

Penggunaan Algoritma Greedy untuk menyelesaikan Permainan Othello

Annisa Muzdalifa - 13515090

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

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

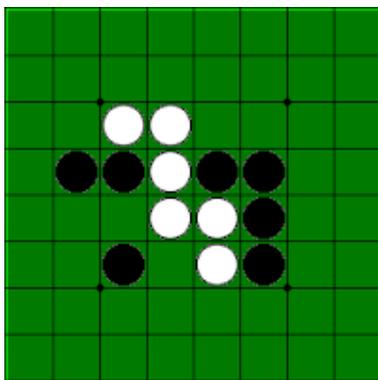
a.muzdalifa@gmail.com

Abstract—Algoritma Greedy adalah salah satu algoritma untuk menyelesaikan persoalan terutama persoalan optimasi. Penerapan algoritma greedy banyak digunakan untuk mencari solusi optimal global. Karakter dari algoritma ini yaitu mencari optimum lokal dari suatu langkah sebelum melakukan langkah lain untuk mencapai solusi. Karakteristik persoalan algoritma ini banyak menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan permainan. Salah satunya permainan Othello. Othello adalah permainan papan berukuran 8x8 dengan dua keping berwarna hitam dan putih. Permainan ini dimainkan dua pemain dengan tujuan mendapatkan keping sebanyak mungkin dalam satu permainan. Penyelesaian permainan othello dengan algoritma greedy yaitu mencari keping maksimum yang didapatkan pemain dalam satu permainan.

Keywords—Greedy; Othello; keping; maksimal;

I. PENDAHULUAN

Permainan papan sudah ada untuk bersenang-senang sebelum munculnya komputer. Othello adalah salah satu permainan papan yang terkenal di dunia. Permainan ini terdiri dari dua pemain yang masing-masing memiliki keping berwarna hitam atau putih. Pemain menjalankan kepingnya saling bergantian. Papan pada Othello pada umumnya berbentuk kotak dengan ukuran 8x8. Masing-masing pemain memiliki jumlah keping awal 32 dengan 2 keping diletakkan di papan sebagai awal permainan.



Gambar 1.1 Othello

Sumber: www.pressibus.org

Othello atau pada versi awal disebut permainan Reversi ditemukan pada tahun 1883. Namun, permainan yang sekarang

banyak dimainkan dan dilombakan dalam turnamen internasional memiliki perbedaan dari Reversi dan muncul dengan nama baru yaitu Othello. Othello sendiri dipatenkan di Jepang pada tahun 1971 kemudian mulai disebarkan dan dimainkan oleh banyak orang di dunia.

Pada permainan Othello ini pemain dinyatakan menang apabila jumlah akhir kepingnya lebih banyak daripada pemain lain. Oleh karena itu permainan ini dapat dilihat sebagai persoalan optimasi yaitu memaksimalkan jumlah keping yang didapat dalam satu kali permainan.

Permasalahan optimasi memiliki banyak algoritma untuk menyelesaikannya diantaranya algoritma brute force, greedy, A*, dynamic programming dan masih banyak lainnya. Namun, dalam game Othello pemain hanya dapat melakukan langkah demi langkah dengan harapan setiap langkahnya dapat mengantarkan pada hasil akhir yang optimal. Algoritma yang cocok dengan karakteristik permainan Othello ini salah satunya algoritma greedy.

Algoritma greedy cocok diterapkan dalam permainan Othello karena dalam memainkannya pemain mengambil keputusan langkah demi langkah. Langkah selanjutnya yang akan diambil pemain tidak dapat ditentukan karena menunggu pemain lain mengambil keputusan sehingga akan memunculkan banyak kemungkinan solusi jika dilakukan pendekatan dengan algoritma lain seperti BFS atau dynamic programming. Algoritma greedy memiliki prinsip untuk mengambil solusi maksimum pada saat itu juga dan berharap mendapatkan solusi maksimum global. Oleh karena itu algoritma ini cocok untuk menyelesaikan permainan Othello.

II. TEORI DASAR

A. Algoritma Greedy

Algoritma Greedy membentuk solusi langkah per langkah [1]. Selain banyak digunakan untuk persoalan optimasi (mencari minimum atau pun maksimum solusi dari sebuah persoalan) algoritma ini juga *straight forward*. Algoritma greedy memegang prinsip optimasi di setiap langkahnya sebelum mencapai solusi dengan harapan bahwa keputusan di langkah tersebut dapat mengeluarkan solusi optimal. Dalam setiap langkahnya diambil yang pada saat itu merupakan pilihan terbaik yaitu pilihan optimum lokal. Algoritma greedy

mengandalkan optimum lokal agar menjadi optimum global. Dalam eksekusinya algoritma greedy memiliki skema umum diantaranya yaitu himpunan kandidat, himpunan solusi, fungsi seleksi, fungsi kelayakan, dan fungsi objektif.

B. Himpunan Kandidat

Himpunan kandidat (C) adalah kumpulan elemen yang akan membentuk solusi dengan kata lain nilai yang hendak dipilih dalam satu langkah. Pada permainan Othello himpunan kandidat adalah himpunan koordinat (x,y) yang ada pada bidang. Koordinat tersebut menyatakan langkah yang dapat diambil untuk menggerakkan keping.

C. Himpunan Solusi

Himpunan solusi (S) adalah kumpulan elemen yang membentuk solusi yaitu gabungan dari langkah langkah yang diambil saat mencari solusi. Himpunan solusi adalah himpunan bagian dari himpunan kandidat karena elemennya diambil dari himpunan kandidat.

D. Fungsi Seleksi

Fungsi seleksi adalah fungsi yang menentukan pemilihan elemen dari himpunan kandidat untuk dimasukkan ke himpunan solusi. Fungsi ini independent artinya jika sudah diambil keputusan maka tidak akan mempengaruhi keputusan selanjutnya. Fungsi ini akan mengembalikan nilai optimum lokal pada suatu langkah. Pada permainan Othello fungsi seleksi yang diambil misalnya memilih jumlah keping lawan yang dilewati terbanyak.

E. Fungsi Kelayakan

Fungsi kelayakan adalah fungsi yang digunakan untuk mengecek apakah langkah yang diambil sudah memenuhi batasan pada persoalan. Apabila langkah dinyatakan layak oleh fungsi kelayakan maka dapat dimasukkan kedalam himpunan solusi. Contoh fungsi kelayakan pada permainan Othello adalah aturan permainannya.

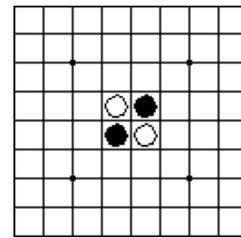
F. Fungsi Objektif

Fungsi objektif adalah fungsi yang memberitahu solusi optimal dari persoalan misalnya panjang lintasan, keuntungan, atau waktu minimum. Pada permainan Othello fungsi objektifnya yaitu jumlah keeping maksimal yang didapatkan dalam satu permainan.

G. Aturan Permainan Othello

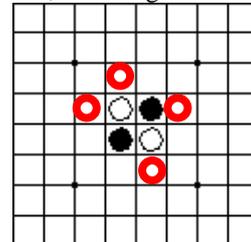
Sebuah permainan papan pasti memiliki aturan atau batasan yang harus dipenuhi oleh pemainnya. Aturan permainan ini menentukan fungsi kelayakan dalam pemakaian algoritma greedy. Beberapa aturan permainan Othello dirinci sebagai berikut:

1. Keping terdiri dari dua warna (hitam dan putih). Keping hitam maju duluan
2. Permainan diawali dengan meletakkan dua keping hitam dan 2 keping putih pada posisi seperti gambar berikut



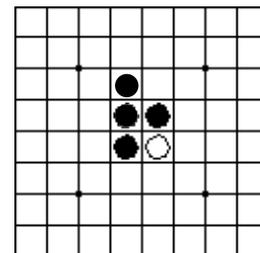
Gambar 2.1 posisi awal permainan othello
Sumber: www.hannu.se

3. Pemain dapat bergerak ke kotak tertentu dengan melangkahi minimal 1 keping pemain lain secara horizontal, vertical, atau diagonal.



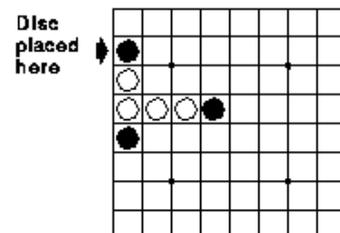
Gambar 2.2 Lingkaran merah sebagai tanda kotak yang dapat diletakkan keping hitam selanjutnya

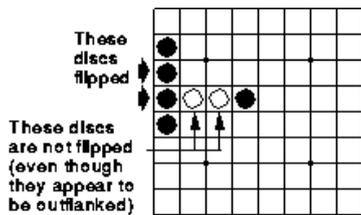
4. Apabila pada saat giliran pemain tidak dapat menggerakkan kepingnya maka gilirannya di pass. Pemain tidak dapat pass giliran selama masih dapat menggerakkan keping.
5. Apabila pemain melangkahi keping lawan maka keping lawan berubah sesuai warna keping pemain. Jumlah keping yang berubah sesuai dengan jumlah keping yang dilangkahi pemain saat gilirannya



Gambar 2.3 Keping putih berubah jadi hitam ketika diapit oleh 2 hitam.

6. Keping lawan yang berubah warna hanya dihasilkan gerakan langsung dari pemain.





Gambar 2.4 Contoh dari penerapan aturan 6
Sumber: www.hannu.se

7. Sekali keping digerakkan maka tidak boleh digerakkan kembali
8. Permainan berakhir ketika tidak ada lagi pemain yang dapat bergerak dalam papan. Pemenang dari permainan ini adalah pemain yang memiliki jumlah keping terbanyak sesuai warna yang dipilihnya (hitam atau putih).

III. PROSES PEMECAHAN MASALAH OTHELLO

Algoritma greedy memiliki skema umum seperti yang telah dijelaskan di bab II yaitu himpunan kandidat, himpunan solusi, fungsi seleksi, fungsi kelayakan, dan fungsi objektif.

Menentukan himpunan kandidat

Himpunan kandidat dari algoritma greedy adalah elemen elemen yang dapat dipilih saat menentukan solusi. Dalam permainan Othello yang perlu dipilih adalah kotak yang hendak diisi oleh keping pemain. Kotak dapat direpresentasikan sebagai matriks baris dan kolom tertentu. Karena papan permainan Othello umumnya berukuran 8x8 maka himpunan kandidat dari persoalan ini adalah pasangan kolom dan baris dari angka 1-8

$$C = \{(1,1), (1,2), (1,3), (1,4) \dots (8,6), (8,7), (8,8)\}$$

$$C = \{(i, j)\}$$

i = baris

j = kolom

Menentukan Himpunan Solusi

Himpunan solusi adalah elemen yang mengantarkan pada solusi dan memenuhi fungsi kelayakan. Himpunan solusi pada permainan Othello adalah kotak dalam baris dan kolom tertentu yang memenuhi aturan permainan dimana pemain dapat menggerakkan kepingnya. Misal pada awal permainan himpunan solusi untuk keping berwarna hitam adalah sebagai berikut:

$$S = \{(3,3), (4,4), (6,5), (5,6)\}$$

$$S = \{(i, j)\}$$

i = baris

j = kolom

Menentukan fungsi objektif

Fungsi objektif pada permainan Othello adalah tujuan dari permainan itu sendiri yaitu memaksimalkan jumlah keping yang dapat diperoleh dalam satu permainan. Jumlah keping

maksimum didapat dengan melangkahi keping lawan (keping yang berbeda warna) Dengan memperoleh jumlah maksimum keping, maka pemain dinyatakan menang

Menentukan fungsi seleksi

Fungsi seleksi digunakan untuk memilih satu anggota kandidat berupa kotak dengan baris dan kolom tertentu yang dapat menghasilkan keping terbanyak. Keping terbanyak dihasilkan ketika pemain berhasil melangkahi banyak keping lawan sehingga keping lawan berubah menjadi keping pemain. Lihat aturan permainan no 4.

Untuk mencari jumlah maksimum yang dapat diperoleh dari satu giliran maka perlu diambil dari himpunan solusi langkah tersebut (yaitu kotak yang dapat ditempati keping sejenis) setelah itu masing-masing dihitung dapat menghasilkan berapa keping dan dicatat nilai maksimum keping yang didapat. Untuk mendapatkan jumlah keping maka dicari keping terdekat dari kotak yang dipilih kemudian iterasi sampai menemukan keping sewarna. Dalam iterasinya pasti bertemu dengan keping lawan kemudian dihitung. Nilainya minimal 1 karena kotak dari himpunan solusi pasti kotak yang memenuhi aturan untuk penempatan keping.

Contoh *pseudo code* dari fungsi seleksi mengambil kotak mana yang akan dipilih untuk menempatkan keping agar mendapat optimum lokal.

```

function move(input C: himpunan_kotak,
currentKotak: kotak) → kotak

Deklarasi
    K, optimumK : kotak
    Temp, Makskeping : integer

Algoritma
    optimumK ← ambil satu anggota C
    MaksKeping ← hitungKepingyg dilewati
(currentKotak, optimumK)
    C = C - {optimumK}
    for (banyak elemen himpunan_kotak-1)
    begin
        K ← ambil satu anggota C
        Temp ← hitungKepingygdilewati
(currentKotak, K)
        if (Temp > MaksKeping) then
            optimumK ← K
            MaksKeping ← Temp
        endif
    C ← C - {K}
    endfor
    → optimumK

```

Menentukan fungsi kelayakan

Fungsi kelayakan pada permainan Othello didapat dari aturan permainan pada Bab II. Elemen dalam himpunan solusi harus memenuhi aturan dari permainan. Misal kotak yang dapat diisi dengan keping adalah kotak yang masih kosong. Keping diletakkan pada kotak yang memiliki keping sewarna pada arah horizontal, vertical, dan diagonal dengan jarak minimal terlewat satu keping warna lain.

Untuk mendapatkan jumlah keping yang terlewati maka harus ada algoritma untuk menghitung keping dengan mencari pada arah vertical, horizontal, dan diagonal dari masing-masing kandidat kotak. Keping tidak dapat diletakkan pada kotak yang memiliki kotak kosong disekitarnya.

Berikut pseudo code dari fungsi kelayakan untuk memeriksa apakah kotak dapat ditaruh sebuah keping atau tidak:

```
function isCanMove(input currKotak : kotak,
currcolor: integer) → boolean

Deklarasi
    Layak : boolean
    countdifColor : integer

Algoritma
    Layak ← true
    countdifColor ← 0
    while (belum menemukan kotak kosong lain
atau keping berwarna currcolor) do
        if (ada keping colorcurrcolor) then
            countdifColor++
        else
            countdifColor ← 0
        endif
    endwhile

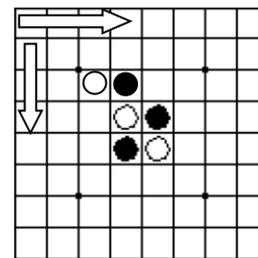
    if (countdifColor = 0) then
        Layak ← false
    endif
    → Layak
```

Setelah menentukan skema algoritma greedy dalam persoalan memenangkan permainan Othello maka perlu dibuat program secara lengkap yang mengandung hal hal rinci maupun fungsi pelengkap dari kedua fungsi utama algoritma greedy. Contoh fungsi pelengkap ini yaitu fungsi untuk menghitung jumlah keping lawan dari satu kotak yang akan ditempati keping sendiri. Fungsi lainnya misalnya menghitung jumlah keping yang kita punya, prosedur yang akan

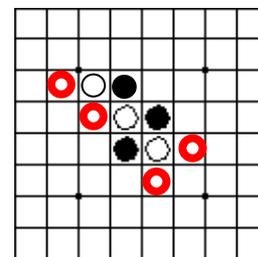
membalikkan keping lawan yang dilangkahi ketika selesai mengambil keputusan.

IV. ANALISIS

Algoritma Greedy akan mengiterasi setiap kotak dalam satu permainan. Kotak dicek mulai dari ujung kiri atas (baris 1 kolom 1) hingga ujung kanan bawah (baris 8 kolom 8). Dalam setiap iterasi dicek apakah kotak dapat dimasukkan kedalam himpunan solusi atau tidak. Layak atau tidaknya kotak ditentukan oleh fungsi kelayakan. Apabila fungsi mengeluarkan true, maka kotak akan dimasukkan kedalam himpunan solusi (berupa list kotak) untuk disimpan pada langkah selanjutnya.

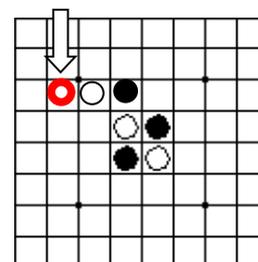


Gambar 4.1 Alur iterasi pada program



Gambar 4.2 Hasil fungsi kelayakan

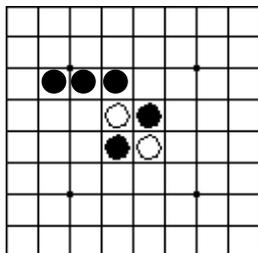
Setelah semua kotak dicek, kotak pada himpunan solusi akan dimasukkan kedalam fungsi seleksi. Setiap kotak yang berada pada list kotak berupa himpunan solusi akan dicek melalui fungsi seleksi yang akan menghasilkan satu kotak yang dapat menghasilkan keping dengan jumlah terbanyak.



Gambar 4.2 Kotak hasil dari fungsi seleksi

Apabila ada kotak yang menghasilkan jumlah keping sama maka akan terpilih kotak yang lebih dulu dicek dalam himpunan solusi yaitu kotak dengan nilai baris dan kolom terkecil.

Program kemudian akan meletakkan keping pada kotak yang didapat dari fungsi seleksi. Kemudian akan membalik keping lawan yang terlewat saat program menempatkan keping di kotak yang dimaksud.



Gambar 4.4 Hasil penempatan pada kotak yang terpilih

Dengan terus melakukan pengulangan langkah sampai permainan berakhir baik itu saat semua papan sudah penuh terisi keping atau saat tidak ada lagi pemain yang dapat meletakkan kepingnya program akan menghasilkan pemain yang memenangkan permainan dengan jumlah keping paling banyak.

V. KESIMPULAN

Algoritma greedy adalah algoritma yang meninjau langkah per langkah dan bersifat straight forward. Algoritma ini banyak

digunakan dalam persoalan optimasi yaitu mencari nilai ekstrim (maksimum ataupun minimum) dari suatu persoalan. Othello adalah permainan papan 8x8 dengan dua pemain yang masing-masing memiliki keping berwarna umumnya hitam dan putih. Untuk memenangkan permainan Othello dibutuhkan keping terbanyak dalam satu kali permainan. Karena dapat juga ditinjau sebagai persoalan mencari jumlah keping maksimum yang didapatkan maka dapat menggunakan algoritma Greedy. Penerapan algoritma greedy cocok dalam menyelesaikan permainan Othello dimana pemain harus mendapatkan keping terbanyak untuk memenangkan permainan.

REFERENCES

- [1] Munir, Rinaldi. Strategi Algoritma. Bandung: Informatika Bandung 2009, Bab.3

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, 17 April 2017

ttd
Nama dan NIM