

PENERAPAN ALGORITMA RUNUT-BALIK (*BACKTRACKING*) PADA PERMAINAN MENYEBERANGKAN SERIGALA, KAMBING, DAN SAYURAN

Kenny Enrich

Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika Insitut Teknologi Bandung
Jl. Ganesha 10, Bandung
e-mail: if16111@students.if.itb.ac.id

ABSTRAK

Makalah ini membahas tentang salah satu permainan yang harus diselesaikan dengan logika, yaitu permainan menyeberangkan seekor serigala dengan seorang petani yang sedang membawa kambing dan sayuran. Permainan ini sudah lama ditemukan dan sudah banyak dimainkan untuk mengasah otak. Pada awal permainan, kita akan melihat seorang petani yang membawa kambing dan sayuran dan juga seekor serigala. Sang petani dan sang serigala sama-sama ingin menyeberangi sungai, tetapi sayangnya perahu yang ada kecil dan beban yang dapat dibawa perahu untuk sekali jalan sangatlah terbatas, yaitu hanya cukup untuk membawa dua beban. Dalam permainan ini yang dapat menyeberangkan perahu adalah sang petani, sedangkan sang serigala tidak dapat menyeberang sendiri, ia harus dibantu oleh sang petani. Oleh karena itu, sang petani haruslah tetap berada di perahu dan menyeberangkan barang-barang bawaannya (kambing dan sayuran) beserta sang serigala. Permasalahan yang dihadapi adalah bagaimana cara menyeberangkan semuanya tanpa ada yang dimakan oleh yang lainnya (serigala dapat memakan kambing, kambing dapat memakan sayuran).

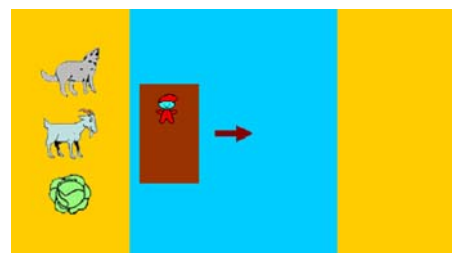
Dalam menyelesaikan permainan ini penulis memakai metode Runut-balik atau yang biasa disebut *backtracking*. Algoritma ini berbasis pada *DFS* untuk mencari solusi persoalan secara lebih mangkus dan merupakan perbaikan dari algoritma *bruteforce*. Dengan metode ini, kita tidak perlu membangkitkan semua simpul solusi yang ada, tetapi hanya simpul yang mengarah pada solusi.

Kata kunci: *Backtracking*, runut-balik, petani, kambing, sayuran, serigala, menyeberang.

1. PENDAHULUAN

Sejalan dengan semakin berkembangnya dunia teknologi, banyak bermunculan permainan-permainan yang menuntut kemampuan logika seseorang untuk menyelesaikannya. Beberapa contoh dari permainan tersebut adalah permainan menyeberangkan biarawan dan tiga orang kanibal, menyeberangkan lima orang berdasarkan berat badan, menyeberangkan seorang ksatria dengan mengikuti cara jalan kuda di permainan catur, petani menyeberangkan kambing, serigala dan sayuran, dan permainan-permainan logika lainnya.

Permainan logika yang dibahas di sini adalah permainan menyeberangkan seekor serigala beserta seorang petani yang membawa kambing dan sayuran. Serigala dan petani ingin menyeberangi sungai, tetapi serigala tidak dapat menyeberang sungai tanpa bantuan sang petani, begitu juga dengan kambing dan sayurannya. Karena itu sang petani haruslah tetap berada di perahu untuk membantu serigala menyeberang.



Gambar 1. Contoh awal permainan menyeberangkan serigala, kambing, dan sayuran

Permasalahan yang dihadapi petani adalah bahwa perahu itu kecil dan beban maksimal yang dapat dibawa perahu ketika menyeberang hanya dua, yaitu antara petani dengan serigala, petani dengan kambing, dan petani dengan sayuran (petani harus selalu ada karena hanya ia yang dapat membawa perahu sampai tujuan). Permasalahan lain yang dihadapi petani adalah masalah

memakan dan dimakan. Maksudnya adalah jika serigala ditinggalkan hanya berdua dengan kambing, maka serigala akan memakan kambing (sesuai dengan peran serigala sebagai karnivora) dan jika kambing ditinggalkan hanya bersama dengan sayuran, maka kambing akan memakan sayuran (sesuai dengan peran kambing sebagai herbivora).

Jika sang petani telah berhasil menyeberangkan serigala, kambing, dan sayuran dengan selamat, maka permainan berhasil diselesaikan.



Gambar 2. Contoh akhir permainan menyeberangkan serigala, kambing, dan sayuran

2. METODE

2.1 Algoritma *Backtracking* / Runut-balik

Metode *Backtracking* atau Runut-balik adalah algoritma yang cara kerjanya berdasarkan pada *DFS* (*Depth Search First*). Algoritma ini merupakan perbaikan dari algoritma *Bruteforce*. Pada metode *Bruteforce*, semua simpul kemungkinan yang ada akan dibangkitkan tanpa melihat apakah simpul tersebut mendekati solusi yang diinginkan atau menjauhi solusi, sehingga akan memakan waktu yang lama untuk menyelesaikan suatu masalah. Lain halnya dengan metode *Backtracking* atau Runut-balik. Metode ini akan secara sistematis mencari solusi persoalan di antara semua kemungkinan solusi yang ada kemudian membangkitkan simpul dari solusi yang mendekati penyelesaian. Dengan kata lain kita tidak perlu membangkitkan simpul yang menjauhi solusi sehingga waktu pencarian solusi dapat dikurangi.

Metode Runut-balik ini pertama kali diperkenalkan oleh D. H. Lehmer pada tahun 1950. Setelah itu, R. J. Walker, Golomb, dan Baumert menyajikan uraian-uraian umum tentang metode Runut-balik ini dan juga penerapannya pada berbagai persoalan, seperti permainan *tic-tac-toe*, mencari jalan keluar dari dalam labirin, dan catur.

2.2 Strategi Umum Penyelesaian Permainan Menyeberangkan Serigala, Kambing, dan Sayuran

Secara umum, cara menyelesaikan permasalahan ini adalah dengan cara mencoba satu persatu kemungkinan yang ada. Tetapi cara ini sangatlah tidak efektif, karena akan ada banyak kemungkinan solusi yang dibangkitkan dari solusi sebelumnya. Oleh karena itu sebelum petani mengantarkan serigala, kambing, atau pun sayuran, harus dipikirkan terlebih dahulu keselamatan kambing dan sayurannya.

Dari bab sebelumnya dapat ditarik tiga aturan dalam penyeberangan ini, yaitu:

1. Perahu hanya cukup untuk dinaiki dua buah beban dalam waktu yang bersamaan.
2. Jika serigala ditinggalkan bersama kambing, maka serigala akan memakan kambing.
3. Jika kambing ditinggalkan bersama sayuran, maka kambing akan memakan sayuran.

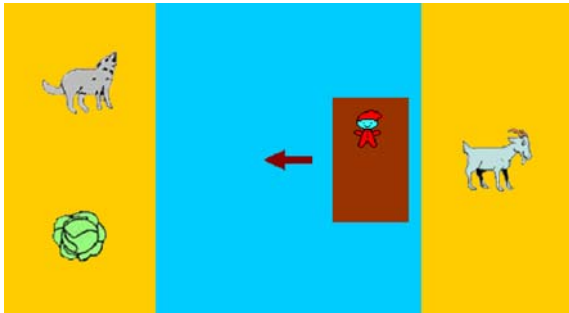
Dari peraturan nomor dua dan tiga, dapat dianalisis apa saja yang dapat ditinggalkan berdua dan apa saja yang tidak dapat ditinggalkan berdua. Serigala dan kambing tidak dapat ditinggalkan bersama-sama, begitu juga dengan kambing dan sayuran. Jika ditinggalkan bersama-sama, akan ada yang dimakan oleh yang lainnya. Untuk yang dapat ditinggalkan bersama-sama tanpa ada yang dimakan atau memakan hanya terdapat satu kemungkinan, yaitu serigala dengan sayuran. Serigala tidak mungkin memakan sayuran karena serigala adalah makhluk karnivora.



Gambar 3. Kambing dimakan oleh serigala



Gambar 4. Sayuran dimakan oleh kambing



Gambar 5. Sayuran tidak mungkin dimakan oleh serigala

2.3 Prinsip Penyelesaian Persoalan Dengan Algoritma Backtracking

Pada sub bab ini akan dibahas mengenai langkah-langkah pencarian solusi pada pohon ruang status. Langkah-langkah pencarian solusi adalah sebagai berikut:

1. Solusi dicari dengan membentuk lintasan dari akar ke daun. Aturan pembentukan yang dipakai adalah metode pencarian mendalam (*DFS*). Simpul-simpul yang sudah dibangkitkan dinamakan simpul hidup (*live node*), sedangkan simpul hidup yang sedang diperluas dinamakan simpul-E (*expand node*). Simpul diberi nomor dari atas ke bawah sesuai dengan urutan kelahirannya.
2. Setiap simpul-E diperluas, lintasan yang dibangun oleh simpul ini akan bertambah panjang. Setiap simpul-E yang diperluas akan diperiksa, apakah mengarah pada solusi atau tidak. Jika tidak mengarah pada solusi, maka simpul-E tersebut akan dimatikan. Semua simpul yang telah dimatikan akan menjadi simpul mati dan tidak akan dibangkitkan kembali.
3. Jika pembentukan lintasan menemukan simpul mati, maka proses pencarian dilanjutkan dengan membangkitkan simpul anak yang lainnya. Jika tidak ada lagi simpul anak yang dapat dibangkitkan, maka pencarian solusi dilanjutkan dengan melakukan *backtracking* atau runut-balik ke simpul hidup (simpul bapak) yang terdekat. Simpul ini akan menjadi simpul-E yang baru. Simpul-E

kembali diperluas dan lintasan kembali dibentuk sampai lintasan tersebut membentuk solusi.

4. Jika sudah menemukan solusi yang diinginkan atau jika sudah tidak menemukan solusi (tidak ada lagi simpul hidup untuk runut-balik) maka pencarian dihentikan.

2.4 Penerapan Algoritma Backtracking Dalam Penyelesaian Persoalan

Algoritma *Backtracking* untuk menyelesaikan persoalan ini adalah sebagai berikut:

```

procedure selesaikan () {
    if SudahSelesai () then
        exit ()
        /* Permainan telah selesai */
    else
        NaikPerahu ()
        /* Serigala, kambing, atau sayuran naik ke perahu */
        if BisaDimakan () then
            backtrack ()
            /* jika ada yang bisa termakan, lakukan backtracking */
        else
            JalanKeB ()
            /* perahu berjalan ke seberang */
            TurunPerahu ()
            /* turun dari perahu */
            if BisaDimakan () then
                Backtrack ()
                /* jika ada yang bisa termakan, lakukan backtracking */
            else
                NaikPerahu ()
                JalanKeA ()
                TurunPerahu ()
                if BisaDimakan () then
                    Backtrack ()
                    /* jika ada yang bisa termakan, lakukan backtracking */
                else
                    selesaikan ()
                    /* rekursif */
    }

```

Salah satu langkah-langkah penyelesaian permasalahan ini adalah sebagai berikut:

1. Petani membawa domba dari sisi A ke sisi B.
2. Petani kembali ke sisi A.
3. Petani membawa sayuran ke sisi B.
4. Petani membawa kambing dari sisi B ke sisi A.
5. Petani membawa serigala dari sisi A ke sisi B.

6. Petani kembali ke sisi A.
7. Petani membawa kambing dari sisi A ke sisi B.

Langkah pertama diambil dengan alasan agar di sisi A tidak ada yang akan termakan (serigala tidak akan memakan sayuran). Langkah keempat diambil agar di sisi B kambing tidak memakan sayuran. Langkah kelima diambil agar di sisi B tidak ada yang akan termakan (serigala tidak akan memakan sayuran). Langkah ketujuh merupakan langkah terakhir yang akan membawa kambing ke sisi B. Dengan begitu serigala maupun barang-barang bawaan petani dapat menyeberang dengan selamat.

Selain langkah-langkah di atas, ada langkah-langkah lainnya yang dapat dilakukan untuk menyelesaikan permainan ini. Namun hal tersebut tidak akan dibahas dalam makalah ini.

4. KESIMPULAN

Salah satu cara untuk menyelesaikan permasalahan menyeberangkan serigala, kambing, dan sayuran adalah dengan menggunakan algoritma *backtracking* atau runut-balik. Pemilihan menggunakan metode *backtracking* ini lebih baik jika dibandingkan dengan menggunakan algoritma *bruteforce*. Hal ini dikarenakan pada algoritma *backtracking* tidak semua simpul dibangkitkan, tetapi hanya simpul yang mengarah pada solusi yang dibangkitkan. Sedangkan untuk simpul yang tidak mengarah pada solusi akan dimatikan dan tidak akan dibangkitkan lagi. Lain halnya dengan algoritma *bruteforce* yang akan membangkitkan seluruh simpul solusi yang ada.

REFERENSI

- [1] Munir, Rinaldi, "Diktat Kuliah IF2251 Strategi Algoritmik", Bandung, 2006, hal. 125 - 149.
- [2] The wolf, the goat and the cabbage
<http://pagesperso-orange.fr/jeux.lulu/html/anglais/loupChe/loupChe1.htm#>
Diakses pada tanggal 18 Mei 2008
- [3] The Wolf, the Goat, and the Cabbage Problem
<http://britton.disted.camosun.bc.ca/jbwolfgoat.htm>
Diakses pada tanggal 18 Mei 2008