungkinan terjadinya atau munculnya x_i di antara titik contoh yang lain.

Sifat peluang diskrit :

- $0 \leq p(x_i) \leq 1$
Nilai peluang tidak pernah negatif dan lebih kecil atau sama dengan 1.
- $\sum_{i=1}^{|S|} p(x_i) = 1$
Jumlah semua peluang titik contoh dalam ruang contoh adalah 1.

Kejadian (*event*) adalah himpunan bagian tertentu dari dalam ruang contoh yang ingin dihitung peluangnya.

Kejadian : E

Peluang E di dalam ruang contoh adalah

$$p(E) = \frac{|E|}{|S|}$$

III. DESKRIPSI DAN PEMBATASAN MASALAH

3.1. Deskripsi Masalah

Teori kombinatorial merupakan suatu teori yang menarik untuk diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaannya mampu membantu kita mengetahui berbagai informasi yang cukup relevan, seperti mengetahui jumlah kombinasi atas suatu kasus. Dengan mengetahui hal itu, kita mampu menggambarkan suatu kasus lebih jelas. Dengan teori ini, kita juga mampu memprediksi keputusan mana yang paling terjamin lebih baik untuk diambil.

Untuk mencoba menggunakannya, saya memilih *real-time strategy game* sebagai media pengaplikasian kombinatorial. Sampel yang diambil yaitu sebuah permainan yang berjudul "*Battle Realms*". *Battle Realms* merupakan permainan yang diluncurkan oleh Ubisoft dan Crave Entertainment pada tahun 2001, serta dikembangkan oleh Liquid Entertainment.



Gambar 1 : Logo Battle Realms [2]

Permainan ini dapat dimainkan hanya 2 orang saja hingga bahkan 8 orang. Permainan juga dapat dilakukan sendiri dengan BOT sebagai pengganti manusia. Setiap orang nantinya akan memilih 1 dari 4 pilihan klan yang ada, yaitu *Dragon*, *Lotus*, *Serpent*, dan *Wolf*.

Empat pilihan klan ini tidaklah hanya berbeda dari nama saja. Pemilihan klan itu sendiri sangat memengaruhi jalannya permainan nantinya. Seperti *Dragon* yang merupakan klan dengan pasukan yang relatif seimbang, di mana pasukannya kuat dalam serangan fisik dan sihir. *Lotus* merupakan klan yang sangat didominasi oleh kekuatan sihirnya. *Serpent* merupakan klan yang memanfaatkan berbagai *status effect* untuk memutar-balik permainan. Sedangkan *Wolf* merupakan klan yang sangat didominasi oleh kekuatan fisiknya.

Memasuki permainan ini, semua pemain akan diarahkan ke titik-titik tertentu pada peta secara acak, di mana titik tersebut akan jadi titik awal pemain akan memulai pembangunan wilayahnya. Pada umumnya, setiap pemain akan segera membangun wilayahnya secepat mungkin dan seefisien mungkin, karena mereka harus selalu siap akan segala serangan yang dapat datang kapanpun. Dengan *unit* awal berupa sejumlah petani dan pasukan petarung, pemain akan memanfaatkan petani untuk membangun dan memperbaiki bangunan, mencari padi terdekat serta sumber air terdekat dan mengumpulkannya sebagai *resources*, serta dapat diubah juga menjadi pasukan lainnya. Dalam permainan ini, petani merupakan sumber dari segala hal, sehingga semua pasukan pun berasal dari petani. Petani akan *spawn* secara otomatis dalam jangka waktu tertentu dan batas jumlah tertentu secara terus-menerus. Batas jumlah di sini

mencakup seluruh *unit*, baik petani maupun petarung, yaitu 40. Sedangkan *resources* merupakan biaya yang dibutuhkan untuk membangun atau merubah apapun, baik itu membangun bangunan maupun merubah pasukan. *Resources* dapat ditemukan di seluruh *map* dan akan terus tumbuh seiring waktu.

Pengambilan keputusan akan bangunan yang dibangun pada permainan ini cukup sederhana, karena pemain dapat membangun seluruh bangunan utama dengan mudah. Masalah timbul saat pemain ingin menentukan pasukan yang ia bentuk dari petani yang ada. Ada begitu banyak pilihan pasukan yang dapat dibentuk, baik pasukan dengan serangan jarak dekat maupun serangan jarak jauh. Belum selesai di situ, pemain juga perlu mempertimbangkan apakah serangan yang dihasilkan memiliki *damage* yang tinggi, apakah serangan yang dihasilkan dapat membakar bangunan yang diserang, dan sebagainya. Terlebih lagi adanya variasi 4 klan yang akan semakin memperluas kombinasi pasukan yang bisa dibentuk. Dengan banyaknya pertimbangan tersebut, banyak pemain yang rentan kebingungan akan kombinasi pasukan yang dibentuk.

3.2. Pembatasan Masalah

Sebelum mengaplikasikan kombinatorial pada penentuan pasukan di permainan ini, kita perlu menjabarkan terlebih dahulu *unit* dari setiap klan. Namun kombinasi *unit* itu sendiri pun tidak terlepas juga dari setiap *skill* yang dapat dipelajari setiap *unit*. Tidak hanya itu, ada juga *upgrade* yang secara pasif meningkatkan *unit* tertentu. Selain itu, ada juga *vulnerable* dan *invulnerable* dari setiap *unit* terhadap *unit* tertentu yang polanya tidak dapat ditebak. Pembuat permainan mungkin menentukannya berdasarkan mitos Jepang yang sesungguhnya.



Gambar 2 : Screenshot dari salah satu gameplay Battle Realms [5]

Melihat terlalu kompleksnya masalah yang ingin dianalisis, masalah perlu dibatasi agar kombinatorial dapat digunakan secara efektif. Selain itu, pertimbangan lain dapat diasumsikan kurang signifikan dalam permainan karena pengaruh terbesar ada pada apa saja *unit* yang dibuat. Maka di sini hanya akan dibahas kombinatorial untuk menganalisis kombinasi *unit* dari pertimbangan jarak serangan (jarak dekat atau jarak jauh), *damage* serangan (*damage* rendah atau tinggi), dan jenis serangan (dapat membakar atau tidak). Diasumsikan juga jika sebuah *unit* dapat melakukan serangan jarak dekat dan jarak jauh sekaligus, maka akan diambil *damage* tertinggi dari jarak yang diambil. Selain itu akan ada juga *support*, suatu jenis *unit* yang pada umumnya mampu menyembuhkan *unit* yang sudah kekurangan HP (*Health*

Point) pada jarak tertentu yang dapat dijangkau *support* tersebut.

Di luar *unit*, akan dibahas juga penggunaan kombinatorial pada beberapa aspek penting pada permainan, seperti pemilihan klan dan penentuan posisi tiap pemain pada *map*. Penyusunan *unit* juga akan dibagi menjadi pasukan, *zen master*, dan kerja petani.

IV. PENGAPLIKASIAN KOMBINATORIAL

4.1. Pemilihan Klan

Pemilihan klan merupakan salah satu hal paling kritis dalam permainan ini. Hal ini dikarenakan masing-masing klan memiliki kekuatan khususnya masing-masing.

Dalam permainan ini, pemain akan diberi 4 pilihan klan, yaitu *Dragon*, *Lotus*, *Serpent*, dan *Wolf*. Total kemungkinan pilihan dari seorang pemain yaitu :

$$\begin{aligned} C(4,1) &= \frac{4!}{1!(4-1)!} \\ &= 4 \end{aligned}$$

Perhitungan ini dapat dijelaskan dengan membaca $C(4,1)$ menjadi “dari 4 klan yang ada, ambil 1 klan”.

Jika permainan dilakukan oleh jumlah pemain maksimum, yaitu 8 orang, maka banyak kemungkinan kombinasi pilihan dari tiap pemain yaitu :

$$\begin{aligned} C(4,1) \times C(4,1) \times C(4,1) \times C(4,1) \times C(4,1) \\ \times C(4,1) \times C(4,1) \times C(4,1) \\ = 4 \times 4 \times 4 \times 4 \times 4 \times 4 \times 4 \times 4 \\ = 65536 \end{aligned}$$

Perhitungan ini berasal dari perhitungan sebelumnya untuk menghitung total kemungkinan pilihan dari seorang pemain, namun untuk kasus ini digabung menjadi 8 orang pemain sekaligus.

Jika permainan dilakukan dengan aturan khusus yaitu tiap klan berjumlah sama, maka banyak kemungkinan kombinasi pilihan dari tiap pemain menjadi :

$$\begin{aligned} P(8; 2,2,2,2) &= \frac{8!}{2!2!2!2!} \\ &= 2520 \end{aligned}$$

Perhitungan ini menggunakan permutasi dengan adanya elemen yang sama. Pada hal ini, elemen yang sama yaitu klan yang masing-masing berjumlah 2.

4.2. Penentuan Posisi pada Map

Penentuan posisi pada *map* juga akan menjadi salah satu faktor yang sangat berpengaruh pada permainan ini. Penempatan posisi awal pemain pada *map* yang dilakukan secara acak dapat membuat pemain berada di sekeliling temannya atau bahkan wilayahnya bisa langsung berhadapan dengan wilayah musuh.

Asumsi *map* yang digunakan merupakan *map* yang didesain untuk dimainkan oleh 8 pemain. Maka total kemungkinan posisi awal dari tiap pemain yaitu :

$$\begin{aligned} C(8,1) &= \frac{8!}{1!(8-1)!} \\ &= 8 \end{aligned}$$

Perhitungan ini dapat dijelaskan dengan membaca $C(8,1)$ menjadi “dari 8 titik posisi, diambil 1 titik posisi”.

Banyak permutasi posisi awal dari tiap pemain yaitu :

$$P(8,8) = \frac{8!}{(8-8)!} = 40320$$

Perhitungan ini dapat dijelaskan dengan membaca $P(8,8)$ menjadi “dari 8 titik posisi pemain, jabarkan semua urutan 8 pemain tersebut yang mungkin”.

Menentukan peluang pemain agar dapat berada di dekat temannya menjadi sesuatu yang menarik untuk dihitung karena posisi pada permainan ini sangat memengaruhi alur permainan. Namun posisi tersebut tentu juga dipengaruhi oleh banyak pemain, pembagian tim, dan bentuk *map* yang terpilih.



Gambar 3 : Map Center Ring dari permainan Battle Realms yang diambil dari sebuah video [3]

Misalkan permainan dilakukan dengan aturan biasa yaitu pemain terdiri dari 8 orang, 1 tim 4 orang, dan *map* berbentuk seperti pada Gambar 2. Peluang setiap pemain agar berada di antara 2 musuh yaitu :

$$p(E1) = \frac{3!4!}{7!} = \frac{144}{5040} = \frac{1}{35}$$

Perhitungan ini didapat dengan membayangkan sebuah area siklis. Pada kasus area siklis, 1 orang akan dijadikan sebagai patokan, sehingga ruang contoh dari kasus ini yaitu $(8-1)! = 7!$. Setelah dianalisis kasus setiap pemain berada di antara 2 musuh, maka satu-satunya kasus yang memenuhi yaitu ketika posisi semua pemain selang-seling. Dengan 1 orang menjadi patokan, maka titik contoh dari kejadian ini $(4-1)!4!$.

Peluang setiap pemain agar dapat bersebelahan dengan setidaknya 1 orang temannya yaitu :

$$p(E2) = 1 - p(E1) = 1 - \frac{1}{35} = \frac{34}{35}$$

Perhitungan ini didapat dengan cara yang hampir sama dengan kasus sebelumnya di mana setiap pemain di antara 2 musuh. Jika pada persoalan ini dikatakan setiap pemain bersebelahan dengan setidaknya 1 orang temannya, maka hal tersebut merupakan komplemen dari kasus sebelumnya.

4.3. Penyusunan Pasukan

Untuk menentukan kombinasi *unit* yang dibuat, analisis

akan dilakukan untuk 1 sampel klan, mulai dari waktu awal permainan di mana kita membutuhkan pasukan bertahan secepat mungkin agar dapat bertahan jika ada musuh yang menyerang langsung pada awal permainan, tengah permainan di mana kita membutuhkan pasukan bertahan sekaligus pasukan menyerang, serta akhir permainan di mana penyerbuan ke wilayah lawan mulai kerap terjadi.

Berikut ini merupakan penjabaran dari semua *unit* yang ada pada salah satu klan, *Dragon* :

1. Tingkat 1

Nama	Jarak	Membakar
<i>Spearman</i>	Dekat	Tidak
<i>Archer</i>	Jauh	Tidak
<i>Chemist</i>	Jauh	Ya

Tabel 1 : Unit Tingkat 1

2. Tingkat 2

Nama	Jarak	Membakar
<i>Dragon W.</i>	Dekat	Tidak
<i>Kabuki W.</i>	Dekat	Tidak
<i>P.K. Cannoneer</i>	Jauh	Ya

Tabel 2 : Unit Tingkat 2

3. Tingkat 3

Nama	Jarak	Membakar
<i>Samurai</i>	Dekat	Tidak

Tabel 3 : Unit Tingkat 3

4. Support

Nama	Jarak	Membakar
<i>Geisha</i>	Dekat	Tidak

Tabel 4 : Unit Support

Pada awal permainan, pemain harus segera mengisi 10 dari 40 *unit* untuk segera dibentuk sebagai pertahanan awal. Pada klan *Dragon*, tidak semua pasukan tingkat 1 dapat menjadi pilihan baik pada awal permainan. *Spearman* sebagai petarung jarak dekat. *Archer* sebagai petarung jarak jauh. Namun *Chemist* kurang berguna pada permainan karena *Chemist* hanya efektif dalam menyerang bangunan. Sehingga akan diambil 1 contoh susunan untuk 10 petani yang akan diubah menjadi *unit* yang terdiri dari 6 *Spearman* dan 4 *Archer*.

Spearman : S

Archer : A

$\underline{S} \underline{S} \underline{S} \underline{S} \underline{S} \underline{S} \underline{A} \underline{A} \underline{A} \underline{A}$

$= 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1$

$= 1$

Pada tengah permainan, pemain harus segera mengisi sekitar 20 dari 40 *unit* untuk mempertebal pertahanan. Pada klan *Dragon*, pasukan tingkat 2 memiliki kekuatan khususnya masing-masing sehingga semua pasukan tingkat 2 dapat menjadi pilihan yang baik untuk dibuat. *Dragon Warrior* dan *Kabuki Warrior* merupakan petarung jarak dekat yang mampu melawan berbagai jenis musuh. Karena pada pembatasan masalah, jenis musuh diabaikan, maka di sini *Dragon Warrior* dan *Kabuki Warrior* dianggap setara. *Spearman* sudah tidak perlu digunakan lagi karena sudah terlalu lemah untuk bertarung. Sementara itu *Powder Keg Cannoneer* merupakan pasukan jarak jauh yang juga dapat membakar

bangunan yang diserang. Selain itu *Chemist* juga dapat menjadi pilihan karena kecepatannya yang lebih unggul dari *Powder Keg Cannoneer*. Sehingga akan diambil 1 contoh susunan untuk 20 petani yang akan diubah menjadi 10 petarung jarak dekat yang dapat dipilih dari *Dragon Warrior* dan *Kabuki Warrior* dan 8 petarung jarak jauh yang dapat dipilih dari *Archer*, *Chemist*, dan *Powder Keg Cannoneer*. Dua tempat sisanya akan digunakan untuk *Support*, yaitu *Geisha*.

Petarung jarak dekat : M

Petarung jarak jauh : R

Support : S

$$\begin{aligned} & \underline{M M M M M M M M M M R R R R R R R R S S} \\ & = 2x2x2x2x2x2x2x2x2x3x3x3x3x3x3x3x3x1x1 \\ & = 6718464 \end{aligned}$$

Pada akhir permainan, pemain akan mengerahkan kekuatan penuh untuk berperang dengan pasukan lawan. Pemain akan menggunakan 30 *unit* untuk bertarung dan 10 *unit* lainnya untuk keperluan lain. Pasukan tingkat 3 juga mulai dikeluarkan, yaitu *Samurai*. Pasukan tingkat 3 sudah pasti digunakan karena merupakan pasukan terkuat yang dapat dibentuk. Sehingga akan diambil 1 contoh susunan untuk 14 petarung jarak dekat yang dapat dipilih dari *Dragon Warrior*, *Kabuki Warrior*, dan *Samurai*, 7 petarung jarak jauh yang dapat dipilih dari *Archer*, *Chemist*, dan *Powder Keg Cannoneer*, dan 5 petarung yang dapat membakar bangunan yang dapat dipilih dari *Chemist* dan *Powder Keg Cannoneer*. Empat tempat sisanya akan digunakan untuk *Support*, yaitu *Geisha*.

Petarung jarak dekat : M

Petarung jarak jauh : R

Pembakar : B

Support : S

$$\begin{aligned} & \underline{M M M M M M M M M M M M M M R R R R R R R R} \\ & \underline{B B B B B S S S S S} \\ & = 3x \\ & 2x2x2x2x2x1x1x1x1 \\ & = 3869835264 \end{aligned}$$

4.4. Penyusunan Zen Master

Di luar 30 pasukan petarung, 10 *unit* sisa merupakan kumpulan *unit* yang terdiri dari *Zen Master* dan petani. *Zen Master* merupakan unit khusus di mana hanya boleh ada 1 yang hidup dalam permainan. Dari 10 *unit* tersebut, biasanya sekitar 3 *unit* akan dijadikan tempat bagi para *Zen Master* tersebut. Pada permainan ini, setiap klan akan disediakan 5 pilihan *Zen Master* yang dapat dipanggil. Sehingga kombinasi yang dapat dibentuk berjumlah :

$$\begin{aligned} & C(5,3) \\ & = \frac{5!}{3!(5-3)!} \\ & = 10 \end{aligned}$$

4.5. Penyusunan Kerja Petani

Tujuh *unit* sisa dari pasukan dan *Zen Master* akan menjadi petani yang dibagi menjadi petani yang bercocok tanam dan petani yang menampung air. Tentunya masing-masing dari pekerjaan tersebut harus dikerjakan oleh setidaknya 1 petani, sehingga kombinasi yang dapat dibentuk berjumlah :

$$\begin{aligned} & C(3+7-1,7) = C(9,7) \\ & = \frac{9!}{7!(9-7)!} \\ & = 36 \end{aligned}$$

V. REAL-TIME STRATEGY GAME LAINNYA

Dari hasil pengaplikasian kombinatorial pada permainan *Battle Realms*, dapat dilihat bahwa penggunaan teori kombinatorial pada sebuah permainan sangatlah memungkinkan. Dengan segala variasi kombinasi yang ada, kombinatorial justru sangat dibutuhkan pemain agar dapat membentuk gambaran sekilas akan apa yang perlu dilakukan saat bermain.



Gambar 4 : Screenshot dari salah satu gameplay Warcraft III [6]

Permainan *Battle Realms* ini hanyalah salah satu contoh permainan yang dapat menggunakan teori kombinatorial. Masih banyak *Real-Time Strategy Game* lainnya yang dapat memanfaatkan teori kombinatorial dalam permainannya, atau bahkan menjadi kunci kemenangan. Beberapa judul lainnya yaitu "*Warcraft III : Reign of Chaos*", "*Rise of Nations*", dan sebagainya. Permainan-permainan ini juga menggunakan hal-hal yang serupa dengan yang ada pada *Battle Realms*, seperti aturan pemain, *map*, *unit*, dan sebagainya. Oleh karena itu, tentu teori kombinatorial juga berlaku dalam permainan-permainan tersebut.

VI. KESIMPULAN

Teori kombinatorial sudah dapat digunakan dalam berbagai aspek dari *Real-Time Strategy Game*. Jumlah kemungkinan pemilihan klan dari setiap pemain sudah dapat tergambar dengan jelas. Penentuan posisi pemain pada *map* juga sudah tergambar dengan jelas. Bahkan dengan memanfaatkan teori peluang diskrit, dapat ditentukan berbagai peluang akan beberapa kasus seperti kebersamaan pemain dengan timnya. Perhitungan kasar dari penyusunan *unit* juga sudah dapat tergambar dengan baik.

Namun melihat hasil perhitungan dari total kombinasi penyusunan *unit* yang terlalu besar, hasil itu justru menjadi kurang bisa digunakan bagi para pemain. Angka yang terlalu besar membuat pemain justru akan mengabaikan angka tersebut. Namun ada informasi yang dapat ditarik dari angka tersebut, yaitu ada begitu banyak kombinasi yang dapat dibentuk hanya dari susunan *unit* pada *Real-Time Strategy Game*. Oleh karena itu, dapat dibuat pembatasan pilihan lebih lanjut agar pilihan penyusunan setidaknya dapat dikurangi.

VII. UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena hanya atas karunia-Nyalah maka saya dapat menyelesaikan makalah ini dengan baik. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Rinaldi Munir selaku dosen mata kuliah IF2120 Matematika Diskrit yang mengajari saya secara langsung pada kuliah tersebut. Saya juga berterima kasih kepada Ibu Harlili yang secara tidak langsung mendukung jalannya kuliah ini. Terakhir saya mengucapkan terima kasih kepada orang tua serta teman-teman saya yang telah mendukung saya baik dalam wujud perbuatan nyata maupun dalam doa.

REFERENSI

- [1] http://battlerealm.wikia.com/wiki/Battle_Realm_Wiki. Diakses pada 2 Desember 2016 pukul 18.50 WIB.
- [2] http://images.akamai.steamusercontent.com/ugc/25089932096208810/1C532C17BBAA1AD2346CBDC0FAAC7850B98B7FB9/?interpolation=lanczos-none&output-format=jpeg&output-quality=95&fit=inside%7C268:268&composite-to%3D*%2C*%7C268%3A268&background-color=black/. Diakses pada 3 Desember 2016 pukul 09.43 WIB.
- [3] https://www.youtube.com/watch?v=Z_WGIWtYdOc. Diakses pada 3 Desember 2016 pukul 12.33 WIB.
- [4] <https://www.lifewire.com/top-best-real-time-strategy-games-813068>. Diakses pada 3 Desember 2016 pukul 15.05 WIB.
- [5] <http://qdownload.com/data/battle-realms/screenshot/fc5dff84978de2711f61413b6486e8aa6b551b9a.png>. Diakses pada 6 Desember 2016 pukul 19.40 WIB.
- [6] https://images.g2a.com/m/1024x768/1x1x0/thumbnail/f/a/16f098b92b6a_fa421b1eb96c6f0315c9d3ddf65cc8b1_1_1.jpg. Diakses pada 6 Desember 2016 pukul 20.05 WIB.
- [7] Munir, Rinaldi. 2006. *Diktat Kuliah IF2120 Matematika Diskrit*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

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, 8 Desember 2016



Alvin Sullivan / 13515048