

Penerapan Strategi Decrease and Conquer untuk Mendapatkan Nilai Optimum pada Geoguessr Battle Royale Distance

Jauhar Wibisono, 13519160 (*Author*)
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesha 10 Bandung
E-mail (gmail): jauhar.wibisono@gmail.com

Abstrak—Geoguessr adalah gim tebak-tebakan geografi yang memiliki mode Battle Royale Distance. Di mode ini, pemain-pemain bersaing menebak koordinat tempat yang ditunjukkan oleh street view. Semakin kecil jarak antara titik tebakan pemain dengan titik sebenarnya, semakin tinggi nilai pemain tersebut. Makalah ini membahas tentang penerapan algoritme pencarian berbasis *decrease and conquer* untuk mendapatkan nilai optimum pada Geoguessr Battle Royale Distance. Didapatkan strategi yang cukup bagus untuk digunakan sebagai subrutin dalam bermain Geoguessr Battle Royale Distance. Penurunan, langkah-langkah, dan analisis strategi tersebut dijelaskan secara rinci.

Kata Kunci—*decrease and conquer*, *ternary search*, *geoguessr*, *searching*, *tebak-tebakan*

I. PENDAHULUAN

Geoguessr adalah gim tebak-tebakan geografi berbasis web yang didesain oleh seorang konsultan teknologi asal Swedia bernama Anton Wallén dan dirilis pada 9 Mei 2013. Di gim ini pemain diberikan *street view* sebuah tempat di dunia dan diminta untuk menebak koordinat atau titik tempat yang ditunjukkan *street view* tersebut.



Fig. 1. Tampilan gim Geoguessr, diambil dari [3]

Geoguessr memiliki banyak mode permainan, salah satunya adalah Battle Royale Distance. Di mode tersebut pemain bersaing menebak koordinat tempat yang ditunjukkan sebuah *street view*. Pemain diberikan beberapa kesempatan untuk

memilih titik tebakan. Nilai pemain diambil dari jarak titik pilihannya ke titik jawaban. Semakin kecil nilai seorang pemain, semakin tinggi peringkatnya dibandingkan pemain lain. Setelah menebak, pemain diberikan umpan balik oleh gim berupa peringkat dan selisih nilainya dengan pemain yang berada tepat di atas atau bawahnya di papan peringkat. Apabila masih memiliki kesempatan menebak, pemain dapat menggunakan informasi dari umpan balik tersebut untuk mengoptimalkan tebakan berikutnya.

Algoritme pencarian berbasis strategi *decrease and conquer* seperti *binary search* atau *ternary search* biasa digunakan untuk memainkan permainan tebak-tebakan dengan umpan balik. Makalah ini membahas tentang penerapan salah satu algoritme pencarian berbasis strategi *decrease and conquer* yaitu *ternary search*, untuk untuk mendapatkan nilai optimum di mode Battle Royale Distance gim Geoguessr.

II. LANDASAN TEORI

A. Decrease and Conquer

Decrease and conquer adalah salah satu metode perancangan algoritme. Dalam algoritme *decrease and conquer*, terdapat dua tahap: *decrease* dan *conquer*. Pada tahap *decrease*, persoalan dibagi menjadi dua atau lebih upapersoalan atau *subproblem*. Lalu, pada tahap *conquer*, satu upapersoalan diproses lebih lanjut secara rekursif sedangkan upapersoalan lainnya disingkirkan. Karena hanya satu upapersoalan yang diproses lebih lanjut, algoritme *decrease and conquer* dapat dikatakan mereduksi persoalan pada setiap iterasi atau rekursinya.

Algoritme *decrease and conquer* dibagi menjadi tiga varian berdasarkan caranya mereduksi persoalan. Tiga varian tersebut adalah sebagai berikut.

1. Decrease by a constant

Dalam varian ini, ukuran persoalan direduksi sebesar suatu konstanta pada setiap iterasi/rekursi algoritme. Contoh algoritme yang termasuk varian ini adalah *selection sort* dan *insertion sort*.

2. *Decrease by a constant factor*

Dalam varian ini, ukuran persoalan direduksi sebesar faktor konstanta pada setiap iterasi/rekursi algoritme. Dengan kata lain, ukuran setiap persoalan adalah k kali lipat persoalan sebelumnya untuk suatu bilangan k . Contoh algoritme yang termasuk varian ini adalah *binary search* dan *ternary search*.

3. *Decrease by a variable size*

Dalam varian ini, ukuran persoalan direduksi sebesar variabel yang nilainya berubah-ubah. Contoh algoritme yang termasuk varian ini adalah *interpolation search*.

B. *Ternary Search*

Ternary search adalah algoritme pencarian yang digunakan untuk mencari nilai ekstrim (maksimum atau minimum) suatu fungsi pada interval tertentu. Agar *ternary search* dapat bekerja, interval pencarian harus dipilih sedemikian sehingga fungsi yang dicari nilai ekstrimnya bersifat *unimodal* dalam interval tersebut. Fungsi bersifat *unimodal* dalam suatu interval apabila memenuhi salah satu dari dua syarat berikut.

1. Fungsi tersebut monoton turun, mencapai nilai minimum, lalu monoton naik. Dengan kata lain, fungsi tersebut hanya memiliki satu minimum lokal.
2. Fungsi tersebut monoton naik, mencapai nilai maksimum, lalu monoton turun. Dengan kata lain, fungsi tersebut hanya memiliki satu maksimum lokal.

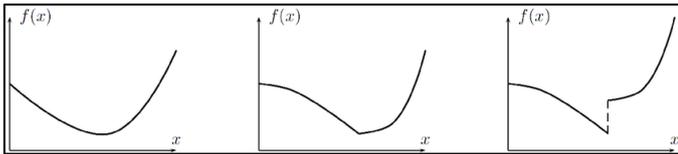


Fig. 2. Contoh-contoh fungsi unimodal, diambil dari [2]

Cara kerja *ternary search* adalah seperti berikut. Misalkan diketahui fungsi f hanya memiliki satu maksimum lokal pada interval $[l, r]$ (sehingga f bersifat unimodal pada interval $[l, r]$) dan nilai maksimum fungsi f pada interval $[l, r]$ ingin dicari. Pertama, dua bilangan a dan b dipilih sehingga $l < a < b < r$. Lalu, nilai $f(a)$ dan $f(b)$ dibandingkan. Terdapat tiga kemungkinan hasil perbandingan $f(a)$ dan $f(b)$.

1. $f(a) < f(b)$

Apabila $f(a) < f(b)$, nilai maksimum f tidak mungkin berada pada interval $[l, a]$ karena fungsi f pasti menaik pada titik a . Dalam kasus ini, interval $[l, a]$ disingkirkan karena tidak mungkin mengandung nilai maksimum f .

2. $f(a) > f(b)$

Apabila $f(a) > f(b)$, nilai maksimum f tidak mungkin berada pada interval $[b, r]$ karena fungsi f pasti menurun pada titik b . Dalam kasus ini, interval $[b, r]$ disingkirkan karena tidak mungkin mengandung nilai maksimum f .

3. $f(a) = f(b)$

Apabila $f(a) = f(b)$, f pasti menaik atau mencapai maksimum pada titik a dan menurun atau mencapai maksimum pada titik b . Dalam kasus ini, interval $[l, a]$ dan $[b, r]$ disingkirkan karena tidak mungkin mengandung nilai maksimum f . Kasus ini juga dapat digabungkan ke salah satu dari dua kasus sebelumnya dengan hanya menyingkirkan satu interval saja.

Terlihat bahwa dalam semua kasus, interval $[l, r]$ dapat kita ganti dengan interval yang lebih kecil dengan menyingkirkan sebagian interval. Penggantian dengan interval yang lebih kecil ini dilakukan berulang kali sampai $l = r$ atau sampai selisih l dan r cukup kecil. Setelah interval $[l, r]$ yang cukup kecil didapatkan, $f(l)$ dapat dianggap sebagai nilai maksimum f . Cara di atas juga dapat digunakan untuk mencari nilai minimum fungsi yang hanya memiliki satu minimum lokal pada suatu interval.

Terdapat berbagai cara menentukan nilai a dan b untuk setiap perulangan. Cara-cara tersebut memiliki akurasi dan tingkat konvergensi yang berbeda. Salah satu cara yang umum dipakai adalah memilih a dan b sehingga interval $[l, r]$ terbagi menjadi tiga interval sama besar. Dalam kasus ini, nilai a dan b didapatkan seperti berikut.

$$a = l + \frac{r-l}{3} \tag{1}$$

$$b = r - \frac{r-l}{3} \tag{2}$$

Ternary search merupakan metode numerik, sehingga tingkat akurasinya dapat diatur. Karena pada setiap iterasi/rekursi interval direduksi menjadi $\frac{2}{3}$ kali ukuran semula, apabila interval mula-mula adalah $[l, r]$, ukuran interval (s) setelah n iterasi/rekursi dapat dituliskan seperti berikut.

$$s = \left(\frac{2}{3}\right)^n (r - l) \tag{3}$$

Semakin kecil nilai s , nilai maksimum/minimum hasil *ternary search* yang didapatkan menjadi semakin akurat. Oleh sebab itu, untuk mendapatkan akurasi yang lebih tinggi, iterasi/rekursi *ternary search* dapat ditambah. Agar galat jawaban tidak lebih besar dari s , interval akhir harus berukuran maksimal s . Banyak iterasi/rekursi (n) yang diperlukan untuk mencapai tingkat akurasi tersebut dapat dituliskan seperti berikut.

$$n = \log_{\frac{2}{3}} \left(\frac{s}{r-l}\right) \tag{4}$$

III. PEMBAHASAN

A. Deskripsi Masalah Versi Sederhana

Versi lebih sederhana dari persoalan mendapatkan nilai optimum pada mode Battle Royale Distance gim Geoguessr akan dibahas terlebih dahulu.

Terdapat sebuah bidang dan dua buah titik rahasia berbeda dengan koordinat bilangan riil pada bidang, yaitu titik target T dan titik A . Kedua titik tersebut ada di dalam persegi panjang dengan titik sudut kiri-atas berkoordinat (x_1, y_1) dan titik sudut kanan-bawah berkoordinat (x_2, y_2) . Kita dapat memilih titik tebakan berkali-kali. Nilai dari sebuah titik tebakan B dihitung dengan rumus berikut.

$$\text{nilai} = \text{jarak}(T, A) - \text{jarak}(T, B) \quad (5)$$

$\text{jarak}(A, B)$ merupakan *euclidean distance* dua titik A dan B yang dihitung dengan rumus berikut.

$$\text{jarak}(A, B) = \sqrt{(A_x - B_x)^2 + (A_y - B_y)^2} \quad (6)$$

A_x adalah komponen absis titik A , sedangkan A_y adalah komponen ordinat titik A . Setiap kali memilih titik tebakan, kita diberikan nilai dari titik tebakan tersebut. Tujuan kita adalah memaksimalkan nilai titik tebakan.

B. Strategi Mendapatkan Nilai Maksimum pada Masalah Versi Sederhana

Pertama, dapat diamati bahwa semakin dekat titik tebakan ke titik target, nilai yang didapatkan semakin besar. Nilai maksimum didapatkan ketika koordinat titik tebakan sama dengan titik target. Oleh sebab itu, tujuan kita adalah mencari koordinat titik target. Dapat diamati juga bahwa pencarian komponen absis dan komponen ordinat titik target dapat ditangani secara terpisah karena kedua komponen tersebut tidak saling mempengaruhi.

Untuk mencari komponen absis titik target, nilai komponen ordinat titik tebakan dibuat konstan terlebih dahulu sehingga rumus nilai menjadi fungsi yang hanya bergantung pada komponen absis titik tebakan saja. Fungsi nilai tersebut dapat dituliskan seperti berikut.

$$f(x) = \sqrt{(T_x - A_x)^2 + (T_y - A_y)^2} - \sqrt{(T_x - x)^2 + (T_y - B_y)^2} \quad (7)$$

Fungsi tersebut mirip dengan fungsi $-\sqrt{x^2}$ yang berbentuk seperti berikut.

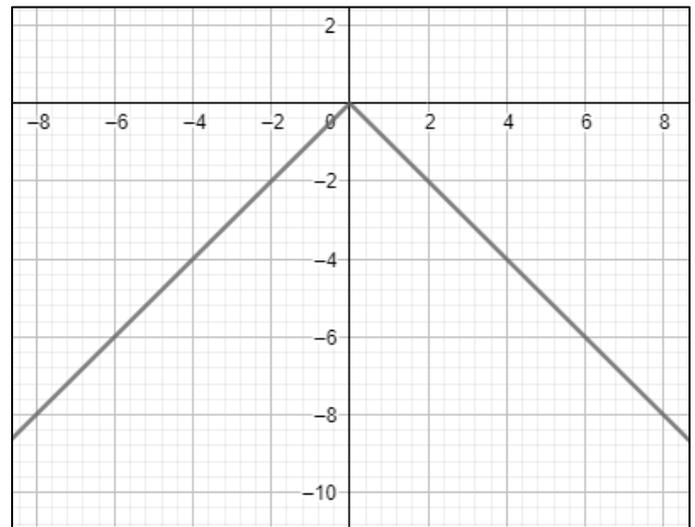


Fig. 3. Grafik $-\sqrt{x^2}$, dibuat menggunakan Geogebra

Terlihat bahwa fungsi tersebut memiliki satu maksimum global. Hal ini juga dapat ditunjukkan dengan uji turunan pertama. Turunan dari fungsi f pada (7) adalah sebagai berikut.

$$f'(x) = \frac{(T_x - x)}{\sqrt{(T_x - x)^2 + (T_y - B_y)^2}} \quad (8)$$

Fungsi $f'(x)$ tersebut tidak memiliki titik singular dan memiliki satu titik stasioner yaitu saat $x = T_x$. Selain itu, $f'(x) > 0$ ketika $x < T_x$ dan $f'(x) < 0$ ketika $x > T_x$, sehingga f menurun ketika $x < T_x$ dan f menaik ketika $x > T_x$. Dengan demikian, f memiliki satu maksimum global yaitu ketika $x = T_x$. Dapat dikatakan juga bahwa fungsi f unimodal.

Karena f bersifat unimodal, nilai maksimumnya dapat dicari dengan algoritme *ternary search*. Dengan kata lain, komponen absis titik target dapat dicari dengan algoritme *ternary search*. Langkah-langkah pencarian komponen absis titik target tersebut adalah sebagai berikut.

1. Pilih interval awal $[l, r] = [x_1, x_2]$. Interval ini dipilih karena komponen absis titik target dijamin berada pada interval ini.
2. Dapatkan dua bilangan a dan b dengan rumus pada (1) dan (2).
3. Periksa nilai $f(a)$ dan $f(b)$. Apabila $f(a) < f(b)$, ubah interval $[l, r]$ menjadi $[a, r]$. Selain itu, apabila $f(a) \geq f(b)$, ubah interval $[l, r]$ menjadi $[l, b]$.
4. Ulangi langkah 2 dan 3 sampai komponen absis titik target yang didapat dirasa cukup akurat. Banyak perulangan ini dapat dipilih sesuka hati.

Komponen ordinat titik target dapat dicari dengan cara serupa. Pertama, fungsi f diganti sehingga menerima parameter komponen ordinat titik tebakan.

$$f(y) = \sqrt{(T_x - A_x)^2 + (T_y - A_y)^2} - \sqrt{(T_x - B_x)^2 + (T_y - y)^2} \quad (9)$$

Setelah itu, langkah-langkah seperti pada pencarian komponen absis titik target dilakukan.

1. Pilih interval awal $[l, r] = [y_1, y]$. Interval ini dipilih karena komponen ordinat titik target dijamin berada pada interval ini.
2. Dapatkan dua bilangan a dan b dengan rumus pada (1) dan (2).
3. Periksa nilai $f(a)$ dan $f(b)$. Apabila $f(a) < f(b)$, ubah interval $[l, r]$ menjadi $[a, r]$. Selain itu, apabila $f(a) \geq f(b)$, ubah interval $[l, r]$ menjadi $[l, b]$.
4. Ulangi langkah 2 dan 3 sampai komponen ordinat titik target yang didapat dirasa cukup akurat. Banyak perulangan ini dapat dipilih sesuka hati.

Dengan menggabungkan hasil kedua *ternary search* berupa perkiraan komponen absis dan ordinat titik target, didapatkan perkiraan koordinat titik target. Nilai maksimum didapatkan dengan memilih koordinat titik target sebagai koordinat titik tebakan.

C. Strategi Mendapatkan Nilai Maksimum pada Mode Battle Royale Distance Gim Geoguessr

Persoalan mendapatkan nilai maksimum pada mode Battle Royale Distance gim Geoguessr sedikit berbeda dengan persoalan yang telah dibahas di atas. Oleh sebab itu, untuk mendapatkan nilai maksimum pada mode Battle Royale Distance gim Geoguessr, strategi yang telah dibahas di atas diubah sedikit. Salah satu perbedaan kedua persoalan tersebut adalah titik pada Geoguessr berada pada bumi (yang diasumsikan sebagai bola) dan menggunakan sistem koordinat bujur-lintang atau *Geographic Coordinate System (GCS)*. Selain itu, jarak antara dua titik di Geoguessr adalah panjang busur bola terpendek yang menghubungkan kedua titik tersebut. Jarak ini dapat dihitung dengan fungsi haversine^[5].

Seperti pada strategi sebelumnya, pencarian komponen bujur dan komponen lintang titik target ditangani secara terpisah. Masing-masing komponen dicari dengan memilih interval pencarian dan menjalankan algoritme *ternary search*. Perkiraan koordinat titik target didapatkan dengan menggabungkan komponen hasil pencarian. Terakhir, koordinat titik target tersebut dipilih sebagai titik tebakan untuk mendapatkan nilai maksimum.

Ketika mencari komponen bujur titik target, komponen lintang titik tebakan dibuat konstan. Hal ini menyebabkan kemungkinan titik tebakan membentuk sebuah lingkaran. Apabila jarak antara titik tebakan di sekeliling lingkaran ini dengan titik target digambar pada grafik, didapatkan grafik yang mirip dengan grafik fungsi haversine.

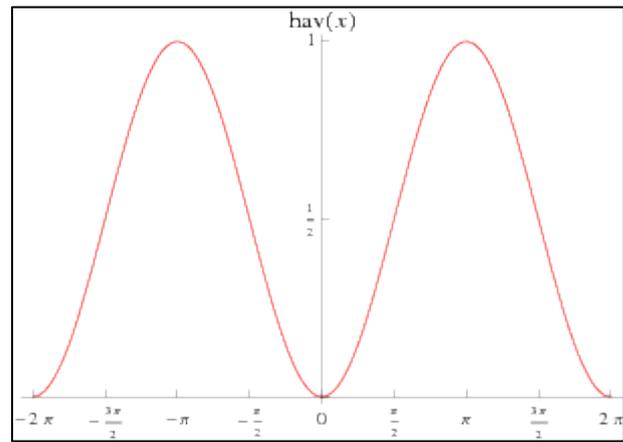


Fig. 4. Grafik Fungsi Haversine, diambil dari [5]

Dari grafik di atas terlihat bahwa jarak antara titik target dan titik tebakan bernilai maksimum ketika komponen bujur kedua titik tersebut berlawanan (berselisih 180°) dan bernilai minimum ketika komponen bujur kedua titik tersebut sama. Dengan kata lain, fungsi jarak pada persoalan ini memiliki dua jenis titik ekstrim yang berjarak 180° atau π radian satu sama lain. Grafik dan analisis serupa berlaku pada pencarian komponen lintang titik target.

Agar nilai minimum fungsi jarak bisa didapatkan, interval-interval pencarian yang dipilih untuk algoritme *ternary search* harus memenuhi dua syarat berikut.

1. Interval yang mengandung minimum global fungsi jarak hanya mengandung satu minimum lokal.
2. Gabungan dari interval-interval harus mencakup interval satu lingkaran penuh ($[0, 2\pi]$).

Dua interval pencarian sembarang yang masing-masing berukuran π radian dan saling lepas memenuhi dua syarat di atas. Karena kedua jenis titik ekstrim berjarak π radian satu sama lain, tidak mungkin ada dua titik ekstrim pada salah satu dari dua interval tersebut, sehingga interval yang mengandung minimum global hanya memiliki satu minimum lokal. Selain itu, gabungan dari dua interval tersebut mencakup interval satu lingkaran penuh. Perhatikan bahwa nilai yang diberikan geoguessr berbanding terbalik dengan hasil fungsi jarak sehingga mencari jarak minimum sama dengan mencari nilai maksimum.

Berdasarkan uraian di atas, langkah-langkah pencarian komponen bujur titik target adalah sebagai berikut. (catatan: titik (a, b) di langkah-langkah ini berarti titik dengan bujur a dan ordinat b)

1. Bagi peta dunia secara vertikal menjadi dua bagian sama besar. Hasil pembagian ini adalah dua interval berukuran π radian yang saling lepas.
2. Pilih salah satu interval hasil pembagian sebagai interval $[l, r]$, Lakukan *ternary search* pada interval ini.
 - a. Dapatkan dua bilangan a dan b dengan rumus pada (1) dan (2).

- b. Tebak dua titik $(a, 0)$ dan $(b, 0)$ di Geoguessr. Di sini konstanta 0 dipilih sebagai komponen lintang titik tebakan. Misalkan nilai hasil kedua tebakan tersebut $f(a)$ dan $f(b)$.
 - c. Bandingkan nilai $f(a)$ dan $f(b)$. Apabila $f(a) < f(b)$, ubah interval $[l, r]$ menjadi $[a, r]$. Selain itu, apabila $f(a) \geq f(b)$, ubah interval $[l, r]$ menjadi $[l, b]$.
 - d. Ulangi langkah a-c sampai hasil yang didapat dirasa cukup akurat.
3. Lakukan *ternary search* (langkah a-b) untuk interval yang lain.
 4. Ambil nilai terkecil dari dua hasil *ternary search* sebagai komponen bujur titik tebakan.

Komponen lintang titik target dapat dicari dengan cara yang serupa dengan cara mencari komponen bujur titik target di atas. Setelah komponen bujur dan lintang didapatkan, kedua komponen tersebut dapat digabungkan untuk mendapatkan koordinat titik target. Nilai maksimum didapatkan dengan memilih koordinat titik target sebagai koordinat titik tebakan.

D. Analisis Strategi

Kelebihan strategi ini adalah hanya memerlukan informasi berupa nilai umpan balik yang diberikan Geoguessr. Pemain tidak perlu melihat dan menganalisis informasi geografis dari *street view* yang diberikan Geoguessr untuk melakukan strategi ini. Oleh sebab itu, strategi ini bagus dilakukan ketika *street view* yang diberikan Geoguessr “sulit” atau tidak terlalu membantu.

Kelebihan lain strategi ini adalah tingkat akurasi dapat ditambah dengan menambah banyaknya tebakan. Oleh sebab itu, strategi ini bagus dilakukan ketika persaingan dengan pemain lain ketat.

Kekurangan strategi ini adalah memerlukan banyak tebakan. Dalam ronde dengan *street view* yang mudah dan bagus, pemain-pemain Geoguessr sering berhasil menebak titik dengan jarak kurang dari 50 kilometer dari titik target. Untuk mendapatkan tingkat akurasi tersebut, strategi ini memerlukan sekitar 30 tebakan (dihitung dengan (4)). Karena banyak tebakan dan waktu tebakan di Geoguessr terbatas, penggunaan strategi ini menjadi sulit.

Strategi ini dapat diperbaiki dengan memilih interval yang lebih kecil untuk pencarian *ternary search*. Dengan memilih interval yang lebih kecil, banyak tebakan yang dibutuhkan untuk mencapai tingkat akurasi tinggi semakin sedikit. Cara ini dapat digunakan apabila daerah tempat titik target dapat diperkirakan. Dengan demikian, strategi ini masih dapat menjadi subrutin yang bagus dalam bermain mode Battle Royale Distance gim Geoguessr.

IV. KESIMPULAN

Dari pembahasan didapatkan strategi mendapatkan nilai maksimum di mode Battle Royale Distance gim Geoguessr. Garis besar strategi tersebut adalah seperti berikut.

1. Bagi peta dunia menjadi dua bagian sama besar secara vertikal.
2. Tetapkan komponen lintang titik tebakan sebagai konstanta, lalu lakukan *ternary search* pada kedua bagian tersebut untuk mencari nilai maksimum. Ambil komponen bujur yang memaksimalkan nilai sebagai komponen bujur titik target.
3. Bagi peta dunia menjadi dua bagian sama besar secara horizontal.
4. Tetapkan komponen bujur titik tebakan sebagai konstanta, lalu lakukan *ternary search* pada kedua bagian tersebut untuk mencari nilai maksimum. Ambil komponen lintang yang memaksimalkan nilai sebagai komponen lintang titik target.
5. Gunakan komponen bujur dan lintang titik target yang didapatkan untuk mendapatkan nilai maksimum.

Strategi tersebut memiliki kelebihan antara lain tidak memerlukan informasi geografis dan tingkat akurasi dapat ditambah dengan mudah. Di sisi lain, kekurangan strategi tersebut adalah memerlukan banyak tebakan untuk mencapai tingkat akurasi yang cukup tinggi. Strategi ini paling bagus digunakan ketika *street view* yang diberikan Geoguessr sulit ditebak dan ketika persaingan dengan pemain lain ketat. Selain itu, apabila daerah tempat titik target dapat diperkirakan, interval pencarian dapat diperkecil untuk meningkatkan efisiensi strategi.

Makalah ini dapat dikembangkan dengan menambahkan pengujian strategi di permainan mode Battle Royale Distance gim Geoguessr. Selain itu, strategi dengan algoritme pencarian berbasis *decrease and conquer* lain seperti golden section search atau fibonacci search juga dapat dibahas.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa,
2. orang tua penulis,
3. Bapak dan Ibu dosen pengampu mata kuliah Strategi Algoritma IF2211,
4. asisten mata kuliah Strategi Algoritma IF2211,
5. teman-teman penulis, dan
6. pihak-pihak lain

yang telah mendukung penulis selama pembelajaran dan proses penulisan makalah ini.

REFERENSI

- [1] R. Munir, 'Homepage Rinaldi Munir'. <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/>. [Diakses 9 Mei 2021]
- [2] researchgate.net, 'Fig2: Examples of unimodal functions', https://www.researchgate.net/figure/Examples-of-unimodal-functions_fig2_330369094 [diakses 9 Mei 2021]
- [3] twitter.com, <https://twitter.com/mapillary/status/1167348822361726976> [diakses 9 Mei 2021]
- [4] cp-algorithms.com, 'Ternary Search', https://cp-algorithms.com/num_methods/ternary_search.html [Diakses 9 Mei 2021]
- [5] mathworld.wolfram.com, 'Haversine', <https://mathworld.wolfram.com/Haversine.html> [Diakses 9 Mei 2021]

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.

Yogyakarta, 9 Mei 2021



Jauhar Wibisono, 13519160