

Penerapan Algoritma Greedy untuk Menghitung Waktu Minimal untuk Mencapai All-Max *Town Hall* 14 pada Permainan Clash of Clans

Louis Yanggara - 13520063
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesha 10 Bandung
E-mail (gmail):

Abstrak—Clash of Clans merupakan permainan yang dikembangkan oleh Supercell dan dirilis pada tahun 2012. Hingga saat ini, Clash of Clans masih menjadi salah satu game dengan pemain terbanyak di dunia. Clash of Clans adalah permainan dimana pemain akan menjadi seorang kepala desa yang membangun desanya dan dapat menyerang desa lain. Pada setiap desa ada bangunan yang bernama *Town Hall* yang merupakan bangunan utama dari sebuah desa. Setiap bangunan di permainan memiliki level masing-masing, untuk *Town Hall* ada level 1 hingga 14. Semakin tinggi level *Town Hall* maka semakin banyak bangunan lain yang dapat dibangun dan di-upgrade. Untuk mendapat desa yang kuat tentulah diperlukan bangunan dengan level tertinggi, oleh karena itu harus disusun rencana pembangunan untuk mencapai level maksimal dalam waktu sesingkat mungkin.

Keywords—Clash of Clans, Greedy, upgrade

I. PENDAHULUAN

Saat ini, perkembangan era digital begitu pesat hingga memunculkan kesempatan-kesempatan baru bagi setiap orang untuk berprestasi, salah satunya melalui bermain game yang dikenal dengan *e-sports*. Banyak permainan yang dapat dipertandingkan dengan jumlah hadiah yang begitu fantastis salah satunya adalah Clash of Clans. Pada bulan Desember 2021, Clash of Clans menyelenggarakan turnamen tingkat dunia yang dihadiri oleh 8 tim dengan total hadiah 700 ribu USD. Dengan hadiah yang begitu besar, tentulah banyak orang yang berusaha untuk dapat menjadi peserta dari turnamen terbesar game Clash of Clans. Namun, tentulah tidak mudah untuk dapat lolos ke turnamen tersebut. Untuk tahun 2022, berkat komunitas yang terus berkembang, pihak Supercell mulai mengubah format kualifikasi tim dengan menambahkan peserta dari pemenang turnamen komunitas yang ada. Pada tahun 2022, total hadiah yang akan diperebutkan adalah 1 juta USD dimana 4 peserta merupakan pemenang dari turnamen komunitas dan 4 peserta lainnya adalah pemenang dari kualifikasi resmi yang diselenggarakan oleh Supercell.

Setiap turnamen tentulah memiliki aturan dan format yang berbeda satu sama lain. Namun ada 1 peraturan yang menjadi *default* untuk setiap turnamen yaitu setiap tim hanya terdiri dari 5 orang dan setiap pemain harus memiliki level *Town Hall* yang tertinggi yaitu 14.

Oleh karena peraturan yang ada, maka setiap pemain harus terus melakukan peningkatan terhadap level dari desa mereka agar dapat ikut serta dalam turnamen yang ada. Namun, memiliki level *Town Hall* yang tinggi bukan satu-satunya hal yang harus dimiliki oleh pemain, melainkan setiap bangunan yang ada harus dinaikkan ke level tertinggi agar dapat bekerja secara maksimal. Saat ini jumlah bangunan yang tersedia pada *Town Hall* 14 berjumlah 100 yang merupakan jumlah yang sangat banyak dan akan memakan cukup banyak waktu untuk menyelesaikan *upgrade* yang ada. Untuk itulah akan dihitung jumlah waktu minimal yang diperlukan untuk mencapai level maksimal dengan menggunakan algoritma Greedy.

II. LANDASAN TEORI

A. Clash Of Clans

Clash of Clans adalah sebuah game mobile yang dikembangkan dan dipublikasikan oleh pengembang game asal Finlandia yang bernama Supercell. Clash of Clans dirilis pada tanggal 2 Agustus 2012 untuk versi iOS dan tanggal 7 Oktober 2013 untuk Android. Clash of Clans adalah game bertema fantasi dimana pemain adalah seorang kepala desa yang akan membangun desa dengan menggunakan sumber modal berupa *gold*, *elixir*, dan *dark elixir* yang dapat diperoleh dari sumber desa sendiri maupun dengan menyerang desa dari pemain lain.

Dalam permainan Clash of Clans, ada 3 tipe bangunan yaitu *Defensive building*, *Resource Building*, *Army Building* dimana setiap tipe bangunan terdiri dari berbagai bangunan yaitu:

1. *Defensive Building*

Defensive building adalah bangunan yang digunakan untuk pertahanan yang biasa dapat memberi serangan kepada unit dari lawan. Bangunan-bangunan ini memiliki kemampuan unik yang berbeda satu sama lain, ada yang berfokus pada serangan darat, ada pula yang berfokus pada serangan udara. Ada juga bangunan yang dapat menyerang beberapa unit sekaligus maupun yang hanya dapat menyerang 1 unit pada 1 waktu. Jumlah dari *defensive building* adalah 12 yang dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 2.1 *Defensive building* (Sumber: https://clashofclans.fandom.com/wiki/Defensive_Buildings/Home_Village)

- Cannon adalah bangunan pertahanan dasar ada sejak *Town Hall 1* yang khusus untuk menyerang unit darat.
- Archer Tower adalah bangunan pertahanan yang ada sejak *Town Hall 1* yang dapat menyerang unit darat maupun udara.
- Mortar adalah bangunan yang tersedia di *Town Hall 3*. Mortar hanya dapat menyerang unit darat namun serangannya bersifat daerah sehingga dapat menyerang beberapa unit yang sedang berkumpul.
- Air defense adalah bangunan yang tersedia di *Town Hall 4* yang khusus untuk menyerang unit udara.
- Wizard Tower merupakan bangunan dengan karakteristik mirip Mortar yaitu serangannya bersifat area namun dapat menyerang unit darat maupun udara. Wizard Tower tersedia mulai dari *Town Hall 5*.
- Air Sweeper merupakan bangunan yang tidak dapat memberi *damage* kepada unit lawan tapi dapat mendorong unit udara lawan dengan mendorong unit lawan sesuai arah yang ditentukan. Air sweeper tersedia mulai dari *Town Hall 6*
- Hidden Tesla merupakan bangunan yang tersembunyi sesuai dengan namanya. Hidden Tesla akan muncul pada 2 kondisi yaitu ada unit lawan yang berada pada jangkauan serangnya atau lawan sudah berhasil menghancurkan 50% dari desa. Hidden Tesla tersedia mulai dari *Town Hall 7*
- Bomb Tower merupakan bangunan yang khusus untuk menyerang unit daerah dan serangannya bersifat area yang mirip dengan mortar. Bedanya jangkauan Bomb Tower lebih pendek namun serangannya

lebih cepat dibandingkan Mortar. Pada saat dihancurkan Bomb Tower akan meninggalkan Bomb yang akan meledak dan memberi *damage* pada unit lawan. Bomb Tower tersedia mulai dari *Town Hall 8*.

- X-bow merupakan bangunan yang hanya dapat menyerang 1 unit pada 1 saat namun dapat diatur oleh pemilik desa apakah X-bow hanya menyerang unit darat dengan jangkauan yang luas atau dapat menyerang unit darat dan udara dengan jangkauan yang lebih pendek. X-bow tersedia mulai dari *Town Hall 9*.
- Inferno Tower merupakan bangunan yang memiliki 2 mode yaitu mode *Single* dan *Multiple*. Pada mode *Single* Inferno Tower hanya dapat menyerang 1 unit pada 1 waktu namun memiliki kemampuan unik yaitu *damage* yang diberikan akan terus bertambah sering berjalannya waktu. Pada mode *Multiple*, Inferno Tower dapat menyerang beberapa target sekaligus namun dengan *damage* tetap. Inferno Tower tersedia mulai dari *Town Hall 10*.
- Eagle Artillery merupakan bangunan yang akan aktif menyerang unit lawan ketika lawan sudah *men-deploy* unit sebanyak 200 *space*. Ketika aktif, Eagle Artillery dapat menyerang unit darat maupun udara dengan jangkauan yang sangat luas serta serangannya bersifat area. Eagle Artillery tersedia mulai dari *Town Hall 11*
- Giga Tesla sebenarnya bukan merupakan bangunan yang baru namun Giga Tesla merupakan bagian dari *Town Hall*. *Town Hall* memiliki kemampuan unik dimulai dari level 12 yaitu Giga Tesla namun pertahanan yang dimiliki *Town Hall* ini tidak langsung aktif dari awal penyerangan. Giga Tesla akan aktif ketika lawan memberi *damage* ke *Town Hall* atau ketika lawan sudah menghancurkan 50% dari desa. Giga Tesla terdiri dari 5 level yang akan semakin kuat setiap *di-upgrade*, pada level 5 Giga Tesla akan meledak ketika dihancurkan dan memberi *damage* tambahan ke unit lawan
- Giga Inferno adalah perkembangan dari Giga Tesla ketika pemain *men-upgrade* ke *Town Hall 13*. Seperti namanya, Giga Inferno memiliki karakteristik Inferno Tower namun tidak dapat diatur modennya. Giga Inferno hanya menyerang dengan mode *multiple*. Sama seperti Giga Tesla, Giga Inferno juga dapat *di-upgrade* hingga level 5 dan memiliki kemampuan

tambaha ketika level 5 yaitu dapat mem-*freeze* lawan selama beberapa detik ketika dihancurkan.

- Scattershot merupakan bangunan yang melemparkan batu kepada lawan yang serangannya bersifat area, namun areanya mengarah ke belakang seperti bentuk kipas. Scattershot tersedia mulai dari *Town Hall* 13
- Giga Inferno ini merukan perkembangan dari Giga Inferno yang ada di *Town Hall* 13 yang tersedia ketika pemain meng-*upgrade Town hall* 13 ke 14. Karakteristik serangannya masih sama, bedanya pada level 5 ketika dihancurkan, kemampuan unik dari serangannya bukan *freeze* melainkan *poison* yang akan terus memberi damage kepada unit lawan di daerah *poison*
- Builder hut bukan merupakan bangunan baru, melainkan peningkatan dari Builder Hut normal yang ada di desa menjadi dapat menyerang lawan dan memperbaiki bangunan disekitar Builder Hut yang telah diserang oleh lawan. Peningkatan ini tersedia hanya pada *Town Hall* 14.
- Walls dan Traps merupakan unit-unit yang berfungsi untuk mengganggu unit lawan dengan memerikan damage maupun menyebabkan unit lawan menjadi lebih lambat.

2. Resource Building

Pada permainan Clash of Clans terdapat 3 jenis *resource* yaitu Gold, Elixir, dan Dark Elixir. Gold dan Elixir tersedia mulai dari awal permainan yaitu *Town Hall* 1, sedangkan Dark Elixir tersedia mulai dari *Town Hall* 7. Berikut ini adalah daftar dari *Resource Building* yang ada



Gambar 2.2 *Resource Building* (Sumber: https://clashofclans.fandom.com/wiki/Resource_Buildings/Home_Village)

- *Town Hall* selain berfungsi sebagai pusat dari desa, bangunan pertahanan (Giga

Tesla/Giga Inferno) berfungsi juga sebagai penampung dari *resource* yang ada. Kapasitas dari *Town Hall* akan terus bertambah sesuai dengan level

- Gold Mine merupakan penambang gold
- Gold Storage merupakan tempat penyimpanan gold
- Elixir Collector merupakan penambang elixir
- Elixir Storage merupakan tempat penyimpanan elixir
- Clan Castle memiliki kapasitas tertentu yang dapat menampung resource khusus (bonus dari penyerangan/ Clan War)

3. Army Building

Army Building merupakan bangunan yang paling penting untuk melakukan penyerangan. Bangunan-bangunan ini berfungsi untuk melatih unit dan spell serta melakukan *upgrade* level dari setiap troops. Bangunan ini terdiri dari



Gambar 2.3 *Army Building* (Sumber: https://clashofclans.fandom.com/wiki/Army_Buildings/Home_Village)

- Army Camp merupakan bangunan yang berfungsi untuk menampung unit yang akan digunakan untuk penyerangan.
- Barracks merupakan bangunan yang berfungsi untuk melatih unit dengan menggunakan Elixir.
- Dark Barracks merupakan bangunan yang berfungsi untuk melatih unit dengan menggunakan Dark Elixir
- Laboratory adalah bangunan yang digunakan untuk melakukan *upgrade* terhadap *troops*, *spell*, dan *battle machine*
- Spell Factory adalah bangunan untuk membuat spell dengan menggunakan Elixir.
- Dark Spell Factory adalah bangunan untuk membuat spell dengan menggunakan Dark Elixir.

- Workshop adalah bangunan untuk membuat *battle machine* dengan menggunakan gold
- Pet House adalah bangunan yang digunakan untuk melatih pet yang dapat dipasangkan pada Hero
- Hero terdiri dari 4 yaitu Barbarian King, Archer Queen, Grand Warden, dan Royal Champion yang memiliki kemampuan tertentu yang dapat digunakan ketika melakukan penyerangan. Hero ini dapat dipasangkan pada pet tertentu dari Pet House yang tersedia pada *Town Hall 14*.

Selain bangunan-bangunan, pada permainan Clash of Clans juga terdapat troops atau unit yang dapat digunakan untuk melakukan penyerangan. Troops dapat berupa unit darat maupun udara. Ada troops yang dapat dilatih dengan menggunakan Elixir, ada pula troops yang dapat dilatih dengan menggunakan Dark Elixir. Berikut ini adalah daftar troops yang ada di permainan Clash of Clans

1. Elixir Troops



Gambar 2.4 Elixir Troops (Sumber: https://clashofclans.fandom.com/wiki/Elixir_Troops)

Elixir Troops merupakan unit yang dilatih pada Barrack dengan menggunakan elixir. Pada awal permainan (*Town Hall 1*) troops yang dapat dilatih hanya Barbarian dan Archer kemudian setiap kenaikan *Town Hall* akan meng-*unlock* troops baru hingga Dragon Rider yang tersedia pada *Town Hall 14*.

2. Dark Elixir Troops



Gambar 2.5 Dark Elixir Troops (Sumber: https://clashofclans.fandom.com/wiki/Dark_Elixir_Troops)

Dark Elixir Troops merupakan unit yang dilatih pada Dark Barrack dengan menggunakan dark elixir. Dark Barrack tersedia mulai dari *Town Hall 7* ketika pemain memiliki akses ke dark elixir. Pada level 1 Dark Barrack hanya dapat melatih Minion kemudian terus bertambah 1 hingga Headhunter pada *Town Hall 14*.

3. Super Troops

Super Troops merupakan perkembangan dari troops yang ada baik Elixir Troops maupun Dark Elixir Troops. Super Troops merupakan versi lain dari Troops biasa yang memiliki kemampuan khusus. Super Troops mulai tersedia pada *Town Hall 11*. Pemain hanya dapat melatih 2 Super Troops pada 1 waktu dimana setiap pelatihan akan bertahan selama 3 hari dengan menggunakan 25000 dark elixir per troops.



Gambar 2.6 Super Troops (Sumber: https://clashofclans.fandom.com/wiki/Super_Troops)

4. Heroes



Gambar 2.7 Heroes (Sumber: <https://clashofclans.fandom.com/wiki/Heroes>)

Heroes merupakan unit tambahan yang tidak dihitung dalam kapasitas Army Camp namun dapat digunakan baik untuk menyerang lawan maupun mempertahankan desa dari serangan lawan. Setiap Hero di-*unlock* pada level *Town Hall* tertentu yaitu Barbarian King (*Town Hall 7*), Archer Queen (*Town Hall 9*), Grand Warden (*Town Hall 11*), dan Royal Champion (*Town Hall 13*). Setiap Hero memiliki kemampuan khusus yang tersedia mulai

dari level 5 dan kemampuan khusus akan terus meningkat setiap kelipatan 5 level. Barbarian King dan Archer Queen memiliki level maksimal 80, Grand Warden memiliki level maksimal 55, dan Royal Champion memiliki level maksimal 30.

5. Pets



Gambar 2.8 Pets (Sumber: <https://clashofclans.fandom.com/wiki/Pets>)

Pets merupakan unit tambahan yang tersedia mulai dari *Town Hall* 14 melalui Pet House. Setiap Pet hanya dapat menemani 1 Hero sesuai dengan yang ditentukan oleh pemain. Level maksimal dari setiap Pet adalah 10. Setiap Pet memiliki kemampuan yang berbeda sehingga harus dipasangkan dengan Hero yang tepat agar memperoleh hasil yang maksimal.

6. Spell



Gambar 2.9 Spell (Sumber: https://clashofclans.fandom.com/wiki/Elixir_Spells)

Spell merupakan bagian dari unit yang dapat diambil ketika menyerang lawan. Spell diatas dapat dibuat dengan menggunakan Elixir di Spell Factory yang mulai tersedia pada *Town Hall* 5. Pada *Town Hall* 5 yang dapat digunakan hanya Lightning Spell dan terus bertambah setiap upgrade hingga Invisibility Spell pada *Town Hall* 11.

7. Dark Spell



Gambar 2.10 Dark Spell (Sumber: https://clashofclans.fandom.com/wiki/Dark_Spells)

Dark Spell merupakan bagian unit yang dibuat dengan menggunakan Dark Elixir pada Dark Spell Factory. Dark Spell dapat mulai digunakan pada *Town Hall* 8 yaitu Poison Spell dan terus bertambah 1 setiap level *Town Hall* hingga Bat Spell pada *Town Hall* 12.

8. Siege Machine



Gambar 2.11 Siege Machine (Sumber: https://clashofclans.fandom.com/wiki/Siege_Machines)

Siege Machine merupakan unit yang dapat dibawa ketika menyerang lawan. Siege Machine tersedia mulai dari *Town Hall* 12 yaitu Wall Wrecker, Battle Blimp, dan Stone Slammer. Kemudian Siege Barracks dan Log Launcher pada *Town Hall* 13, dan Flame Flinger pada *Town Hall* 14.

Sesuai dengan yang telah disebutkan pada bagian Pendahuluan, pemain yang bertanding dalam turnamen harus menggunakan level maksimal dari *Town Hall* yang ada yaitu 14. Peraturan memang hanya mewajibkan level dari *Town Hall*, namun akan lebih memungkinkan untuk memenangkan turnamen dengan menggunakan desa yang memiliki level maksimal untuk setiap bangunan. Sehingga diperlukan taktik untuk melakukan *upgrade* secara maksimal agar dapat memperoleh hasil yang maksimal di turnamen.

B. Algoritma Greedy

Algoritma Greedy merupakan metode yang paling populer dan sederhana untuk memecahkan persoalan optimasi. Persoalan optimasi adalah persoalan yang mencari solusi maksimal/minimal. Prinsip pada algoritma Greedy adalah “take what you can get now!”. Algoritma greedy membentuk solusi langkah per langkah dimana pada setiap langkah terdapat banyak pilihan yang perlu dievaluasi. Oleh karena itu, pada setiap langkah harus dibuat keputusan yang terbaik dalam menentukan pilihan karena tidak dapat mundur lagi ke langkah sebelumnya. Sehingga pada setiap langkah kita akan memilih optimum lokal dengan harapan bahwa langkah sisanya akan mengarah ke solusi optimum global.

Dalam Algoritma Greedy terdapat beberapa elemen yaitu

1. Himpunan kandidat, C: berisi kandidat yang akan dipilih pada setiap langkah
2. Himpunan solusi, S: berisi kandidat yang sudah dipilih
3. Fungsi solusi: menentukan apakah himpunan kandidat yang dipilih sudah memberikan solusi
4. Fungsi seleksi: memilih kandidat berdasarkan strategi greedy tertentu. Strategi ini bersifat heuristik
5. Fungsi kelayakan: memeriksa apakah kandidat yang dipilih dapat dimasukkan ke dalam himpunan solusi.
6. Fungsi obyektif: memaksimalkan atau meminimumkan

III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Permasalahan

Dalam permainan Clash of Clans, maksimal Builder yang dapat dimiliki oleh pemain adalah 6. Pembuatan solusi ini akan mengasumsikan bahwa pemain memiliki keenam Builder dan tidak menggunakan bantuan uang(Free Play). Untuk itu perlu dibuat dahulu daftar upgrade yang dapat dilakukan pada *Town Hall 14* yaitu:

1. Defensive Building

<i>Defensive Building</i>	Jumlah	Waktu per unit
<i>Cannon</i>	7	17D
<i>Archer Tower</i>	8	17D
<i>Mortar</i>	4	18D
<i>Air Defense</i>	4	18D
<i>Wizard Tower</i>	5	18D
<i>Hidden Tesla</i>	5	18D
<i>Bomb Tower</i>	2	18D
<i>X-bow</i>	4	19D

<i>Inferno Tower</i>	3	19D
<i>Eagle Artillery</i>	1	20D
<i>Scattershot</i>	2	19D
<i>Giga Inferno (LVL 2)</i>	1	9D
<i>Giga Inferno (LVL 3)</i>	1	11D
<i>Giga Inferno (LVL 4)</i>	1	13D
<i>Giga Inferno (LVL 5)</i>	1	14D
<i>Builder Hut (LVL 2)</i>	5	10D
<i>Builder Hut (LVL 3)</i>	5	12D
<i>Builder Hut (LVL 4)</i>	5	14D

Tabel 3.1 Daftar Upgrade Defensive Building

2. Resource Building

<i>Resource Building</i>	Jumlah	Waktu per unit
<i>Elixir Storage</i>	4	9D 14H
<i>Gold Storage</i>	4	9D 14H
<i>Dark Elixir Storage</i>	1	12D

Tabel 3.2 Daftar Upgrade Resource Building

3. Army Building

<i>Army Building</i>	Jumlah	Waktu per unit
<i>Laboratory</i>	1	9D 14H
<i>Clan Castle</i>	1	16D
<i>Workshop</i>	1	18D
<i>Pet House (LVL 1)</i>	1	13D
<i>Pet House (LVL 2)</i>	1	15D
<i>Pet House (LVL 3)</i>	1	17D
<i>Pet House (LVL 4)</i>	1	19D

Tabel 3.3 Daftar Army Resource Building

Dari data yang ada diatas, diperoleh jumlah bangunan yang perlu untuk di-*upgrade* adalah 64(*Defensive Building*), 9(*Resource Building*), dan 7(*Army Building*) sehingga keseluruhannya adalah 80 bangunan yang perlu di-*upgrade*.

B. Pembahasan Algoritma Greedy yang Digunakan

Setelah memperoleh data bangunan yang perlu di-*upgrade*, selanjutnya perlu ditentukan prioritas dari upgrade yang akan dilakukan. Untuk melakukan perhitungan, akan digunakan beberapa asumsi yaitu:

- Akan selalu tersedia *resource* yang cukup untuk melakukan *upgrade*
- Tidak ada Builder yang *idle*(*Upgrade* dilakukan secara kontigu)
- Prioritas: *Resource, Army, Defensive*

Hasil dari Algoritma Greedy dapat dilihat melalui tabel berikut

Builder 1	Builder 2	Builder 3	Builder 4	Builder 5	Builder 6	Total Waktu
Elixir Storage1 (9D 14H)	Elixir Storage2 (9D 14H)	Elixir Storage3 (9D 14H)	Elixir Storage4 (9D 14H)	Gold Storage1 (9D 14H)	Gold Storage2 (9D 14H)	0
Gold Storage3 (9D 14H)	Gold Storage4 (9D 14H)	Dark Elixir Storage (12D)	Laboratory (9D 14H)	Clan Castle (16D)	Workshop (18D)	9D 14H
Pet House (LVL 1) (13D)	Giga Inferno (LVL 2) (9D)	Dark Elixir Storage (2D 10H)	Builder Hut1 (LVL 2) (10D)	Clan Castle (6D 10H)	Workshop (8D 10H)	19D 4H
Pet House (LVL 1) (10D 14H)	Giga Inferno (LVL 2) (6D 14H)	Builder Hut2 (LVL 2) (10D)	Builder Hut1 (LVL 2) (7D 14H)	Clan Castle (4D)	Workshop (6D)	21D 14H
Pet House (LVL 1) (6D 14H)	Giga Inferno (LVL 2) (2D 14H)	Builder Hut2 (LVL 2) (6D)	Builder Hut1 (LVL 2) (3D 14H)	Builder Hut3 (LVL 2) (10D)	Workshop (2D)	25D 14H
Pet House (LVL 1) (4D 14H)	Giga Inferno (LVL 2) (14H)	Builder Hut2 (LVL 2) (4D)	Builder Hut1 (LVL 2) (1D 14H)	Builder Hut3 (LVL 2) (8D)	Builder Hut4 (LVL 2) (10D)	27D 14H
Pet House (LVL 1) (4D)	Giga Inferno (LVL 3) (11D)	Builder Hut2 (LVL 2) (3D 10H)	Builder Hut1 (LVL 2) (1D)	Builder Hut3 (LVL 2) (7D 10H)	Builder Hut4 (LVL 2) (9D 10H)	28D 4H
Pet House (LVL 1) (3D)	Giga Inferno (LVL 3) (10D)	Builder Hut2 (LVL 2) (2D 10H)	Builder Hut5 (LVL 2) (10D)	Builder Hut3 (LVL 2) (6D 10H)	Builder Hut4 (LVL 2) (8D 10H)	29D 4H
Pet House (LVL 1) (14H)	Giga Inferno (LVL 3) (7D 14H)	Builder Hut1 (LVL 3) (12D)	Builder Hut5 (LVL 2) (7D 14H)	Builder Hut3 (LVL 2) (4D)	Builder Hut4 (LVL 2) (6D)	31D 14H
Pet House (LVL 2) (15D)	Giga Inferno (LVL 3) (7D)	Builder Hut1 (LVL 3) (11D 10H)	Builder Hut5 (LVL 2) (7D)	Builder Hut3 (LVL 2) (3D 10H)	Builder Hut4 (LVL 2) (5D 10H)	32D 4H
Pet House (LVL 2) (11D 14H)	Giga Inferno (LVL 3) (3D 14H)	Builder Hut1 (LVL 3) (8D)	Builder Hut5 (LVL 2) (3D 14H)	Builder Hut 2 (LVL 3) (12D)	Builder Hut4 (LVL 2) (2D)	35D 14H
Pet House (LVL 2) (9D 14H)	Giga Inferno (LVL 3) (1D 14H)	Builder Hut1 (LVL 3) (6D)	Builder Hut5 (LVL 2) (1D 14H)	Builder Hut 2 (LVL 3) (10D)	Builder Hut3 (LVL 3) (12D)	37D 14H
Pet House (LVL 2) (8D)	Giga Inferno (LVL 4) (13D)	Builder Hut1 (LVL 3) (4D 10H)	Builder Hut4 (LVL 3) (12D)	Builder Hut 2 (LVL 3) (8D 10H)	Builder Hut3 (LVL 3) (10D 10H)	39D 4H
Pet House (LVL 2) (3D 14H)	Giga Inferno (LVL 4) (8D 14H)	Builder Hut5 (LVL 3) (12D)	Builder Hut4 (LVL 3) (7D 14H)	Builder Hut 2 (LVL 3) (4D)	Builder Hut3 (LVL 3) (6D)	43D 14H
Pet House (LVL 3) (17D)	Giga Inferno (LVL 4) (5D)	Builder Hut5 (LVL 3) (8D 10H)	Builder Hut4 (LVL 3) (4D)	Builder Hut 2 (LVL 3) (10H)	Builder Hut3 (LVL 3) (2D 10H)	47D 4H

Pet House (LVL 3) (16D 14H)	Giga Inferno (LVL 4) (4D 14H)	Builder Hut5 (LVL 3) (8D)	Builder Hut4 (LVL 3) (3D 14H)	Builder Hut1 (LVL 4) (14D)	Builder Hut3 (LVL 3) (2D)	47D 14H
Pet House (LVL 3) (14D 14H)	Giga Inferno (LVL 4) (2D 14H)	Builder Hut5 (LVL 3) (6D)	Builder Hut4 (LVL 3) (1D 14H)	Builder Hut1 (LVL 4) (12D)	Builder Hut2 (LVL 4) (14D)	49D 14H
Pet House (LVL 3) (13D)	Giga Inferno (LVL 4) (1d)	Builder Hut5 (LVL 3) (4D 10H)	Builder Hut3 (LVL 4) (14D)	Builder Hut1 (LVL 4) (10D 10H)	Builder Hut2 (LVL 4) (12D 10H)	51D 4H
Pet House (LVL 3) (12D)	Giga Inferno (LVL 5) (14D)	Builder Hut5 (LVL 3) (3D 10H)	Builder Hut3 (LVL 4) (13D)	Builder Hut1 (LVL 4) (9D 10H)	Builder Hut2 (LVL 4) (11D 10H)	52D 4H
Pet House (LVL 3) (8D 14H)	Giga Inferno (LVL 5) (10D 14H)	Builder Hut4 (LVL 4) (14D)	Builder Hut3 (LVL 4) (9D 14H)	Builder Hut1 (LVL 4) (6D)	Builder Hut2 (LVL 4) (8D)	55D 14H
Pet House (LVL 3) (2D 14H)	Giga Inferno (LVL 5) (4D 14H)	Builder Hut4 (LVL 4) (8D)	Builder Hut3 (LVL 4) (3D 14H)	Builder Hut5 (LVL 4) (14D)	Builder Hut2 (LVL 4) (2D)	61D 14H
Pet House (LVL 3) (14H)	Giga Inferno (LVL 5) (2D 14H)	Builder Hut4 (LVL 4) (6D)	Builder Hut3 (LVL 4) (1D 14H)	Builder Hut5 (LVL 4) (12D)	Cannon1 (17D)	63D 14H
Pet House (LVL 4) (19D)	Giga Inferno (LVL 5) (2D)	Builder Hut4 (LVL 4) (5D 10H)	Builder Hut3 (LVL 4) (1D)	Builder Hut5 (LVL 4) (11D 10H)	Cannon1 (16D 10H)	64D 4H
Pet House (LVL 4) (18D)	Giga Inferno (LVL 5) (1D)	Builder Hut4 (LVL 4) (4D 10H)	Cannon2 (17D)	Builder Hut5 (LVL 4) (10D 10H)	Cannon1 (15D 10H)	65D 4H
Pet House (LVL 4) (17D)	Cannon3 (17D)	Builder Hut4 (LVL 4) (3D 10H)	Cannon2 (16D)	Builder Hut5 (LVL 4) (9D 10H)	Cannon1 (14D 10H)	66D 4H
Pet House (LVL 4) (13D 14H)	Cannon3 (13D 14H)	Cannon4 (17D)	Cannon2 (12D 14H)	Builder Hut5 (LVL 4) (6D)	Cannon1 (11D)	69D 14H
Pet House (LVL 4) (7D 14H)	Cannon3 (7D 14H)	Cannon4 (11D)	Cannon2 (6D 14H)	Cannon5 (17D)	Cannon1 (5D)	75D 14H
Pet House (LVL 4) (2D 14H)	Cannon3 (2D 14H)	Cannon4 (6D)	Cannon2 (1D 14H)	Cannon5 (12D)	Cannon6 (17D)	80D 14H
Pet House (LVL 4) (1D)	Cannon3 (1D)	Cannon4 (4D 10H)	Cannon7 (17D)	Cannon5 (10D 10H)	Cannon6 (15D 10H)	82D 4H
Scattershot1 (19D)	Scattershot2 (19D)	Cannon4 (3D 10H)	Cannon7 (16D)	Cannon5 (9D 10H)	Cannon6 (14D 10H)	83D 4H
Scattershot1 (15D 14H)	Scattershot2 (15D 14H)	Eagle Artillery (20D)	Cannon7 (12D 14H)	Cannon5 (6D)	Cannon6 (11D)	86D 14H
Scattershot1 (9D 14H)	Scattershot2 (9D 14H)	Eagle Artillery (14D)	Cannon7 (6D 14H)	Inferno Tower1 (19D)	Cannon6 (5D)	92D 14H
Scattershot1 (4D 14H)	Scattershot2 (4D 14H)	Eagle Artillery (9D)	Cannon7 (1D 14H)	Inferno Tower1 (14D)	Inferno Tower2 (19D)	97D 14H

Scattershot1 (3D)	Scattershot2 (3D)	Eagle Artillery (7D 10H)	Inferno Tower3 (19D)	Inferno Tower1 (12D 10H)	Inferno Tower2 (17D 10H)	99D 4H
Bomb Tower1 (18D)	Bomb Tower2 (18D)	Eagle Artillery (4D 10H)	Inferno Tower3 (16D)	Inferno Tower1 (9D 10H)	Inferno Tower2 (14D 10H)	102D 4H
Bomb Tower1 (13D 14H)	Bomb Tower2 (13D 14H)	X-bow1 (19D)	Inferno Tower3 (11D 14H)	Inferno Tower1 (15D)	Inferno Tower2 (10D)	106D 14H
Bomb Tower1 (3D 14H)	Bomb Tower2 (3D 14H)	X-bow1 (9D)	Inferno Tower3 (1D 14H)	Inferno Tower1 (5D)	X-bow2 (19D)	116D 14H
Bomb Tower1 (2D)	Bomb Tower2 (2D)	X-bow1 (9D)	X-bow3 (19D)	Inferno Tower1 (3D 10H)	X-bow2 (17D 10H)	118D 4H
X-bow4 (19D)	Hidden Tesla1(18D)	X-bow1 (7D)	X-bow3 (17D)	Inferno Tower1 (1D 10H)	X-bow2 (15D 10H)	120D 4H
X-bow4 (17D 14H)	Hidden Tesla1(16D 14H)	X-bow1 (5D 14H)	X-bow3 (15D 14H)	Hidden Tesla2 (18D)	X-bow2 (14D)	121D 14H
X-bow4 (12D)	Hidden Tesla1(11D)	Hidden Tesla3 (18D)	X-bow3 (10D)	Hidden Tesla2 (12D 10H)	X-bow2 (8D 10H)	127D 4H
X-bow4 (3D 14H)	Hidden Tesla1(2D 14H)	Hidden Tesla3 (9D 10H)	X-bow3 (1D 14H)	Hidden Tesla2 (3D)	Hidden Tesla4 (18D)	135D 14H
Wizard Tower3 (18D)	Wizard Tower1(17D)	Hidden Tesla3 (5D 20H)	Hidden Tesla5 (16D)	Wizard Tower2 (17D 10H)	Hidden Tesla4 (14D 10)	139D 4H

Tabel 3.4 Proses *Upgrade* Bangunan

Karena terbatasnya kapasitas dari makalah, maka perhitungan yang tersisa dilakukan di tempat lain dan diperoleh hasil bahwa total waktu yang diperlukan adalah 210D 4H.

IV. KESIMPULAN

Sebagai kesimpulan, untuk pemain yang tidak mengeluarkan uang dalam memainkan Clash of Clans akan memerlukan waktu yang cukup lama untuk dapat mencapai level maksimal yang ada yaitu sekitar 210 hari dan 4 jam dengan asumsi bahwa pemanfaatan Builder yang ada dilakukan semaksimal mungkin. Namun tentulah banyak faktor lain yang dapat merubah hasil perhitungan yang telah diperoleh.

Hasil yang diperoleh dari Algoritma Greedy merupakan batas atas dari waktu yang dibutuhkan. Pada prakteknya terdapat banyak alat bantu yang disediakan dalam game Clash of Clans untuk membantu pemain mempersingkat waktu dalam melakukan *upgrade*.

LINK VIDEO YOUTUBE

https://youtu.be/zYD_ptP8PY

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan makalah ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Rinaldi Munir M.T. selaku dosen mata kuliah IF2211 Strategi Algoritma yang telah menyediakan bahan ajar melalui web sehingga materi dapat dicari dengan lebih mudah. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada keluarga dan teman-teman yang telah mendukung dan membantu dalam proses penulisan makalah ini.

REFERENSI

- [1] [https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Stmik/2020-2021/Algoritma-Greedy-\(2021\)-Bag1.pdf](https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Stmik/2020-2021/Algoritma-Greedy-(2021)-Bag1.pdf)
- [2] [https://gamingonphone.com/esports/clash-of-clans-world-championship-coecw-2022/K. Elissa, "Title of paper if known," unpublished.](https://gamingonphone.com/esports/clash-of-clans-world-championship-coecw-2022/K. Elissa,)
- [3] <https://clashofclans.fandom.com/wiki/>

[4] <https://www.newforestsafari.com/town-hall-14-max-levels-list/>

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, 20 Mei 2022



Louis Yanggara 13520063