

# Implementasi Algoritma BFS pada Bot Online Matchmaking

Elfino Sitompul 13508098<sup>1</sup>

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

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

<sup>1</sup>if18098@students.if.itb.ac.id

**Abstract**—Game online memiliki banyak cara untuk menghubungkan para pemainnya. Dulunya game online memakai metode room yaitu menyediakan tempat agar para pemain bisa bergabung. Kini matchmaking digunakan yaitu metode yang memungkinkan pemain bergabung dengan kriteria tertentu yang akan dicari oleh bot. Bot akan mencari pemain yang sesuai lalu membuat server agar keduanya dapat bergabung.

**Index Terms**—BFS, Matchmaking, Networking, Online Games, Tree Searching.

## I. PENDAHULUAN

BFS merupakan algoritma pencarian di dalam graf ataupun berdasarkan node dimana pencarian dibatasi menjadi dua kondisi. Kondisi pertama adalah mengunjungi dan mengecek sebuah node dari sebuah graf. Kondisi kedua adalah mendapatkan akses untuk mengunjungi node tetangga dari node yang sedang kita kunjungi.

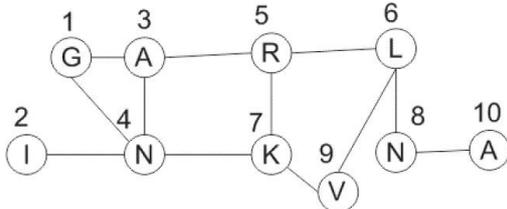
Algoritma ini dimulai pada kondisi awal yaitu pada node awal atau yang disebut dengan root. Lalu mencari ke setiap node yang dimiliki oleh root.

Matchmaking adalah sistem yang mempertemukan dua atau beberapa orang lebih dimana masing masing user mencari pasangannya (match) melalui beberapa kriteria. Kemudian bot akan mencari sesuai dengan kriteria tersebut.

## II. TEORI DAN TERMINOLOGI

### 2.1 Teori Graf

Pada matematika diskrit graf merupakan gabungan dari node dan relasinya yang digambarkan dengan garis penghubung di antara node- node tersebut.



**Gambar 2.1** Contoh dari sebuah graf

Graf  $G(V,E)$  terdefinisi sebagai koleksi atau pasangan

dua himpunan. Himpunan tersebut yaitu:

1. Himpunan  $V$  yang elemennya disebut simpul atau titik, atau vertex, atau point, atau node.
2. Himpunan  $E$  yang merupakan pasangan tak terurut dari simpul, disebut ruas atau rusuk, atau sisi, atau edge, atau line.

Di dalam metode penggambaran graf dapat berarah dapat didefinisikan melalui gambar panah. Sedangkan pada matematika hal ini ditunjukkan dengan vertex. Contoh untuk menggambarkan graf berarah dari A menuju B pada gambar kita hanya perlu melakukan  $A \rightarrow B$ . Sedangkan untuk melakukan hal yang sama pada matematika kita harus memetakan bahwa terdapat vertex(A,B) tapi tidak terdapat vertex(B,A) sehingga hal ini dapat menunjukkan bahwa graf bergerak dari A ke B.

Graf sendiri terbagi bagi berdasarkan beberapa ketentuan. Salah satu ketentuan yang menggambarkan kegiatan bot ini adalah berdasarkan sisi ganda. Graf terbagi 2 yaitu :

1. Graf sederhana, yaitu graf yang tidak mengandung sisi ganda
2. Graf tidak sederhana, yaitu graf yang mengandung sisi ganda. Contoh graf tidak sederhana digambarkan di gambar 2.1

Pada makalah ini sistem matchmaking akan menggunakan graf sederhana. Karena untuk mempersingkat pencarian oleh bot. Hal ini dikarenakan jika bot terlalu lama mencari dikhawatirkan pemain akan langsung jenuh bermain. Hal ini bertentangan dengan sifat game yang mengandung unsur hiburan.

### 2.2 Computer Networking

Jaringan komputer adalah kumpulan beberapa komputer yang tergabung dengan menggunakan media seperti wireless connection ataupun wired(kabel) dimana dapat terjadi pertukaran data antar anggota jaringan.

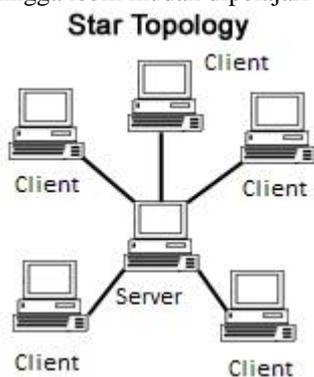
Sebenarnya terdapat banyak jaringan di dunia ini, seringkali menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak yang berbeda-beda. Orang yang terhubung ke jaringan sering berharap untuk bisa berkomunikasi dengan orang lain yang terhubung ke jaringan lainnya. Keinginan seperti ini memerlukan hubungan antar jaringan yang seringkali tidak kompatibel dan berbeda. Biasanya untuk melakukan hal ini diperlukan sebuah mesin yang disebut

gateway guna melakukan hubungan dan melaksanakan terjemahan yang diperlukan, baik perangkat keras maupun perangkat lunaknya. Kumpulan jaringan yang terinterkoneksi inilah yang disebut dengan internet

Sebuah node dalam jaringan computer adalah setiap computer yang bergabung ke dalam jaringan tersebut.

Salah satu sistem jaringan computer yang sering dipakai adalah client-server. Client-server adalah sistem dimana salah satu dari computer yang ada akan bertindak sebagai server yang akan menjalankan permintaan ataupun mengirimkan data yang direquest oleh computer client. Sistem client dan server yang paling sering digunakan untuk beberapa koneksi sekaligus adalah dengan menerapkan topologi star pada jaringan computer. Contoh lain yang sering digunakan adalah peer to peer yaitu tiap node bertindak sebagai server dan juga dapat bertindak sebagai client. Sehingga hubungan request yang terjadi berlangsung dengan dua arah. Peer artinya rekan sekerja. Peer-to-peer network adalah jaringan komputer yang terdiri dari beberapa komputer (biasanya tidak lebih dari 10 komputer dengan 1-2 printer). Dalam sistem jaringan ini yang diutamakan adalah penggunaan program, data dan printer secara bersama-sama. Pemakai komputer bernama Dona dapat memakai program yang dipasang di komputer Dino, dan mereka berdua dapat mencetak ke printer yang sama pada saat yang bersamaan.

Sistem jaringan ini juga dapat dipakai di rumah. Pemakai komputer yang memiliki komputer 'kuno', misalnya AT, dan ingin memberli komputer baru, katakanlah Pentium II, tidak perlu membuang komputer lamanya. Ia cukup memasang network card di kedua komputernya kemudian dihubungkan dengan kabel yang khusus digunakan untuk sistem jaringan. Dibandingkan dengan ketiga cara diatas, sistem jaringan ini lebih sederhana sehingga lebih mudah dipelajari dan dipakai.



**Gambar 2.2 Topologi Star**

Topologi star merupakan topologi jaringan yang merupakan hubungan dari node tengah ke setiap node pengguna topologi star termasuk topologi jaringan dengan biaya menengah.

Topologi ini merupakan kontrol terpusat, semua link harus melewati pusat yang menyalurkan data tersebut ke semua simpul atau client yang dipilihnya. Simpul pusat dinamakan stasiun primer atau server dan lainnya dinamakan stasiun sekunder atau client server. Setelah

hubungan jaringan dimulai oleh server maka setiap client server sewaktu-waktu dapat menggunakan hubungan jaringan tersebut tanpa menunggu perintah dari server.

Beberapa kelebihan yang dimiliki oleh topologi ini, yaitu :

1. Kerusakan pada satu saluran tidak mempengaruhi performa yang lain.
2. Tingkat keamanan tinggi karena user hanya berkomunikasi lewat server
3. Ketahanan yang tinggi pada lalu lintas jaringan yang sibuk
4. Penambahan client hanya membutuhkan koneksi antara client dengan server
5. Server mengatur semua jalur informasi sehingga admin jaringan gampang untuk mengontrol.
6. Pengecekan masalah pada jaringan dapat dilakukan dengan cek kehadiran terhadap semua client

Sedangkan untuk kelemahannya sendiri, yaitu:

1. Server harus dibackup karena jika server gagal atau mati seluruh sistem akan mati
2. Jalur komunikasi antar client akan sangat bergantung dengan server. Sehingga jika server padat maka jaringan dipastikan berjalan dengan lambat

Pada gambar dapat terlihat bahwa dalam satu topologi star terdapat satu buah server dan beberapa client. Dan semua client terhubung satu sama lain hanya dengan server. Tidak ada hubungan client dengan client. Mengapa pada matchmaking kita menggunakan topologi star, akan dibahas pada bab implementasi.

### 2.3 Online Game Matchmaking

Game online atau permainan daring (menurut KBBI) adalah suatu game atau permainan yang berlangsung secara digital dimana para pemain akan terhubung di dalam suatu jaringan, sehingga para pemain dapat bermain bersama ataupun bertanding satu dengan lain.

Di dalam game online terdapat banyak metode untuk dapat bergabung dengan pemain lainnya. Contoh paling sederhana adalah penggunaan Dedicated Server yang dikembangkan oleh perusahaan Valve Inc. Pada Dedicated Server sang perusahaan pembuat game membuat suatu server yang akan dikunjungi oleh pemain. Setelah pihak produsen menyatakan bahwa server tersebut sudah stabil dan sudah layak pakai. Pihak produsen membagikan executable dari server tersebut untuk dipakai secara luas oleh public. Hal ini yang menjadi alasan mengapa server tersebut diberi nama dedicated server, yang berarti server yang dijalankan hanya berisi game saja bukan suatu protocol dimana client bisa bertemu dengan client (peer to peer).

Contoh lain dari sistem jaringan online games adalah peer to peer. Pihak produsen game Valve yang dulunya membuat dedicated server kemudian membuat sistem baru yaitu server yang ditanamkan di dalam client sehingga client dan server pada satu computer seakan akan merupakan satu kesatuan yang sama. Sehingga pada sisi

enduser hal ini seakan akan merupakan tipe koneksi peer-to-peer. Untuk peer to peer sendiri dalam online games hal ini dapat terjadi jika permainan yang berlangsung terjadi hanya dengan 2 pemain saja.

Sistem yang lain adalah matchmaking. Matchmaking adalah sistem yang melakukan pencarian teman/lawan bermain berdasarkan karakteristik yang diinginkan sehingga pemain dapat bertemu dengan pemain yang lain yang memiliki karakteristik yang diinginkan tersebut. Contoh yang paling sederhana dalam matchmaking adalah pencarian berdasarkan lokasi pemain. Hal ini diterapkan oleh salah satu game online yang berhasil di pasaran yaitu Dota 2. Pada game ini pemain dapat memilih user yang memiliki lokasi di Asia tenggara, Cina, Eropa, Afrika, dan benua Amerika. Hal ini untuk mencegah ping atau keterlambatan yang terlalu besar ataupun perbedaan bahasa, mengingat game ini sangat membutuhkan kerjasama dan kerja sama dihasilkan

Matchmaking memiliki kelebihan:

1. User dapat mencari lawan bermain yang sesuai dengan kriteria.
2. Pencarian pasti menghasilkan nilai yang random, sehingga pemain selalu mendapatkan lawan yang berbeda.
3. User dapat bergabung dengan teman (party) untuk mencari lawan yang diinginkan.

Sedangkan untuk kelemahannya matchmaking memiliki kelemahan yaitu:

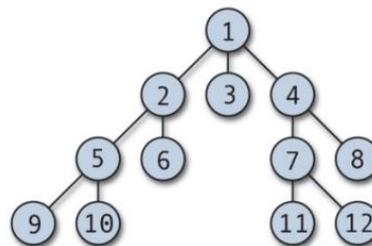
1. Pencarian biasanya lama.
2. Meskipun sudah mencari dan berhasil bertemu semua user harus menyetujui atau accept connection.
3. Pencarian dapat gagal.

Meskipun matchmaking menunjukkan bahwa untuk bermain game seseorang harus menunggu 5-10 menit tapi ternyata di kehidupan nyata user mau untuk menunggu waktu selama itu jika dapat dibayar dengan kepuasan bermain yang tinggi.

### 2.2 Breadth First Search (BFS)

Algoritma BFS adalah salah satu teknik pencarian sederhana, dimana pada teknik ini simpul akar dikembangkan terlebih dahulu, kemudian simpul-simpul yang dihasilkan dari simpul akar dikembangkan lagi elanjutnya. Umumnya, semua simpul-simpul pada kedalaman  $d$  di pohon pencarian dikembangkan sebelum pada kedalaman  $d+1$ . Dalam suatu pencarian, dimungkinkan adanya suatu pengulangan pengembangan simpul yang tidak terbatas. Hal ini akan menghabiskan waktu pencarian dengan mengembangkan node yang sudah diperluas sebelumnya. Seperti keadaan pengulangan  $\{(1,2,3), (1) (2,3), (1,2,3), (1), (2), (3), (1,2,3), \dots\}$ . Pencarian untuk permasalahan ini adalah tanpa batas. Untuk menghindarinya, dapat dipotong sebagian dari keadaan yang yang diulangi menuju ke suatu ukuran terbatas. Ada tiga metode yang berhubungan dengan keadaan yang diulangi, salah satunya adalah tidak kembali pada keadaan yang baru

saja didatangi, fungsi perluasan simpul harus mencegah terjadinya pengembangan simpul dari simpul orang-tua (parent) yang sama. Algoritma pencarian melebar (BFS) mengunjungi setiap simpul dalam graf mulai dari simpul akar, lalu lanjutkan dengan mengunjungi simpul-simpul yang bertetangga dengan simpul akar tersebut. Setelah itu, untuk setiap simpul yang sudah dikunjungi tersebut, dikunjungi simpul-simpul yang bertetangga dengannya dan belum dikunjungi, demikian seterusnya sampai seluruh simpul berhasil dikunjungi. Karena seluruh simpul yang telah dikunjungi harus disimpan, maka kompleksitas ruang algoritma BFS adalah  $O(\text{jumlah simpul} + \text{jumlah sisi})$ . Hal ini menunjukkan bahwa algoritma BFS memerlukan ruang besar dan tidak cocok untuk pemecahan masalah besar. Angka yang sama menunjukkan kompleksitas waktu terburuk, di mana setiap simpul harus diperiksa. Kompleksitas waktu terbaik,  $O(1)$ , didapat jika solusi ditemukan pada pencarian pertama. Walaupun memiliki kompleksitas ruang dan waktu yang kurang baik, algoritma BFS dapat mencari solusi secara tuntas, berarti algoritma ini akan menemukan solusi terbaik dan terdekat bagaimanapun bentuk graf tersebut. Berikut gambar yang mengilustrasikan urutan simpul yang dikunjungi pada algoritma BFS:



**Gambar 2.3 Algoritma BFS**

Berikut ini adalah cara kerja algoritma BFS :

Untuk memperjelas cara kerja algoritma BFS beserta antrian yang digunakannya, berikut langkah-langkah algoritma BFS:

1. Masukkan simpul ujung (akar) ke dalam antrian
2. Ambil simpul dari awal antrian, lalu cek apakah simpul merupakan solusi
3. Jika simpul merupakan solusi, pencarian selesai dan hasil dikembalikan.
4. Jika simpul bukan solusi, masukkan seluruh simpul yang bertetangga dengan simpul tersebut (simpul anak) ke dalam antrian
5. Jika antrian kosong dan setiap simpul sudah dicek, pencarian selesai dan mengembalikan hasil solusi tidak ditemukan
6. Ulangi pencarian dari langkah kedua

Untuk lebih jelasnya lihat pseudocode di bawah ini

```

procedure BFS(G,v) is
  create a queue Q
  create a set V
  enqueue v onto Q
  add v to V
  while Q is not empty loop
  
```

```

t ← Q.dequeue()
if t is what we are looking for then
  return t
end if
for all edges e in G.adjacentEdges(t) loop
  u ← G.adjacentVertex(t,e)
  if u is not in V then
    add u to V
    enqueue u onto Q
  end if
end loop
end loop
return none
end BFS

```

### III. IMPLEMENTASI MATCHMAKING

#### 3.1 Standard Jaringan Komputer.

Agar matchmaking dapat dilakukan setiap computer perlu di fasilitasi dengan server dan salah satu topologi yang bagus untuk diterapkan adalah star. Hal ini didasari atas beberapa alasan yaitu:

1. Lebih rentan terhadap tindakan hack atau pelanggaran kecurangan. Pada media online banyak sekali ditemukan hacker yang menyerang user yang tidak mengerti secara advance sistem komunikasi game.
2. Klasifikasi sistem semakin banyak sehingga jika bot mencari akan semakin cepat untuk ditemukan

Karena menggunakan topologi star maka tiap server dalam dalam jaringan games dapat digambarkan sebagai suatu node yang kelak akan dihubungkan dengan protocol tertentu untuk mencari kebutuhan bot.

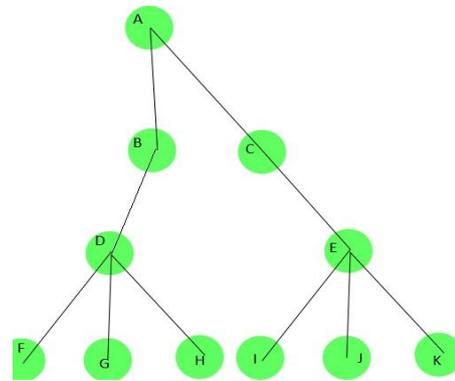
Setiap server akan menjadi sebuah kategori yang akan dicari bot. Contoh : akan ada beberapa server yang ditempatkan di beberapa Negara berbeda. Tiap user pada tiap Negara tersebut harus berkomunikasi dengan server pusat dan akan diarahkan langsung sesuai dengan negaranya masing masing. Server akan bertindak sebagai lobi tempat para pemain menunggu sembari bot mencari pasangan yang tepat untuk menjadi lawan pemain. Jika bot sudah menemukan lawan yang tepat bagi sang pemain maka bot akan memunculkan notifikasi bahwa game sudah dapat dimulai.

Agar bot dapat melakukan semua hal ini maka bot akan melakukan beberapa hal yaitu:

1. Memandang server sebagai node
2. Memandang client sebagai atribut dari node yang baru akan dieksekusi jika bot menemukan musuh yang tepat sesuai dengan kriteria pemain.

#### 3.2 Standard Graf

Hal ini perlu didefinisikan untuk menunjukkan bagaimana bot melihat user ataupun melihat server. Agar jelas bagaimana bot berperilaku untuk mencari partner bermain dengan metode BFS.



**Gambar 3.1 Graf Jaringan Server**

Setiap node pada gambar 3.1 merupakan server dimana user terhubung. Pada titik A merupakan root dari tree dimana user yang terhubung pada server A merupakan user bebas yang tidak meminta kriteria khusus. Pada node B dan C terdapat kriteria kriteria yang dapat di cari oleh bot dan begitu seterusnya. Misal pada node B kriteria adalah 1on1 game (pertandingan 1 melawan 1) sedangkan pada node C adalah pertandingan biasa (free for all) maka bot yang jika diminta mencari karakteristik 1 lawan 1 akan mencari dari node A. Karena node A tidak sesuai dengan kriterianya maka akan dicari terus hingga bertemu.

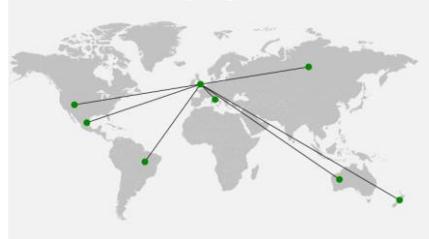
Node node yang bersesuaian akan diisi pemain pemain yang dalam posisi idle dan memiliki karakteristik yang sesuai dengan server tempat ia bergabung.

Metode ini hamper sama dengan metode pengiriman paket data. Bedanya pengirim dan penirna data pada jaringan ini berupa Bot dan Server. Karena bot akan memilih lintasan sesuai dengan target tujuan server. Hanya saja pada pengiriman paket, sudah ditentukan target tujuan secara spesifik dari pengiriman paket. Sedangkan pada Bot matchmaking harus mencari dulu target yang sesuai dengan kriteria.

Nantinya semua server akan dihubungkan masing masing sehingga terbentuk suatu pohon yang menggambarkan jarigann seluruhnya.

#### 3.2 Bot

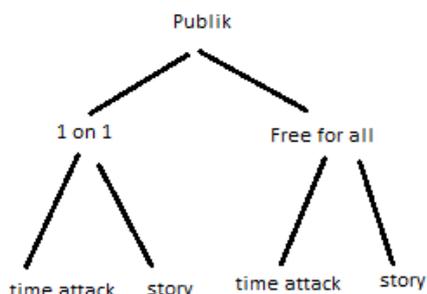
Bot adalah suatu software atau aplikasi yang berjalan dalam lingkup computer dan dapat berjalan secara otomatis. Salah satu penggunaan bot yang paling sering dipakai adalah web spidering. Web spidering merupakan bot yang akan menyimpan aksi-aksi dalam suatu server, mengatur source yang dipakai oleh server. Tiap server memiliki suatu file yang akan dibuka oleh bot. File tersebut berisi rule yang akan dieksekusi oleh bot kelak



**Gambar 3.2 Contoh pembagian server**

Bot juga dapat bekerja sebagai web crawler. Web

crawler akan masuk ke dalam suatu sistem atau jaringan computer dan menyimpan semua file yang dapat dia akses ke dalam suatu file index. Kegiatan ini disebut indexing. Bot pada makalah ini merupakan gabungan dari keduanya. Pada setiap server terdapat bot yang mengirimkan informasi kepada bot pencari dan juga terdapat bot yang bertugas mencari kriteria yang ditanyakan oleh sang bot.



**Gambar 3.2 Contoh pencarian bot**

Bot server adalah bot yang menyimpan data setiap pemain yang sedang berada dalam game ataupun yang menunggu di lobi.

Bot pencari akan mencari setiap kemungkinan dengan cara mengunjungi setiap bot server dan mengecek pemain yang ada. Jika tidak menemukan bot akan menghasilkan nilai false yang berarti bot akan bertanya kepada user apakah akan mencari lagi dari awal atau batal untuk bermain.

Sebagai contoh matchmaking yang dilakukan bot. Untuk mencari pemain yang ingin bertanding secara 1on1 dengan fitur time attack.

1. Bot memulai dari public
2. Publik tidak sesuai dengan target dari bot
3. Bot berpindah ke tingkat kedua dari pohon
4. Karena prioritas pencarian dari titik sebelah kiri dari pohon maka akan mengecek node 1on1
5. Node sesuai dengan karakteristik tapi masih ada karakteristik yang belum terpenuhi
6. Bot menlanjut ke tingkat selanjutnya tapi tidak juga
7. Karena prioritas pencarian maka time attack langsung dikunjungi
8. Time attack sesuai dengan kriteria dari bot
9. Mengecek pemain yang sedang mencari permainan yang sedang menunggu di time attack.
10. Mengirimkan undangan kepada pemain bahwa game siap untuk dimulai.

Contoh lain adalah jika bot diminta untuk mencari game apapun yang berkarakteristik story. Maka bot akan melakukan beberapa tindakan yaitu:

1. Bot memulai dari public.
2. Tidak sesuai game lanjut ke tingkat selanjutnya
3. 1on1 dan free for all tidak sesuai.
4. Bot lanjut ke tingkat ketiga
5. Bot menemukan time attack, karena bot mengecek itu masih belum sesuai maka pindah

ke story (bagian dari 1on1)

6. Lalu akan mengecek jumlah pemain yang ada jika ternyata penuh maka server akan menyatakan bahwa server full dan mencari ke sebelah sampingnya (free for all) yaitu pada time attack.
7. Hal ini juga tidak sesuai dengan kriteria yang diinginkan oleh user.
8. Bot mencari lagi ke story (free for all) dan akhirnya menemukan
9. Bot memberi notifikasi bahwa game sudah siap untuk dimainkan.

Untuk lebih jelasnya berikut runutan dari pekerjaan bot

```

unmark all vertices
choose some starting vertex x
mark x
list L = x
tree T = x
while L nonempty
choose some vertex v from front
of list
visit v
for each unmarked neighbor w
mark w
checkplayer
add it to end of list
add edge vw to T
return bot
  
```

#### IV. KELEMAHAN DAN KELEBIHAN

Matchmaking merupakan suatu jaringan yang merupakan salah satu modifikasi dari sistem client dan server. Karena itu memiliki sifat yang hampir sama dengan client dan server.

Kelebihan dari jaringan ini adalah:

1. Terdapat bot yang mengatur sehingga server begitu online dapat langsung ditinggalkan (remote).
2. Pihak admin dapat mengecek apakah server yang ada masih penuh atau dalam keadaan down hanya dengan akses kepada bot server.
3. Untuk beberapa kepentingan dalam bot bisa diberikan suatu perintah yang berfungsi sebagai log. Karena itu semua hal yang terjadi dalam server bisa tercatat oleh bot.
4. Meskipun waktu yang dipakai cukup lama tetapi user memiliki tingkat kepuasan yang tinggi karena dapat bermain dengan lawan yang diinginkan.
5. Mencegah hack terhadap pihak client karena pada dasarnya topologi bersifat star. Komunikasi antar client hanya melalui server.

Kelemahan yang dimiliki oleh matchmaking adalah:

1. Waktu yang lama untuk bertemu dengan lawan bermain.

2. Pemain tidak bisa memilih lawan dari daftar pemain. Karena semua bot yang menentukan.
3. Jika gagal maka pemain harus melakukan matchmaking lagi dari awal dan memakan waktu kembali.
4. Membutuhkan resource yang cukup banyak karena makin banyak kriteria maka makin banyak server.
5. Maintenance yang cukup lama karena tidak client dapat berganti ganti server setiap saat.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian-uraian diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Matchmaking dapat diterapkan untuk meningkatkan performansi pertemuan dari para pemain dalam game online.
2. Matchmaking dalam BFS dapat diterapkan hanya saja boros dalam jumlah resource.
3. Matchmaking efisien digunakan untuk jumlah karakteristik yang tidak terlalu banyak dan benar benar berbeda. Yang berarti user yang bermain dengan karakteristik X tidak tertarik untuk bermain karakteristik Y.

## REFERENCES

- [1] Suyoto, Intelegensia Buatan Teori dan pemrograman, Cetakan pertama, Penerbit Gava Media, Yogyakarta, 2004.
- [2] Tanenbaum, A.S., Jaringan Komputer Edisi Bahasa Indonesia dari Computer Networks 3e, Jilid 1, Prenhallindo, Jakarta, 1997.
- [3] [cs.anu.edu.au/student/comp3600/apac/basic\\_graph\\_algorithms.pdf](http://cs.anu.edu.au/student/comp3600/apac/basic_graph_algorithms.pdf). Tanggal akses: 18 Desember 2013, pukul 19.20..
- [4] Eppstein, David. BFS and DFS. <http://www.ics.uci.edu/~eppstein/161/960215.html>. Tanggal akses: 28 Desember 2013, pukul 19.15

## 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, 19 Desember 2013



Elfino Sitompul 13508098