

# Penerapan Greedy Best First Search Pada Pergerakan Unit Di Game Starcraft II

Moses Ananta - 13519076

Program Studi Teknik Informatika  
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika  
Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesha 10 Bandung  
E-mail (gmail): 13519076@std.stei.itb.ac.id

**Abstract**—Gerakan merupakan salah satu faktor penting dalam kehidupan dan untuk menyelesaikan masalah. Hal itu pun nyata baik di dunia nyata atau pun di dalam permainan baik. Untuk dapat memenangkan suatu pertandingan dalam suatu permainan di mana satu pemain akan diadu dengan pemain yang lain atau lawan tertentu. Pemain yang memiliki efisiensi terbaik dalam mengerjakan suatu Goal yang disediakan permainan akan memenangkan permainan dan hal tersebut pun nyata dalam permainan Starcraft II di mana letak unit yang dikendalikan dapat menentukan peluang kemenangan pemain. Oleh karena itu pergerakan unit harus dilakukan seefisien mungkin, karena unit yang tepat pada saat yang tepat di tempat yang tempat dapat memutarbalikan situasi permainan yang ada. Makalah ini akan membahas penerapan Greedy Best First Search untuk mencari rute pergerakan unit yang paling efisien sehingga meminimalkan waktu yang dibutuhkan untuk menempuh satu titik ke titik lain.

**Keywords**—Starcraft II; Greedy Best First Search; Route Planning;

## I. PENDAHULUAN

Bergerak merupakan esensi dasar dari setiap makhluk hidup. Bahkan pada saat masih bayi, gerakan dan cara bergerak merupakan suatu hal yang diajarkan oleh banyak orang tua. Hal ini merupakan hal yang penting dikarenakan untuk menyelesaikan semua masalah, pasti dibutuhkan usaha yang dimulai dari niat untuk bergerak untuk menyelesaikan masalah tersebut.

Setelah bergerak, manusia belajar untuk berjalan. Kemudian setelah belajar, manusia belajar berlari dan untuk mencapai ke sebuah tujuan dengan lebih cepat dan lebih efisien manusia menentukan rute perjalanan yang paling dekat dengan usaha dan ongkos yang paling minimal untuk menempuh titik tujuan sehingga ketika manusia tersebut mengikuti rute yang dipilihnya, maka manusia tersebut akan dapat sampai pada titik tujuan lebih dini dibandingkan mengikuti rute yang lain.

Hal tersebut juga di dalam permainan. Di dalam permainan, pemain akan dihadapi dengan suatu permasalahan atau diadu dengan lawan dalam suatu pertandingan. Dalam menyelesaikan suatu masalah, untuk mendapatkan poin yang tertinggi pemain harus menentukan cara penyelesaian masalah yang terbaik baik

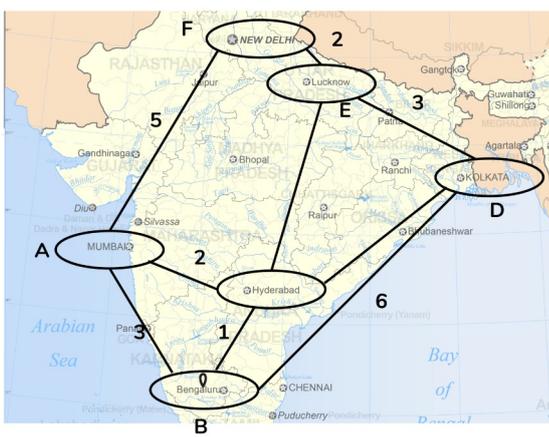
dalam segi waktu maupun segi sumberdaya ataupun segi objektif permainan yang memungkinkan pemain untuk mendapatkan poin yang tertinggi. Juga dalam suatu pertandingan, pemain akan di adu dengan pemain lain atau lawan mainnya dan pemain yang dapat menyelesaikan masalah dengan lebih efisien daripada lawannya akan memenangkan pertandingan. Contoh sederhana dapat dilihat pada pertandingan bola, dimana pemain bola yang dapat merebut bola dan menggiring bola ke gawang lawan dengan waktu yang lebih singkat dan usaha yang minimal pasti memiliki peluang menang yang lebih tinggi dibandingkan lawannya.

Waktu menjadi faktor penting yang perlu diperhitungkan ketika kita mengerjakan pekerjaan yang kritis yang jika dikerjakan terlambat sedikit pun akan mempengaruhi kinerja kerja orang atau sistem lainnya atau dalam pertandingan akan mempengaruhi peluang kemenangan pemain. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meminimumkan penggunaan waktu kita dalam mengerjakan suatu pekerjaan tertentu adalah meminimumkan jarak dan usaha yang perlu kita tempuh dengan mencari rute yang paling efisien dari titik awal dengan titik tujuan dan makalah ini dibuat untuk membahas penerapan dari Greedy Best First Search dalam permainan digital Starcraft II untuk mencari rute pergerakan pasukan yang paling pendek dari satu titik ke titik lainnya.

## II. TEORI DASAR

### A. Penentuan Rute

Penentuan rute merupakan suatu upaya untuk memilih suatu rute perjalanan dari titik awal ke titik tujuan dengan mempertimbangkan waktu dan biasanya ongkos yang diperlukan untuk bisa sampai ke titik tujuan sehingga waktu dan ongkos yang dibutuhkan bisa seminimum mungkin. Persoalan penentuan rute biasanya dimodelkan dengan bentuk graf di mana simpul menunjukkan titik-titik yang dapat dituju dan sisi menandakan keterhubungan antara satu titik dan titik lainnya. Biasanya pada sisi diberikan suatu angka yang merepresentasikan jarak antara satu simpul dengan simpul yang lain.



Gambar 2.1. Contoh Representasi Graf Pada Peta[1]

dapat dilihat bahwa dari peta di atas terdapat simpul-simpul yang dapat dilalui yaitu New Delhi, Mumbai, Bengaluru, Hyderabad, Lucknow, dan Kolkata dan sisi yang menunjukkan keterhubungan antar simpul tersebut. Terdapat juga angka yang terdapat pada setiap sisi yang digunakan untuk menunjukkan jarak yang harus ditempuh dari simpul yang satu dan simpul yang lain, contohnya simpul New Delhi dan simpul Mumbai memiliki jarak 5 satuan sehingga jika misalnya ingin dicari rute paling efisien dari simpul New Delhi ke simpul Bengaluru maka didapati bahwa rute paling efisien adalah New Delhi-Lucknow-Hyderabad-Bengaluru yang memiliki total jarak yang harus ditempuh adalah 5 satuan. Rute ini lebih efisien daripada rute New Delhi-Mumbai-Bengaluru ataupun rute lainnya, karena misal diambil rute New Delhi-Mumbai-Bengaluru maka total jarak yang harus ditempuh yaitu 8 satuan melebihi total jarak dari rute New Delhi-Lucknow-Hyderabad-Bengaluru yaitu 5 satuan. Hal ini pun nyata bagi rute lainnya.

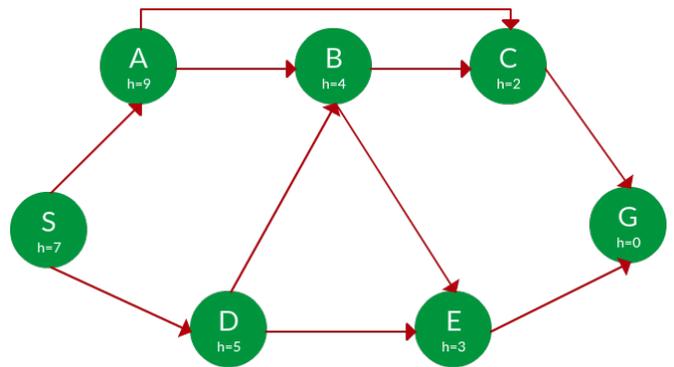
Untuk melakukan penentuan rute, terdapat beberapa algoritma yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Salah satu dari algoritma tersebut adalah Greedy Best First Search.

**B. Greedy Best First Search**

Best First Search merupakan sebuah algoritma pencarian rute. Teknik pencarian dalam Best First Search adalah dengan pertama-tama membuat pohon ruang status yang merupakan pohon untuk merepresentasikan proses pencarian yang sedang berlangsung. Simpul akar pada pohon ruang status akan diisi dengan simpul awal yang merupakan titik awal pada rute dan tujuan dari pencarian ini adalah dengan membangkitkan simpul-simpul yang merupakan anak dari simpul akar yaitu simpul-simpul yang bertetangga dengan simpul awal atau simpul yang sedang diproses sampai ditemukan simpul daun yang adalah simpul tujuan atau semua simpul pada graf sudah diproses atau dibangkitkan yang berarti tidak ditemukan rute dari simpul awal ke simpul tujuan.

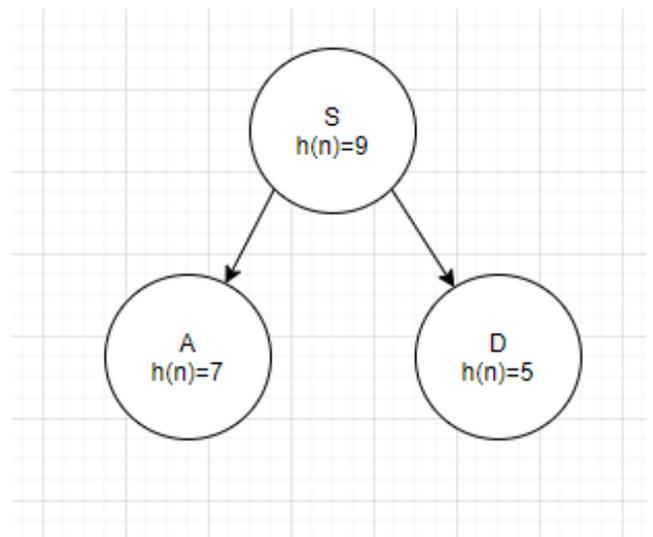
Pembangkitan simpul pada pohon ruang status biasanya mengandalkan metode heuristik dan dengan menggunakan teknik Greedy pada Best First Search maka akan dibangkitkan

simpul yang memiliki nilai hasil analisis heuristik terendah untuk mendapatkan nilai total jarak paling rendah. Sebagai contoh dapat dilihat dari gambar berikut,



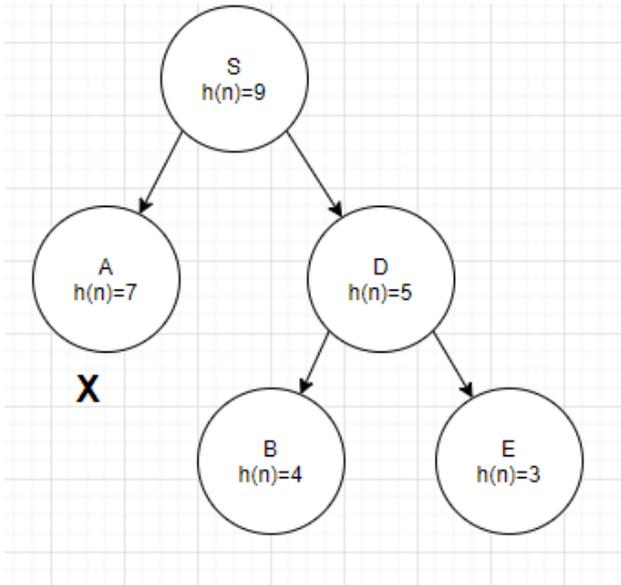
Gambar 2.2 Graf berarah dengan nilai heuristik [2]

bahwa misal akan dicari jarak terpendek antara simpul S dengan simpul G. Dengan menggunakan algoritma Greedy Best First Search dengan teknik heuristik yaitu jumlah simpul minimum untuk sampai ke titik tujuan, akan dibuat terlebih dahulu pohon ruang statusnya dengan simpul S sebagai simpul akar, kemudian setelah mengembangkan simpul S



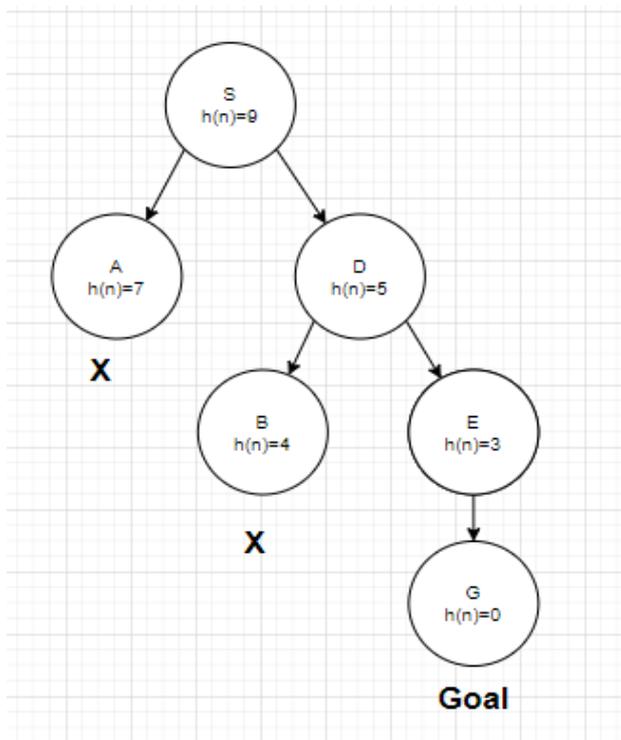
Gambar 2.3 Pohon Ruang Status hasil pengembangan simpul akar S

akan dipilih simpul yang akan dibangkitkan selanjutnya yaitu simpul dengan nilai heuristik terendah yaitu simpul D dengan nilai heuristik  $h(n) = 5$  yang lebih kecil daripada nilai heuristik A yaitu 7.



Gambar 2.4 Pohon Ruang Status hasil pengembangan simpul akar D

Kemudian setelah itu, proses pembangkitan akan diulang sampai ditemui simpul tujuan yaitu simpul G sehingga didapat pohon ruang status terakhirnya sebagai berikut dengan rute yang diperoleh yaitu S-D-E-G



Gambar 2.5 Pohon Ruang Status akhir

### C. Starcraft II

Starcraft II adalah sebuah permainan digital yang dirilis oleh perusahaan Blizzard Entertainment pada tanggal 27 Juli 2010.



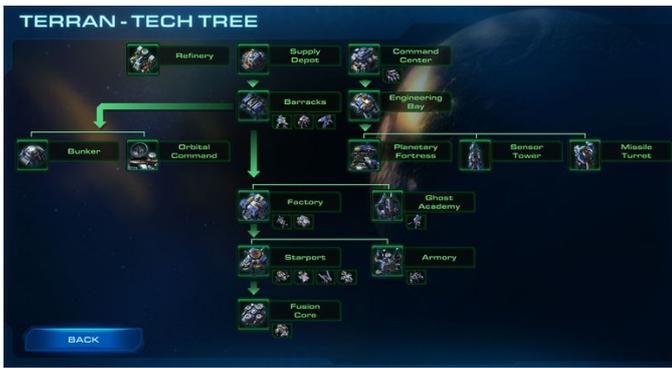
Gambar 2.6 Cover logo permainan Starcraft II [3]

Permainan ini merupakan permainan RTS (Real-Time Strategy) dimana pemain diberikan beberapa unit atau pasukan dan bangunan untuk dikendalikan. Unit yang dikendalikan dapat dibagi menjadi 2 berdasarkan peruntukannya yaitu unit yang diperuntukan untuk mengambil atau menambang sumber daya dan juga dapat membangun bangunan dan unit yang diperuntukan untuk bertempur. Adapun jika unit-unit tersebut dibagi menjadi dua yaitu berdasarkan jalur yang dapat diambilnya, maka unit tersebut dapat dibagi menjadi dua yaitu unit yang bergerak melalui jalur darat dan unit yang dapat terbang.



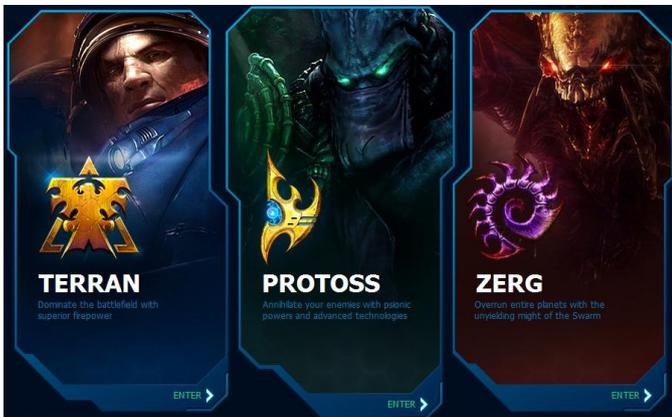
Gambar 2.7 Cover logo permainan Starcraft II [4]

Bangunan yang dapat dibangun pun memiliki fungsinya sendiri yaitu ada yang digunakan untuk memproduksi pasukan, ada yang digunakan untuk melakukan pembaharuan atau upgrade untuk menambah kekuatan pasukan, ada yang digunakan sebagai alat pertahanan markas, dan lain-lainnya.



Gambar 2.8 Cover logo permainan Starcraft II [5]

Selain daripada itu, Starcraft II membuka pilihan bagi pemain untuk memilih salah satu dari 3 Race atau ras yang disediakan oleh permainan untuk dimainkan. Setiap Race di Starcraft 2 memiliki keunikan baik dari unit dan bangunan yang disediakan juga mekanisme memainkannya. 3 Race yang disediakan oleh Starcraft II adalah Terran, Zerg, dan Protoss



Gambar 2.9. 3 Race yang dapat dimainkan di dalam permainan Starcraft II [6]

dan meskipun ketiga race tersebut memiliki cara bermain yang berbeda, tetapi ketiga race tersebut memiliki mekanisme inti yang sama yaitu terdapat unit yang dapat mengambil sumber daya dan membuat bangunan, terdapat unit untuk bertempur, dan terdapat bangunan untuk memproduksi unit-unit tersebut dan bangunan yang menyediakan upgrade untuk menguatkan unit-unit tersebut. Mekanisme permainan ini akan digunakan pemain saat pemain mengendalikan unit dan bangunan yang diberikan ataupun yang dibuat pemain untuk memenangkan permainan dengan cara menghancurkan unit dan bangunan lawan dan untuk itu maka pemain perlu dengan efisien menggunakan waktu dan sumberdaya yang diberikan untuk memproduksi bangunan juga unit yang tepat sekaligus mengatur ke mana unit tersebut harus pergi untuk dapat memenangkan permainan. Persoalan ke mana unit tersebut harus pergi pun merupakan sesuatu yang krusial dikarenakan unit yang tepat di waktu yang tepat dan di tempat yang tepat dapat menentukan kemenangan pemain dan memutarbalikan peluang kemenangan lawan. Oleh karena itu, pergerakan dan juga rute yang diambil oleh unit harus diperhitungkan ketika

pemain sedang mengendalikan unitnya untuk memastikan kemenangan pemain.

### III. BATASAN MASALAH

Dalam pembahasan masalah pada makalah ini, penerapan juga pengujian yang akan dilakukan akan dibatasi oleh beberapa batasan masalah. Batasan masalah ini dilakukan untuk menyederhanakan penyelesaian masalah menjadi lebih singkat dan lebih mudah dipahami. Batasan yang akan diterapkan adalah sebagai berikut yaitu

#### A. Pengambilan dan Pemodelan Peta

Algoritma Greedy Best First Search yang digunakan pada makalah ini akan diuji menggunakan salah satu peta yang terdapat pada Starcraft II yang kemudian ditransformasikan atau dimodelkan ke dalam bentuk CLInya (Command Line Interface). Adapun Model peta yang dibentuk hanya akan menyertakan titik-titik yang dapat dilalui oleh unit dan tidak mencakup sumberdaya maupun bangunan khusus yang disediakan oleh peta kepada pemain.

### IV. IDE DAN ANALISIS PENYELESAIAN MASALAH

Oleh karena Starcraft II merupakan permainan RTS (Real-Time Strategy) maka diperlukan waktu yang cepat untuk mengambil suatu keputusan. Maka dari itu digunakanlah Algoritma Greedy Best First Search untuk menyelesaikan permasalahan rute pada permainan Starcraft II karena Algoritma ini dapat mencari rute tercepat dengan waktu yang efisien karena tidak perlu memperhitungkan semua kemungkinan rute yang ada dan tidak perlu melakukan backtracking jika rute yang sudah ditempuh sekarang dinilai kurang efisien.

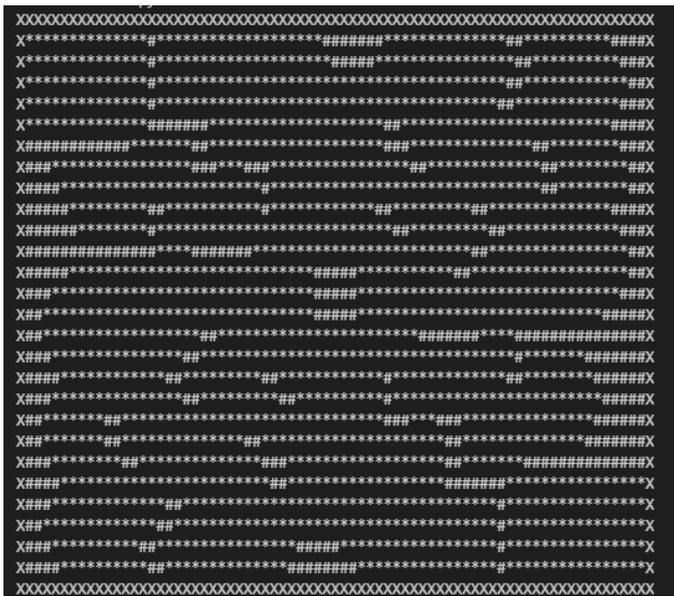
#### A. Pemodelan Masalah

Untuk menerapkan juga menguji permasalahan dengan algoritma tersebut, maka pertama-tama diperlukan sebuah peta untuk mengujinya. Peta yang akan diambil dari Starcraft II adalah Abiogenesis LE dengan gambar peta sebagai berikut,



Gambar 4.1 Peta Abiogenesis LE dari Starcraft II [7]

setelah memilih peta akan terlebih dahulu dimodelkan peta tersebut ke dalam bentuk CLInya (Command Line Interface), sebagai berikut,



Gambar 4.2 Pemodelan peta ke dalam bentuk CLI

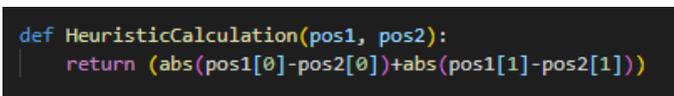
karakter- karakter yang ada pada model peta adalah “\*” yang menandakan jalur yang dapat dilalui oleh jalur darat dan udara, karakter “#” yang hanya bisa dilalui oleh jalur udara, dan “X” yang tidak bisa dilewati oleh jalur udara ataupun darat

### B. Implementasi

Untuk dapat menerapkan algoritma Greedy Best First Search akan terlebih dahulu ditentukan fungsi heuristik untuk menentukan bobot dari setiap simpul. Dikarenakan gerakan dari unit pemain hanya dapat bergerak dengan 4 gerakan yaitu ke atas, ke bawah, ke kiri, dan ke kanan, maka fungsi heuristik yang paling sesuai untuk digunakan pada kasus ini adalah Manhattan Distance dengan rumus,

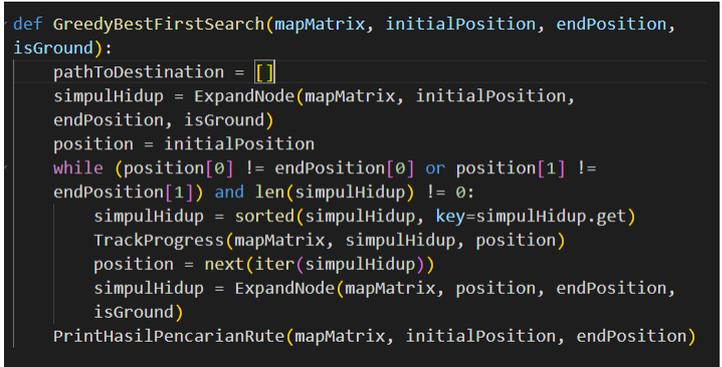
$$h(n) = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2| \quad (1)$$

Setelah model peta berhasil dimasukan ke dalam program dan setelah ditentukan fungsi heuristik yang akan digunakan, akan diimplementasikan algoritma Greedy Best First Search menggunakan bahasa pemrograman python sebagai berikut,



Gambar 4.3. Kode untuk perhitungan heuristik

untuk mencari nilai heuristik untuk simpul yang sedang dikembangkan,



Gambar 4.4 Kode untuk Greedy Best First Search

sebagai prosedur untuk mencari rute terpendek antara dua titik pada peta. Perhatikan bahwa prosedur GreedyBestFirstSearch menerima parameter input berupa mapMatrix yaitu peta di mana akan dijalkannya permainan, initialPosition yaitu posisi unit pada peta, endPosition yaitu posisi titik tujuan yang akan dituju, dan isGround untuk menentukan apakah unit yang sedang dikendalikan tersebut merupakan unit yang hanya bergerak melalui jalur darat atau jalur udara.

Terdapat beberapa fungsi dan prosedur pembantu yang digunakan pada prosedur ini yaitu, ExpandNode yang digunakan untuk mengembangkan simpul yang sedang diproses untuk kemudian dicari nilai heuristiknya, kemudian adapula TrackProgress untuk menandai jalur unit yang diambil, dan PrintHasilPencarianRute untuk mengembalikan output ke layar berupa peta yang sudah ditandai jalur pengambilan rute yang diambil oleh unit tersebut.

Dalam penerapan algoritma greedy, akan diperiksa terlebih dahulu apakah posisi awal yang diberikan merupakan posisi yang sama dengan posisi tujuan. Jika terbukti sama maka program hanya akan menampilkan peta tanpa menunjukan jalur pencarian rute. Jika tidak, maka setelah dikembangkan simpul awal dan didapati simpul-simpul tetangga yang dapat dilalui dan ditentukan nilai heuristiknya, akan dilakukan sorting berdasarkan nilai heuristiknya dari yang terendah ke terbesar dan kemudian dipilih simpul pertama dari hasil sorting tersebut yaitu simpul yang memiliki nilai heuristik terendah dan dari simpul tersebut akan dikembangkan lagi simpul-simpul lainnya yang bertetangga dengan simpul tersebut hingga simpul yang sedang dikembangkan sekarang merupakan simpul tujuan atau tidak adalah simpul untuk dikembangkan yang menyatakan bahwa jalur tidak dapat ditemukan.

### C. Hasil Penerapan Solusi

Untuk menguji keberjalanan algoritma akan dimasukan dulu peta pengujian yang sudah ditentukan terlebih dahulu sebelumnya yaitu model peta dari peta Abiogenesis LE, posisi awal, dan posisi akhirnya. Pengujian akan dilakukan menggunakan nilai dan peta yang sama pada dua kasus yaitu kasus untuk unit yang berjalan di darat dan unit yang dapat terbang. Parameter pengujian dimasukkan sebagai berikut,



## VIII. REFERENSI

- [1] InterviewBit (n.d.). Dijkstra Algorithm. [online] InterviewBit. Available at: <https://www.interviewbit.com/tutorial/dijkstra-algorithm/> [Accessed 11 May 2021].
- [2] GeeksforGeeks. (2019). Search Algorithms in AI - GeeksforGeeks. [online] Available at: <https://www.geeksforgeeks.org/search-algorithms-in-ai/>.
- [3] news.blizzard.com. (n.d.). StarCraft II Update - October 15, 2020. [online] Available at: <https://news.blizzard.com/en-us/starcraft2/23544726/starcraft-ii-update-october-15-2020> [Accessed 11 May 2021].
- [4] RaiderTheRaven (2020). Starcraft War Chest Skin Reviews! Terran Units! What do you all think of them? [online] Available at: [https://www.reddit.com/r/starcraft/comments/ikdzxn/starcraft\\_war\\_chest\\_skin\\_reviews\\_terranean\\_units/](https://www.reddit.com/r/starcraft/comments/ikdzxn/starcraft_war_chest_skin_reviews_terranean_units/) [Accessed 11 May 2021].
- [5] Liquipedia StarCraft 2 Wiki. (n.d.). Terran Units (Legacy of the Void). [online] Available at: [https://liquipedia.net/starcraft2/Terran\\_Units\\_\(Legacy\\_of\\_the\\_Void\)](https://liquipedia.net/starcraft2/Terran_Units_(Legacy_of_the_Void)) [Accessed 11 May 2021].
- [6] Pinterest. (n.d.). #starcraft races | Starcraft, Stars craft, Image. [online] Available at: <https://www.pinterest.ph/pin/533324780865489930/> [Accessed 11 May 2021].
- [7] liquipedia.net. (n.d.). Abiogenesis LE - Liquipedia - The StarCraft II Encyclopedia. [online] Available at:

[https://liquipedia.net/starcraft2/Abiogenesis\\_LE](https://liquipedia.net/starcraft2/Abiogenesis_LE) [Accessed 11 May 2021].

- [8] Stanford.edu. (2019). Heuristics. [online] Available at: <http://theory.stanford.edu/~amitp/GameProgramming/Heuristics.html>.

## 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, 11 Mei 2021  
Moses Ananta - 13519076

