

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/275659782>

# Implementasi Algoritma Greedy Best First Search pada Aplikasi Permainan Congklak untuk Optimasi Pemilihan Lubang dengan Pola Berfikir Dinamis

Conference Paper · April 2012

DOI: 10.13140/RG.2.1.1742.4801

CITATIONS

2

READS

4,898

1 author:



Galih Hermawan

Universitas Komputer Indonesia

15 PUBLICATIONS 10 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Computer Aided Learning [View project](#)



Artificial Intelligences in Games [View project](#)

# IMPLEMENTASI ALGORITMA GREEDY BEST FIRST SEARCH PADA APLIKASI PERMAINAN CONGKLAK UNTUK OPTIMASI PEMILIHAN LUBANG DENGAN POLA BERFIKIR DINAMIS

Galih Hermawan

Jurusan Teknik Informatika, Universitas Komputer Indonesia, Bandung  
galih.hermawan@yahoo.co.id

## Abstract

*Congklak or Dakon is one of an traditional game in Indonesia that is generally played by two players with the goal of obtaining congklak seeds as much as possible by following the congklak game's rules. In this paper we discuss the use of greedy best-first search algorithm that used by the computer's player for selecting the hole that can produce an optimal solution. The player can make a choice whether to get a seed as much as possible or maintain the vulnerable contains holes that can be shot by the opponent. The test results show that the greedy algorithm is able to produce a quite good local solutions, although not necessarily optimal global solutions.*

*Keywords: congklak, greedy algorithm, artificial intelligence, traditional game, game design.*

## 1. Pendahuluan

Congklak atau Dakon merupakan salah satu permainan tradisional yang ada di Indonesia. Permainan ini umumnya dimainkan oleh dua orang dengan memanfaatkan sebuah papan congklak yang memiliki 14 buah lubang kecil dan 2 buah lubang besar untuk dapat diisi oleh biji congklak. Tujuan permainan adalah memperoleh biji congklak sebanyak-banyaknya pada lubang besarnya, tentunya dengan mengikuti peraturan permainan congklak yang telah disepakati.

Sebuah permainan umumnya dilakukan oleh masyarakat sebagai salah satu media bersenang-senang, melepas kepenatan sejenak, dan ajang berkumpul bersama teman-teman atau sanak saudara. Permainan congklak ternyata juga dapat dijadikan sebagai media latihan para pemainnya dalam mengasah kemampuan berhitung dan menyusun strategi.

Permainan congklak dengan menggunakan papan dan biji congklak sudah mulai jarang terlihat dimainkan di tengah-tengah masyarakat Indonesia. Penggunaan papan dan biji congklak sebagai sarana bermain dan diharuskannya dimainkan oleh dua orang yang mungkin cukup merepotkan, nampaknya turut andil dalam mengurangi daya tarik atau keinginan masyarakat dalam bermain congklak.

Implementasi permainan dalam bentuk perangkat lunak pada komputer diharapkan dapat membantu masyarakat untuk terus bermain congklak tanpa harus susah payah menyediakan papan dan biji congklak. Permainan digital yang dibangun tidak juga mewajibkan pemainnya harus dua orang, disebabkan salah satu pemain dapat dimainkan oleh komputer yang sudah menggunakan *artificial intelligence* (AI) untuk mengambil keputusan dalam pemilihan lubang.

Salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk optimasi pemilihan lubang yang dapat menghasilkan jumlah biji terbanyak dalam satu putaran permainan adalah algoritma *greedy best first search*. Disertai dengan pola berfikir dinamis sehingga memungkinkan pemain (AI) juga dapat mempertimbangkan apakah mengejar target menghasilkan biji terbanyak atau bertahan. Istilah bertahan dalam hal ini adalah mengamankan lubang di areanya yang memiliki jumlah biji relatif banyak yang rawan dipukul atau ditembak oleh pihak lawan.

## 2. Landasan Teori

Dalam bagian ini akan dibahas konsep permainan congklak dan algoritma *greedy*.

### 2.1 Congklak

Berdasarkan informasi yang tertulis di website Expat (2012a), Congklak adalah suatu permainan tradisional yang dikenal dengan berbagai macam nama di seluruh Indonesia. Biasanya dalam permainan, sejenis cangkang kerang digunakan sebagai biji congklak dan jika tidak ada, kadangkala digunakan juga biji-bijian dari tumbuh-tumbuhan.



Gambar 1. Papan congklak (Expat, 2012a).

Di Malaysia permainan ini lebih dikenal dengan nama *congkak* dan istilah ini juga dikenal di beberapa daerah di Sumatera dengan kebudayaan Melayu. Di Jawa, permainan ini lebih dikenal dengan nama *congklak*, *dakon*, *dhakon* atau

*dhakonan*. Selain itu di Lampung permainan ini lebih dikenal dengan nama *dentuman lamban* sedangkan di Sulawesi permainan ini lebih dikenal dengan nama *Mokaotan*, *Maggaleceng*, *Aggalacang* dan *Nogarata*. Dalam bahasa Inggris, permainan ini disebut *Mancala*.

Masih bersumber dari informasi pada website yang sama (Expat, 2012b), permainan congklak dilakukan oleh dua orang. Dalam permainan mereka menggunakan papan yang dinamakan *papan congklak* dan 98 (14 x 7) buah biji yang dinamakan *biji congklak* atau *buah congklak*. Umumnya papan congklak terbuat dari kayu dan plastik, sedangkan bijinya terbuat dari cangkang kerang, biji-bijian, batubatuan, kelereng atau plastik. Pada papan congklak terdapat 16 buah lubang yang terdiri atas 14 lubang kecil yang saling berhadapan dan 2 lubang besar di kedua sisinya. Setiap 7 lubang kecil di sisi pemain dan lubang besar di sisi kanannya dianggap sebagai milik sang pemain.

Pada awal permainan setiap lubang kecil diisi dengan tujuh buah biji. Dua orang pemain yang berhadapan, salah seorang yang memulai dapat memilih lubang yang akan diambil dan meletakkan satu ke lubang di sebelah kanannya dan seterusnya. Bila biji habis di lubang kecil yang berisi biji lainnya, ia dapat mengambil biji-biji tersebut dan melanjutkan mengisi, bisa habis di lubang besar miliknya maka ia dapat melanjutkan dengan memilih lubang kecil di sisinya. bila habis di lubang kecil di sisinya maka ia berhenti dan mengambil seluruh biji di sisi yang berhadapan. Tetapi bila berhenti di lubang kosong di sisi lawan maka ia berhenti dan tidak mendapatkan apa-apa. Permainan dianggap selesai bila sudah tidak ada biji lagi yang dapat dimabil (seluruh biji ada di lubang besar kedua pemain). Pemenangnya adalah yang mendapatkan biji terbanyak.

## 2.2 Algoritma Greedy Best First Search

Metode *inform search* dalam AI menggunakan *heuristic* untuk menentukan kualitas dari keadaan manapun dalam sebuah ruang pencarian (*search space*) (Jones, 2008).

Metode *best first search* menggunakan fungsi evaluasi yang terdiri atas dua bagian, yaitu fungsi heuristik  $h(n)$  dan perkiraan biaya  $g(n)$ , dimana

$$f(n) = g(n) + h(n) \quad (1)$$

Algoritma *Greedy Best First Search* atau disingkat algoritma *greedy* merupakan metode yang cukup populer untuk memecahkan masalah optimasi. Secara harfiah, *greedy* berarti tamak atau rakus. Algoritma *greedy* menggunakan fungsi evaluasi dengan meniadakan perkiraan biaya  $g(n)$ , dimana

$$f(n) = h(n) \quad (2)$$

Prinsip dari algoritma *greedy* (Russel dan Norvig, 2003) adalah mengambil setiap kesempatan yang ada saat itu juga, tanpa memperhatikan konsekuensi kedepannya. Algoritma *greedy* membentuk solusi dari langkah demi langkah, dan pada setiap langkah harus dibuat keputusan yang terbaik dalam menentukan pilihan. Di setiap langkahnya algoritma *greedy* mengambil pilihan yang terbaik yang dapat diperoleh pada saat itu tanpa memperhatikan konsekuensi kedepan. Setiap keputusan yang diambil diharapkan merupakan langkah optimum pada langkah tersebut, dikenali sebagai solusi optimum lokal, kemudian dengan setiap langkah yang ditempuh diharapkan dapat memperoleh solusi optimum di akhir proses, yaitu solusi optimum global.

Skema umum algoritma *greedy* adalah:

- himpunan kandidat, himpunan ini berisi seluruh elemen pembentuk solusi;
- himpunan solusi, berisi kandidat-kandidat yang terpilih sebagai solusi persoalan;
- fungsi seleksi, fungsi yang pada setiap langkah memilih kandidat yang paling memungkinkan mencapai solusi optimal;
- fungsi kelayakan, fungsi yang memeriksa apakah suatu kandidat yang terpilih dapat memberikan solusi yang layak, yaitu kandidat bersama-sama dengan himpunan solusi yang sudah terbentuk tidak melanggar kendala yang ada;
- fungsi objektif, fungsi yang memaksimumkan atau meminimumkan nilai solusi.

## 3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan untuk menyusun penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Studi Literatur  
Studi literatur yang dilakukan adalah mempelajari dokumentasi tata cara bermain congklak yang terdapat di beberapa website di internet, membaca dan memahami buku referensi berkaitan dengan pengembangan perangkat lunak, desain kecerdasan buatan, dan desain permainan.
- Identifikasi Kebutuhan  
Tahap ini merupakan tahap awal analisis konsep dan tata cara permainan congklak, menginventarisasi data dan bahan yang dibutuhkan untuk mendesain aplikasi yang akan dibuat.
- Desain  
Tahap ini membahas rancangan aplikasi melalui model-model perancangan yang telah ditentukan. Di dalamnya juga terdapat desain kecerdasan buatan dan penentuan nilai heuristik pada pemain komputer.

4. Implementasi  
Tahap ini meliputi implementasi hasil desain sistem melalui pengkodean.
5. Pengujian dan Evaluasi  
Tahap pengujian sistem dengan menjalankan permainan dan mengevaluasi apakah implementasi sistem sudah sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

## 4. Hasil dan Diskusi

Dalam bagian ini akan dibahas desain kecerdasan buatan, implementasi dan hasil pengujiannya.

### 4.1 Desain Kecerdasan Buatan

Dalam sub-bab ini membahas teknis kecerdasan buatan, strategi pencarian heuristik *greedy best first search*, dan pola berfikir dinamis.

#### 4.1.1. Teknis Kecerdasan Buatan

Teknis kecerdasan buatan meliputi: *searching, reasoning, planning, learning*. Dalam hal ini, teknis kecerdasan yang digunakan adalah *searching*.

*State space search* permainan congklak bisa dideskripsikan sebagai berikut.

- Setiap posisi atau lubang-lubang pada permainan congklak dapat direpresentasikan sebagai sebuah *array* 1 dimensi sejumlah 16 ruang atau indeks, dimana indeks 1–7 merupakan representasi lubang kecil pemain 1 dan indeks 8 sebagai lubang besarnya, sedangkan indeks 9–15 merupakan representasi lubang kecil pemain 2 dan indeks 16 sebagai lubang besarnya.
- Kondisi inisial (atau keadaan awal) permainan congklak adalah setiap lubang kecil berisi jumlah biji inisial yang telah ditentukan pengguna, misalnya 7, dan kedua lubang besar tidak diisi biji atau disimbolkan dengan angka 0.
- Keadaan tujuan adalah keadaan ketika semua lubang-lubang kecil dari kedua pemain sudah tidak ada bijinya atau berisi angka 0, sehingga permainan berhenti. Sedangkan tujuan permainan dari masing-masing pemain adalah memperoleh jumlah biji sebanyak-banyaknya pada lubang besarnya.
- *Legal Moves* (pemilihan lubang dan pengedaran biji yang memungkinkan). Di antaranya adalah:
  - pengambilan biji oleh pemain ketika permainan baru dimulai atau usai ganti pemain adalah hanya diperbolehkan pada areanya masing-masing,
  - pengambilan biji ketika di tengah-tengah permainan adalah pada lubang dimana biji terakhir jatuh pada lubang tidak kosong, baik di area sendiri maupun area lawan,
  - pengedaran biji dilakukan pada lubang-lubang kecil sebelah kanannya secara berurutan berlawanan dengan arah jarum jam, dimana pemain yang bersangkutan bisa menambahkan biji pada lubang besarnya tapi tidak pada besar lawan.

#### 4.1.2. Strategi Pencarian Heuristik *Greedy Best First Search*

Sebagaimana telah ditulis pada persamaan (2) bahwa algoritma *greedy* menggunakan fungsi evaluasi  $f(n) = h(n)$ .

Penggunaan algoritma *greedy* ini bertujuan memperoleh biji sebanyak-banyaknya pada lubang besar pemain yang bersangkutan tanpa perlu memperhatikan jumlah biji yang telah diperoleh.

Namun dalam penerapannya, algoritma *greedy* ini tidak dibuat berdiri sendiri, melainkan dalam hal-hal tertentu mempertimbangkan jika estimasi jumlah biji yang akan diperoleh relatif sedikit (dimana parameter sedikit bisa disesuaikan) maka sistem akan menempuh solusi lain, misalnya bagaimana supaya biji yang terbanyak tidak di-“tembak/pikul” oleh pemain lawan, dan lain sebagainya.

Cara atau proses berfikir sistem dengan menggunakan algoritma *greedy* adalah sebagai berikut.

- a. Bangkitkan semua hasil penelusuran dari setiap lubang-lubang kecil yang di area pemain yang bersangkutan.
- b. Di antara ketujuh lubang kecil yang dipilih tersebut, carilah lubang mana yang akan menghasilkan biji atau perolehan terbesar pada lubang besar.
- c. Indeks lubang yang diperoleh pada langkah 2 dipilih sebagai lubang dengan nilai evaluasi terbaik saat ini.

Pemilihan lubang yang menghasilkan perolehan biji terbesar bisa melalui 2 cara, yaitu:

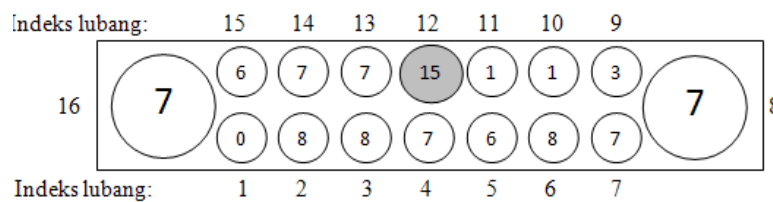
- a. pengedaran biji secara terus menerus sampai “mati”,
- b. atau, melakukan “tembak/pikul” yang langsung menghasilkan perolehan biji terbesar.

#### 4.1.3. Pola Berfikir Dinamis

Perolehan nilai terbesar hanya dengan mengandalkan algoritma *greedy* kadang kala tidak sesuai jika pada kondisi tertentu estimasi perolehan nilai relatif kecil.

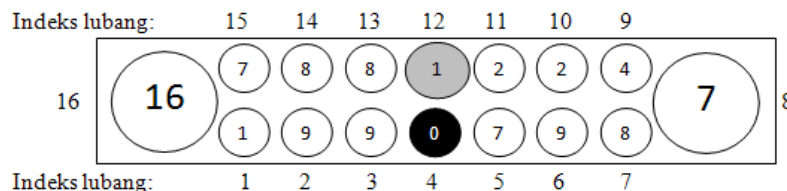
Misalkan jumlah biji per lubang diset 7, sehingga jika jumlah biji pada lubang adalah 15, maka akan jatuh pada lubang tersebut lagi sehingga memungkinkan melakukan “tembak/pikul”.

Contoh ilustrasi kondisi tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kondisi papan congklak yang bisa menghasilkan aksi “tembak/pikul”.

Jika indeks 12 dipilih, maka hasil akhirnya adalah seperti tampak pada Gambar 3 berikut ini



Gambar 3. Kondisi papan congklak saat terjadi aksi “tembak/pikul”

Hal ini menunjukkan bahwa angka atau jumlah biji 15 bisa dikategorikan sebagai nilai penting atau nilai besar. Apalagi aktifitas ini juga bisa dilakukan oleh pihak lawan. Sehingga, dalam kondisi demikian bisa diprioritaskan untuk menyelamatkan lubang yang memiliki jumlah biji lebih besar atau sama dengan 15 terutama jika lubang lawan di seberangnya dalam keadaan kosong, daripada mengambil lubang yang estimasi perolehannya kecil.

Parameter kecil di sini bisa diperoleh dengan cara jumlah biji per lubang dibagi 2 pada bilangan integer. Selanjutnya, apabila estimasi perolehan biji lebih besar atau sama dengan jumlah biji maksimal yang ada pada areanya ditambah jika lubang yang memiliki nilai evaluasi terbaik ada lebih dari satu, maka bisa diprioritaskan lubang yang biji terakhirnya jatuh pada lubang besar sendiri. Hal ini dilakukan untuk memperpanjang “nafas” permainan sehingga memungkinkan memperoleh biji sebanyak-banyaknya.

Algoritma akhir hasil kombinasi algoritma *greedy* dan penyelesaian masalah secara dinamis pada satu putaran permainan adalah sebagai berikut.

```

Bangkitkan semua nilai evaluasi  $f(n)$  dari semua lubang kecil di areanya
Cari di antara lubang-lubang tersebut yang memiliki nilai  $f(n)$  tertinggi

Jika nilai  $f(n) \leq \text{jumlah biji per lubang} / 2$  maka
  Cari lubang yang mempunyai jumlah biji maksimum atau lubang(maks)
  Jika jumlah biji di seberang lubang(maks) = 0
    Ambil lubang ini
  Jika tidak
    Ambil lubang(maks) yang terakhir ditemukan

Jika nilai  $f(n) > \text{jumlah biji per lubang} / 2$  maka
  Jika terdapat lebih dari 1 lubang yang memiliki nilai  $f(n)$  sama maka
    Cari lubang yang biji terakhirnya jatuh pada lubang besar sendiri

    Jika ditemukan maka
      Ambil lubang ini
    Jika tidak ditemukan maka
      Ambil lubang dengan nilai  $f(n)$  terbesar yang pertama kali ditemukan
  
```

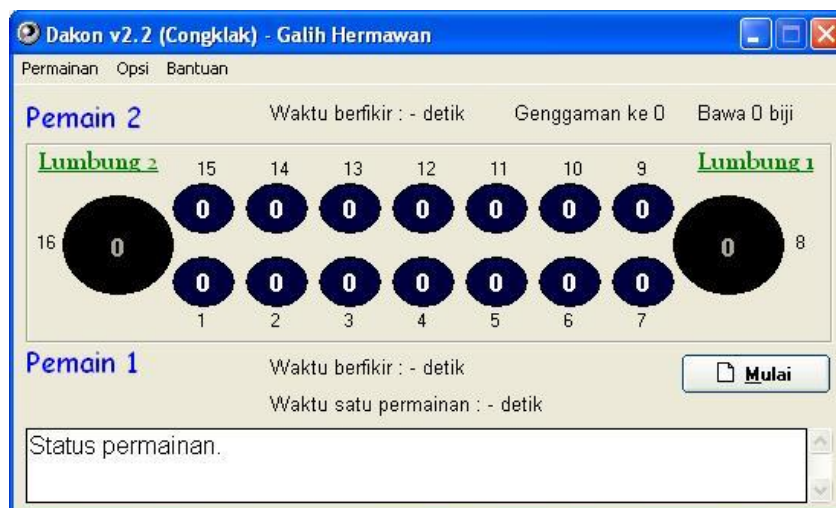
Gambar 4. Algoritma proses berfikir pemilihan lubang terbaik

## 4.2 Implementasi dan Hasil Pengujian

Dalam sub-bab ini membahas implementasi congklak dan hasil pengujiannya.

### 4.2.1. Implementasi

Implementasi aplikasi permainan dalam bentuk dua dimensi adalah seperti terlihat pada Gambar 5. Dimana dalam hal ini representasi papan berupa ilustrasi persegi panjang, representasi lubang berupa ilustrasi lingkaran, dan biji hanya berupa bilangan integer.



Gambar 5. Antar muka awal aplikasi permainan congklak

#### 4.2.2. Hasil Pengujian

Tabel 1 berisi serangkaian pengujian yang telah dilakukan pada aplikasi menggunakan metode pengujian *blackbox*, dimana hasilnya secara umum telah memenuhi tata cara permainan congklak konvensional.

Tabel 1. Rangkaian pengujian

Kelas Uji	Butir Uji
Pemilihan lubang kecil saat permainan baru mulai	Memilih di area sendiri Memilih di area lawan
Pemilihan lubang kecil saat permainan sedang berjalan	Memilih lubang pada biji terakhir Memilih lubang lain di area sendiri Memilih lubang lain di area lawan
Biji terakhir jatuh di lubang kosong	Lubang kosong di area sendiri Lubang kosong di area lawan
Biji terakhir jatuh di lubang besar sendiri	Biji terakhir jatuh di lubang besar sendiri
Semua biji di lubang kecil salah satu pemain habis	Semua biji di lubang kecil salah satu pemain habis
Semua biji di kedua pemain habis	Semua biji di kedua pemain habis

Penerapan algoritma *greedy* untuk membantu pemain komputer memilih lubang yang optimal untuk satu langkah atau satu putaran ke depan sudah cukup baik, walaupun belum tentu optimal untuk keseluruhan putaran dalam permainan.

## 5. Kesimpulan

Kesimpulan hasil penelitian adalah sebagai berikut.

1. Algoritma *greedy* dalam permainan congklak secara sederhana, praktis, dan cukup baik dapat digunakan untuk memilih lubang yang dimungkinkan memperoleh biji terbanyak.
2. Kombinasi dengan cara berfikir dinamis, pemain komputer dapat memutuskan kapan harus menyelamatkan biji lubangnya atau lebih memilih memperoleh biji sebanyak-banyaknya.
3. Algoritma yang digunakan dapat membantu mendapatkan solusi lokal yang optimal walaupun tidak selalu menghasilkan solusi terbaik secara keseluruhan.
4. Aplikasi permainan congklak secara fungsional berjalan sesuai dengan tata cara atau sistem bermain congklak tradisional, meliputi: memilih lubang, mengedarkan biji, menembak/pikul, kapan harus berganti pemain dan kapan pemain tetap dibolehkan bermain, hingga permainan usai.

Perbaikan kecerdasan buatan perlu lebih diperbaiki untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal. Begitu juga dengan antarmuka dan kemampuan permainan yang dapat dimainkan oleh banyak pengguna dalam sebuah jaringan lokal atau bahkan internet.

## 6. Daftar Pustaka

- [1] *Conglak - Traditional Game of Indonesia*, <http://www.expatriat.or.id/info/congklak.html>, diakses terakhir tanggal 2 Maret 2012.
- [2] *Instructions for How to Play Congklak*, <http://www.expatriat.or.id/info/congklakinstructions.html>, diakses terakhir tanggal 2 Maret 2012.
- [3] Jones, M.T. (2008), *Artificial Intelligence : A Systems Approach*, Hingham: Infinity Science Press.
- [4] Russel, S., dan Norvig, P. (2003). *Artificial Intelligence A Modern Approach*, 2nd edition, New Jersey: Prentice Hall.