

Teori Kombinatorial pada Game Defence of The Ancients

Yanfa Adi Putra/13512037
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13512037@std.stei.itb.ac.id

Abstrak— Makalah ini berisikan tentang bagaimana pengaplikasian dari mata kuliah matematika diskrit. Makalah ini bertemakan kombinatorial, makalah ini membahas hal-hal pada permainan Defence of The Ancients(DoTA) yang bersangkutan dengan kombinatorial. Dalam makalah ini akan dijelaskan teori-teori mengenai kombinatorial dan tentang implementasinya pada permainan DoTA.

Kata kunci— Kombinatorial, Kemungkinan Susunan, Defence of The Ancients, DoTA

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Makalah ini berawal dari ketertarikan penulis mengenai kombinatorial. Kombinatorial merupakan sebuah cabang ilmu yang unik yang menerapkan sistem peluang objek-objek yang dihitung banyaknya kemungkinan susunan yang dapat terjadi.

Selain karena ketertarikan penulis terhadap kombinatorial, penulis juga sangatlah hobi bermain game, terutama bermain game Defense of The Ancients ini.

Penulis juga ingin mencoba menerapkan bagaimana pengaturan objek-objek pada game DoTA seperti mode, hero dan item untuk dicari berapa kemungkinan susunan yang dapat dihasilkan oleh objek-objek yang dapat dipakai tersebut tersebut.

B. Tujuan

Tujuan penulis membuat makalah ini adalah sebagai berikut :

- Menambah pemahan mengenai teori-teori kombinatorial.
- Menerapkan implementasi kombinatorial.
- Memenuhi tugas mata kuliah Matematika Diskrit.

II. TEORI DASAR

A. Kombinatorial

Kombinatorial adalah cabang ilmu matematika untuk menghitung jumlah penyusun objek-objek tanpa harus mengenumerasi semua kemungkinan yang ada. Dimana jika kita ketahui banyaknya objek-objek yang harus kita susun, kita akan mengetahui pengaturannya dengan menggunakan kombinatorial.

Objek-objek yang ingin diketahui penyusunannya dengan menggunakan kombinatorial harus merupakan objek diskrit. Dimana hasil dari eksperimen harus berupa

fisik yang dapat diamati dan dapat dijadikan rumus-rumus tertentu.

1. Kaidah Dasar Kombinatorial

Kaidah dasar menghitung kombinatorial terbagi menjadi 2 hal, yaitu :

a) Kaidah Perkalian (rule of product)

Misal ada 2 percobaan, percobaan pertama menghasilkan 6 hasil dan yang kedua menghasilkan 8 hasil, maka jika percobaan pertama dan kedua dilakukan bersamaan akan mendapatkan 48 hasil.

b) Kaidah penjumlahan (rule of sum)

Misal ada 2 percobaan, percobaan pertama menghasilkan 6 hasil dan yang kedua menghasilkan 8 hasil, maka jika dilakukan percobaan pertama atau percobaan kedua, akan menghasilkan 14 hasil.

2. Permutasi

Permutasi adalah jumlah urutan berbeda dari pengaturan objek-objek. Dimana jika ada n buah objek, dan kita ingin mencari permutasinya terhadap m buah pengaturan, maka hasil kombinatorial nya ada $(n)(n-1)(n-2)...(n-m+1)$.

Kita juga dapat memisalkan jika kita memiliki 10 buah kartu ditangan kita, dan kita memiliki 4 buah kotak yang dapat diisi masing-masing satu kartu, maka banyak nya kemungkinan susunan untuk menaruh kartu di dalam kotak tanpa pengambilan kembali adalah $(10)(9)(8)(7)$ atau sama dengan 5040 kemungkinan yang dapat terjadi.

Hal diatas dapat terjadi karena jika kita sedang mempunyai 10 kartu, dan hanya ada 4 buah kotak, saat kita ingin mengisi kotak tersebut dengan masing-masing 1 kartu, maka kemungkinan yang terjadi saat kita ingin memasukkan kartu di kotak yang pertama adalah 10, karena kita sudah menaruh satu kartu kita dikotak yang pertama, maka kartu yang kita miliki sekarang hanya tinggal 9 kartu, dengan memiliki sisa 3 kotak yang belum terisi, dengan begitu, saat ingin menaruh ke dalam kotak yang kedua, maka akan terdapat 9 kemungkinan, begitu seterusnya sampai untuk mengisi 4 kotak tanpa pengambilan kembali dengan 10 kartu memiliki 5040 kemungkinan, maka dapat kita rumuskan permutasi sebagai :

$$P_m^n = \frac{n!}{(n-m)!}$$

3. Kombinasi

Kombinasi merupakan sebuah bentuk khusus dari

permutasi. Dalam perhitungan permutasi, urutan peletakan objek diperhitungkan, dimana letak saat (a,b) dan (b,a) dianggap berbeda, sedangkan saat di kombinasi urutan peletakan objek tidak diperhitungkan, dimana letak saat (a,b) dan (b,a) dianggap sama. Hal tersebut membuat kombinasi memiliki kemungkinan yang lebih sedikit dari permutasi.

Salah satu contoh dari kombinasi adalah saat kita ingin mengambil 2 koin secara bersamaan pada kotak yang terdapat 4 koin, kita langsung saja mengambil 2, tidak mengambil satu persatu seperti saat di permutasi. Misal kita menamakan koin pertama A, koin kedua B, koin ketiga C, dan koin keempat D. Maka dengan begitu jika kita mengambil 2 koin sekaligus dari kotak yang berisikan 4 koin akan terdapat kemungkinan yang terambil adalah (A,B),(A,C),(A,D),(B,C),(B,D),(C,D). Disini yang membedakan dengan permutasi, jika permutasi susunan dari koin yang telah diambil dipermasalahkan, tapi di kombinasi tidak, itu mengapa kita menghitung (A,B) dan (B,A) sebagai (A,B) saja, karena kita langsung mengambil 2 koin tanpa melihat urutan yang kita ambil. Karena itu jika kita memiliki 4 koin di kotak dan ingin mengambil 2 koin sekaligus tanpa melihat urutan 2 koin tersebut kemungkinan yang dihasilkan ada 6 kemungkinan.

Karena hal tersebut perhitungan pada kombinasi sedikit berbeda dengan permutasi, yaitu :

$$C_m^n = \frac{m!}{(m-n)!n!}$$

B. Defence of The Ancients (DoTA)

Defense of The Ancient atau lebih sering disebut sebagai DoTA adalah sebuah game bergenre strategi, dimana masing-masing player memainkan sebuah karakter(Hero) selama satu durasi permainan. Selama pemain menggunakan hero tersebut, perkembangan dari hero tersebut bergantung dari tingkat kelihaiannya si pemain dalam mengontrol heronya tersebut. Game ini merupakan sebuah game yang melatih bagaimana cara mengatur strategi dengan teman satu tim menggunakan hero masing-masing pemain yang memiliki keunikan masing-masing untuk mengalahkan tim lawan. Tim pada DoTA terdiri dari *Sentinal* dan *Scourge*, dimana setiap tim berusaha menghancurkan artefak dari tim lawan, yang pertama menghancurkan artefak tim lawan lah yang akan menjadi pemenangnya.

Pada makalah ini saya menggunakan game Defence of The Ancient versi 6.79c. Game DoTA dapat dimainkan dengan jumlah minimal 2 pemain sampai dengan 10 pemain, dimana setiap permainan minimal terdapat satu orang dan sisanya mungkin saja hanya komputer yang di program dengan AI.

Disetiap awal permainan DoTA, kita diminta memasukkan sebuah input yang menandakan mode apa yang akan kita mainkan dalam satu game kedepan, biasanya mode tersebut sudah disetujui oleh semua pemain yang akan bermain dalam game tersebut.

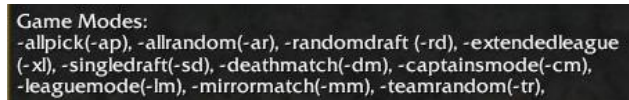
Kita juga disuruh memilih "Hero" sebagai karakter yang akan kita mainkan selama satu game berlangsung

(biasanya berlangsung 20 – 50 mnt). Hero-hero ini akan di pilih dari sebuah traven(contoh hero lihat Gambar 1.1), di dalam permainan DoTA ini terdapat 12 traven, yang masing-masing traven terdapat hero yang berbeda dengan kelebihan dan kekurangan yang berbeda-beda pula.



Gambar 1.1 Contoh hero DoTA

Mode yang terdapat di DoTA sangatlah banyak, mulai dari AllPick, AllRandom, SingleDraft dan berbagai macam lainnya, terdapat 40 mode(contoh mode lihat gambar 1.2) yang bisa kita pakai, walau terdapat mode yang tidak bisa dipakai secara bersamaan pada satu game, seperti AllPick dan AllRandom. Jika saat pertama main game tersebut dimainkan dengan mode All Pick saja, maka jumlah hero yang dapat dipilih ada 112 hero, dengan masing-masing pemain hanya bisa memilih satu hero, dan tidak ada hero yang boleh sama.



Gambar 1.2 Contoh mode DoTA

Pada game DoTA ini inventory pada setiap hero ada sebanyak 6 buah sebagai mana yang dapat dilihat pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3 Slot barang pada DoTA

Pada game DoTA versi 6.79c ini terdapat pula barang yang dapat dipakai untuk mengembangkan kemampuan hero pada game ini, ada barang yang memang jika dipakai lebih dari satu akan sama saja jika memakai satu.

Barang-barang tersebut banyak macamnya, ada 129 (contoh barang pada lihat Gambar 1.3) barang yang tersedia pada game DoTA ini, yang mana terdiri dari barang untuk menambah serangan, menambah pertahanan dan barang-barang pembantu untuk saling mengatur strategi menuju kemenangan.



Gambar 1.3 Contoh barang pada DoTA

III. KOMBINATORIAL PADA DoTA

A. Kombinatorial dalam Pemilihan Mode DoTA

Di dalam DoTA terdapat 40 mode yang bisa dipakai bebas oleh pemain yang dapat memberikan mode game itu dengan persetujuan dari seluruh pemain agar permainan dapat berjalan dengan baik. Mode-mode itu jika kita tuliskan terdapat :

- AllPick(-ap)
- All Random(-ar)
- DeathMatch(-dm)
- CaptainMode(-cm)
- MirrorMatch(-mm)
- ModeRandom(-mr)
- Revers(-rv)
- ShufflePlayer(-sp)
- AllAgility(-aa)
- AllStrenght(-as)
- EasyMode(-em)
- SuperCreeps(-sc)
- NoTop(-nt)
- NoBottom(-nb)
- NoRepick(-nr)
- ObserverInfo(-oi)
- FastRespawn(-fr)
- RangeOnly(-ro)
- CaptainDrafts(-cd)
- SwitchOn(-so)
- RandomDraft(-rd)
- ExtendedLeague(-xl)
- SingleDraft(-sd)
- LeagueMode(-lm)
- TeamRandom(-tr)
- VoteRandom(-vr)
- DuplicateMode(-du)
- SameHeroes(-sh)
- AllIntelligence(-ai)
- ItemDrop(-id)
- NoPowerups(-np)
- OnlyMiddle(-om)
- NoMiddle(-nm)
- NoSwap(-ns)
- PoolingMode(-pm)
- MiniHeroes(-mi)
- MeleeOnly(-mo)
- ExperimentalRunes(-er)
- RandomSide(-rs)
- ZoomMode(-zm)

Mode pada game DoTA terdapat 40, tetapi player tidak dapat menggunakan seluruhnya secara bersamaan, hanya maksimal 12 mode yang dapat dimainkan oleh pemain dalam sebuah permainan DoTA. Mode-mode di dalam game DoTA tidak semuanya dapat dipakai dalam satu buat game yang sama, dimana mode berikut tidak bisa dipakai jika yang lainnya telah dipakai, yaitu : AllPick, AllRandom, RandomDraft, ExtendedLeague, SingleDraft, CaptainMode, LeagueMode, MirrorMatch, dan TeamRandom. Mode-mode tersebut hanya bisa dipakai

salah satunya, Dan untuk mode ModeRandom, hanya bisa digunakan jika dia sendiri tanpa mode yang lain, Ada pula mode AllAgility, AllIntelligence dan AllStrenght yang tidak dipakai secara bersamaan dalam satu mode permainan, mode RangeOnly dan MeleeOnly pun juga tidak dapat dipakai secara bersamaan.

Penulis menconba menghitung jumlah kemungkinan dari seluruh mode yang mungkin dalam sebuah permainan DoTA, misalkan seseorang ingin memainkan sebuah mode pada DoTA maka urutan penyebutannya tidak dihiruakan oleh program, dimana -apnp sama saja dengan -npap yang merupakan mode untuk AllPick dan NoPowerups.

Karena itu jika kita menghitung total kemungkinan dari 40 mode, dengan terdapat 9 diantaranya tidak bisa dipakai bersamaan, dan diantara 31 selain ke 9 tersebut terdapat 3 yang tidak bisa dipakai bersamaan juga diantara 28 tersebut terdapat 2 yang tidak dapat di pakai bersamaan, menggunakan mode semaksimal mungkin, yaitu 12 mode dan juga dengan mengabaikan urutan dari pemanggilan mode oleh pemain, maka rumus dari kemungkinan yang dapat terjadi menggunakan rumus kombinasi.

Jika N adalah banyaknya kemungkinan yang terjadi, jika kita misalkan sembilan buah mode yang tidak bisa muncul secara bersamaan sebagai A, tiga buah mode yang tidak bisa muncul bersamaan selain A sebagai B, dan dua mode yang tidak bisa muncul secara bersamaan menjadi C, maka peluang dari banyaknya kemungkinan pemain memilih mode pada sebuah permainan DoTA ada saat A, B, C tidak dipakai satupun, saat A,B,C terpilih salah satu, dan saat A,B,C terpilih hanya 2 diantara mereka, saat A,B,C terpilih semuanya, dan yang terakhir adalah saat ModeRandom terpilih, hal itu menyebabkan kemungkinan yang terjadi dapat dihitung dengan menggunakan rule of sum atau kaidah penjumlahan yang menjumlahkan kombinasi dari masing-masing kemungkinan yang dapat terjadi maka akan didapatkan

$$N = \frac{25!}{12! \cdot 13!} + \frac{25! \cdot 9}{11! \cdot 14!} + \frac{25! \cdot 3}{11! \cdot 14!} + \frac{25! \cdot 2}{11! \cdot 14!} + \frac{25! \cdot 9 \cdot 2}{10! \cdot 15!} + \frac{25! \cdot 9 \cdot 3}{10! \cdot 15!} + \frac{25! \cdot 2 \cdot 3}{10! \cdot 15!} + \frac{25! \cdot 9 \cdot 3 \cdot 2}{9! \cdot 16!} + 1$$

Jika kita jumlahkan seluruhnya, maka dapat kita peroleh kemungkinan yang dapat dihasilkan jika kita memilih mode dalam sebuah permainan DoTA sebanyak 344691311 kemungkinan dengan mode-mode tersebut.

B. Kombinatorial dalam Pemilihan Hero DoTA

Karakter pada permainan DoTA biasa disebut sebagai hero, hero di DoTA ada 112, dimana setiap pemain dapat memilih masing masing satu tanpa boleh ada yang sama jika memilih mode AllPick.

Sebuah permainan dapat dimulai jika pemain berjumlah 1 sampai dengan 10 orang, dimana jika kita hitung dari tingkat yang paling tinggi, yaitu jika 10 orang bermain DoTA dan mereka memilih masing-masing heronya, maka kemungkinan pilihan dari kesepuluh orang tersebut dapat

dihitung dengan menggunakan rumus permutasi P_{10}^{111} , jika dijabarkan akan menjadi :

$$P_{10}^{112} = \frac{112!}{102!} \approx 2.0537 \times 10^{20}$$

Dari perhitungan tersebut, dapat dilihat bahwa kemungkinan yang dapat terjadi jika sepuluh orang bermain dalam sebuah permainan DoTA maka kemungkinan hero yang dapat dipilih kurang lebih sama dengan 2.053610^{20} yang membuat game ini memiliki banyak kombinasi yang memungkinkan untuk menjalankan strategi.

Kemungkinan yang baru saja kita hitung merupakan ketika memilih mode AllPick, lain halnya jika kita memilih mode normal (dimana pemain tidak memasukkan mode apapun) jika kita berada di tim *Sentinel* maka kita akan memiliki 59 pilihan untuk bermain.

Jika maksimal pemain dalam sebuah tim pada permainan DoTA adalah 5 dan saat suatu hero terpilih maka hero tersebut tidak dapat dipilih kembali maka dapat kita hitung sebagai

$$P_5^{59} = \frac{59!}{(59-5)!} = \frac{59!}{54!} = 600766320$$

Dengan menggunakan rumus diatas, maka kemungkinan kombinasi hero yang dipilih jika permainan dalam mode normal dan berada pada tim *Sentinel* adalah 600766320 kemungkinan.

Jika berada pada tim *Scourge* maka kemungkinan yang terjadi adalah memilih 5 hero dari 53 hero yang ada, atau dapat kita tulis

$$P_5^{53} = \frac{53!}{(53-5)!} = \frac{53!}{48!} = 344362200$$

Dengan menggunakan rumus diatas, maka kemungkinan kombinasi hero yang dipilih jika permainan dalam mode normal dan berada pada tim *Scourge* adalah 344362200 kemungkinan.

Jika permainan dimulai dengan jumlah pemain 10 orang dan pemain menggunakan mode AllAgility maka hero yang tersedia terdapat 35 hero yang mana jika kita hitung kemungkinan susunan dari seluruh pemain untuk memilih hero adalah

$$P_{10}^{35} = \frac{35!}{(35-10)!} = \frac{35!}{25!} \approx 6.6617 \times 10^{14}$$

Jika Permainan dimulai dengan jumlah pemain 10 orang dan pemain menggunakan mode AllStrength maka hero yang tersedia terdapat 37 hero maka kemungkinan-kemungkinan yang dapat terjadi adalah

$$P_{10}^{37} = \frac{37!}{(37-10)!} = \frac{37!}{27!} \approx 1.2630 \times 10^{15}$$

Lalu yang terakhir, jika kita dalam suatu permainan yang bermode AllIntelligence dan terdapat 10 orang yang

bermain, maka kemungkinan susunan hero dari ke 10 orang tersebut adalah

$$P_{10}^{40} = \frac{40!}{(40-10)!} = \frac{40!}{30!} \approx 3.0760 \times 10^{15}$$

C. Kombinatorial dalam Pemilihan Barang DoTA

Barang pada permainan DoTA merupakan suatu hal yang sangat penting dalam keberjalanan permainan, dengan jumlah barang yang dapat dipakai oleh pemain sebanyak 129 barang dengan masing-masing barang memiliki fungsi masing-masing.

Di dalam permainan DoTA diperbolehkan memakai barang lebih dari 1, semisalkan pemain memiliki barang A, maka dia boleh memiliki A lebih dari satu, walau ada beberapa barang diperbolehkan memakai lebih dari satu tapi yang memiliki efek terhadap karakternya hanya salah satu barang tersebut saja, namun pemain DoTA pun biasanya hanya memakai setiap macam barang hanya satu saja.

Adapula beberapa barang yang jika sudah ditaruh kedalam inventory, dia tetap akan ditaroh pada slot sebelumnya di taruh dan bertambah jumlahnya di inventory (lihat gambar 3.1), barang seperti itu di dalam permainan DoTA hanya ada 9 dari 129 barang yang tersedia, kebanyakan barang tersebut adalah barang untuk bantuan saat permainan berjalan, bukan sebagai barang utama.



(Gambar 3.1 Barang pada slot kiri atas tidak dapat lagi berada pada slot lain karena telah terdapat dislot tersebut)

Dengan menggunakan rule of product atau kaidah perkalian dan rule of sum atau kaidah penjumlahan maka dapat kita ketahui jumlah kemungkinan barang yang dapat ditaruh di dalam inventory karakter dari DoTA, slot pada inventory DoTA terdapat 6 slot, dimana masing-masing slot dapat diisi dengan barang apapun yang pemain inginkan, dengan 9 barang yang dianggap tidak dapat dimiliki lebih dari 1, dengan memisalkan jumlah kemungkinan yang dapat terjadi adalah N maka dapat kita hitung N seperti kita menghitung permutasi biasa, yaitu

$$N = P_6^{129} = \frac{129!}{(129-6)!} = \frac{129!}{123!} \approx 4.0955 \times 10^{12}$$

Maka dengan permutasi tersebut, kemungkinan yang dapat terjadi jika seorang pemain memilih barang di DoTA dengan syarat masing-masing barang hanya dipakai satu setiap jenisnya, didapatkan total kemungkinan susunan ada sebanyak $4,0955 \times 10^{12}$. Hal tersebut memungkinkan pemain untuk mengkombinasikan semua item untuk membentuk strategi yang ampuh untuk melawan tim lawan dan mencapai tujuan game DoTA, yaitu mengalahkan lawannya.

IV. KESIMPULAN

Implementasi kombinatorial dalam permainan DoTA sangatlah banyak, antara lain :

- Mode untuk memulai permainan yang setelah dihitung terdapat 344691311 kemungkinan mode pada permainan DoTA
- Karakter atau hero yang dapat dimainkan oleh pemain, dengan mengasumsikan mode permainan AllPick dan jumlah pemain 10 orang, jumlah kemungkinan hero yang dimainkan pada permainan tersebut ada sekitar 2.0537×10^{20} kemungkinan dan memiliki kemungkinan-kemungkinan yang berbeda jika menggunakan mode yang berbeda pula.
- Karakter atau hero yang dapat dimainkan oleh pemain jika pemain menggunakan mode normal dan berada pada tim *Sentinel*, maka kemungkinan hero yang dimainkan sebanyak 600766320 kemungkinan.
- Karakter atau hero yang dapat dimainkan oleh pemain jika pemain menggunakan mode normal dan berada pada tim *Scourge*, maka kemungkinan hero yang dimainkan sebanyak 344362200 kemungkinan.
- Barang yang dapat dipilih, dengan jumlah slot inventory dari masing-masing pemain yang berjumlah 6 dan dengan mengasumsikan setiap pemain menggunakan satu jenis barang hanya satu didapatkan banyaknya kemungkinan barang yang ada di inventory masing pemain adalah $4,095 \times 10^{12}$ kemungkinan.
- Kemungkinan bermain pada game DoTA sangatlah banyak yang memungkinkan banyak kemungkinan dapat terjadi dalam sebuah permainan saja.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama dan yang paling utama penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan banyak berkah kepada penulis, lalu penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada orang tua penulis yang selalu mendukung penulis, lalu kepada Ir. Rinaldi Munir, M.T. selaku dosen Matematika Diskrit dan pemberi tugas makalah ini, dan yang terakhir kepada orang-orang yang telah membantu penulis dalam menulis makalah ini secara langsung maupun tidak langsung.

REFERENSI

- [1] Munir, Rinaldi, "Diktat Kuliah IF2091 Struktur Diskrit", Edisi Keempat, Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung, 2008
- [2] http://ashabulikhwan.blogspot.com/2013/06/matematika-diskrit-kombinatorial_5.html
Tanggal akses : 15 Desember 2013
- [3] <http://www.playdota.com/learn/commands>
Tanggal Akses : 15 Desember 2013
- [4] <http://www.playdota.com/heroes>
Tanggal Akses : 15 Desember 2013
- [5] <http://www.playdota.com/items>
Tanggal akses : 15 Desember 2013

PENYATAAN

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, 17 Desember 2013



Yanfa Adi Putra/13512037