

Kakuro Solver dengan Algoritma Brute Force

Kevin (13512097)

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

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

13512097@std.stei.itb.ac.id

Abstract—Sudoku dan Kakuro adalah permainan logika populer di Jepang. Sudoku adalah permainan logika angka dimana pemain mengisi nilai angka 1-9 pada kotak-kotak yang tersedia sehingga pada 1 kolom dan 1 baris yang sama tidak terdapat angka yang sama. Petak permainannya berupa persegi berukuran 9 kali 9 yang terdiri dari 9 persegi kecil berukuran 3 kali 3. Di dalam tiap persegi itu juga tidak boleh terdapat angka yang sama. Kakuro adalah juga permainan logika angka dimana pemain mengisi nilai angka 1-9 pada kotak-kotak yang tersedia sehingga jumlahnya sesuai dengan yang tertera pada kotak hitam di samping maupun di sebelahnya. Untuk menyelesaikan kedua permainan itu dapat digunakan beberapa algoritma. Salah satunya adalah algoritma brute force yaitu algoritma yang straight-forward, sederhana dan jelas.

Index Terms— Kakuro, Sudoku, brute force, straight-forward.

I. PENDAHULUAN

Sesuai dengan generasi manusia yang semakin lama semakin pintar, maka mulai bermunculan permainan-permainan yang menuntut logika pemain dalam menyelesaikannya, di antaranya adalah Sudoku, Kakuro, 2048, dan masih banyak game-game logika lainnya.

Game-game tersebut dibuat dengan berbagai tingkat kesulitan dari yang paling mudah hingga yang paling susah. Sebagai suatu game, tentunya pemain ingin mengetahui jawaban atau solusi yang benar sebagai cross check dari jawaban yang berhasil dia temukan atau sebagai bahan pelajaran ketika dia tidak kesulitan mengerjakannya.

Solusi dari permainan tersebut tentunya sangatlah mudah bagi pembuat game tersebut, namun juga terdapat beberapa cara untuk mendapatkan solusi dari permainan tersebut dengan bantuan mesin seperti bantuan komputer. Misalnya untuk menyelesaikan permainan Sudoku, Kakuro maupun 2048 dapat digunakan algoritma brute force (straight-forward) maupun backtracking. Namun pada makalah ini, topik pembahasannya adalah Kakuro dan Sudoku.

Kakuro dan Sudoku adalah permainan-permainan logik numerik yang diciptakan oleh perusahaan Nicoli, Inc, sebuah perusahaan permainan teka-teki Jepang yang terkenal. Sudoku adalah permainan mengisi angka 1-9 pada petak kosong sehingga tiap kolom dan baris tidak

memiliki angka yang sama. Begitu juga pada tiap persegi dari 9 persegi kecil, tidak ada angka yang sama. Pada dasarnya, permainan Kakuro mirip seperti permainan Sudoku dimana kotak-kotak kosong diisi oleh angka 1-9 dan harus memenuhi aturan tertentu. Secara umum tingkat kesulitan kakuro bergantung pada jumlah petak kosong yang harus diisi.

II. DASAR TEORI

A. Sudoku

Sudoku adalah permainan numerik dimana pemain mengisi angka 1-9 pada petak kosong yang tersedia sehingga pada tiap kolom maupun baris tidak terdapat angka yang sama. Selain itu petak permainan Sudoku sendiri terbagi atas 9 persegi dimana pada tiap persegi itu tidak boleh terdapat angka yang sama juga.

5	3		7					
6			1	9	5			
	9	8					6	
8				6				3
4			8		3			1
7				2				6
	6					2	8	
			4	1	9			5
				8			7	9

Gambar 1 : Petak permainan Sudoku

Sumber : www.sudoku.com

Dari gambar di atas terlihat bahwasanya ketika nilai angka pada salah satu petak kosong di atas berubah maka perubahan tersebut akan mengakibatkan perubahan nilai angka pada petak-petak yang lain baik secara langsung maupun tidak langsung seperti efek domino. Karena sifat saling keterkaitannya ini maka pembuatan solver Sudoku dengan algoritma brute force seperti di bawah ini layak untuk diterapkan.

B. Kakuro

Kakuro adalah sebuah permainan numerik yaitu penjumlahan angka-angka 1-9 menjadi 1 angka yang nilainya ditentukan pada petak-petak informasi.

Petak-petak kosong pada kakuro terbagi atas dua yaitu

- Across clue (Petak-petak kosong horizontal)

Petak-petak kosong berurutan horizontal ke samping kanan yang jumlahnya sesuai dengan informasi yang dimiliki blok di samping kirinya. Contoh di bawah adalah sebuah across clue yang terdiri dari 4 petak ke samping yang jumlahnya sama dengan 13:



Gambar 2. Gambar across clue

Sumber : <http://www.kakuro.com/howtoplay.php>

b. Down clue (Petak-petak kosong vertical)

Petak-petak kosong berurutan vertical ke bawah yang jumlahnya sesuai dengan informasi yang dimiliki blok di atasnya. Contoh di bawah adalah sebuah Down clue yang terdiri dari 3 petak yang jumlahnya sama dengan 9.

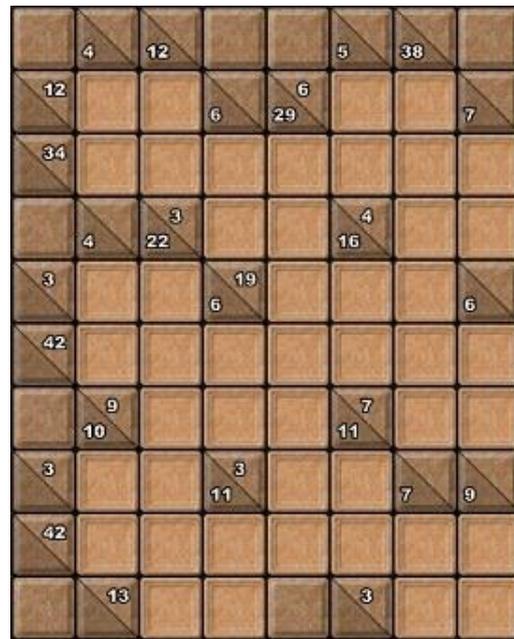


Gambar 3. Gambar down clue

Sumber : <http://www.kakuro.com/howtoplay.php>

Angka-angka pembentuk pada suatu Across clue maupun Down clue tidak boleh ada yang sama. Pada Gambar 2 di atas kombinasi $7+1+1=9$ tidak diperbolehkan karena pemakaian angka 1 sebanyak dua kali pada down clue tersebut. Perlu diketahui juga bahwa solusi dari tiap permainan kakuro yang mempunyai solusi hanyalah satu.

Salah satu ciri khas dari sebagian besar petak permainan Kakuro adalah petak-petak kosong permainannya yang saling terkait antara satu dengan yang lain baik secara langsung maupun tidak langsung. Sebagai contoh perhatikan petak permainan Kakuro di bawah ini :



Gambar 4. Gambar petak permainan kakuro

Sumber : <http://www.kakuro.com/howtoplay.php>

Pada gambar di atas kita dapat melihat bahwasanya ketika angka pada petak kosong pojok kanan bawah berubah maka perubahannya akan mempengaruhi angka pada petak di atasnya dan petak di sampingnya. Perubahan pada angka pada petak samping dan petak atas tersebut kemudian akan mempengaruhi petak atas dan petak samping masing-masing petak tersebut sehingga efek domino pun terjadi. Hal inilah yang mengakibatkan satu angka terkait dengan angka lainnya secara tidak langsung. Sifat keterkaitan ini sebenarnya bisa saja tidak ada jika memang itu yang dikehendaki oleh orang yang mendesain petak permainan kakuro tersebut. Sebagai contoh, jika petak informasi di sebelah kiri dua dari bawah yang berisi angka 42 di atas tidak lagi berisi angka 42 melainkan hanya petak hitam yang tidak berisi apa-apa maka ketika angka di petak kosong pojok kanan berubah maka perubahannya hanya akan mempengaruhi 1 petak di atas, 1 petak di kiri dan 1 petak di kiri atas diagonalnya. Namun, hal tersebut jarang dijumpai karena pada hakikatnya pendesain petak permainan kakuro menginginkan angka –angka pada petak kosong terkait baik secara langsung maupun tidak langsung. Hal inilah yang merupakan salah satu faktor yang menyebabkan solusi dari tiap petak permainan kakuro hanyalah satu. Oleh karena itu, algoritma brute force lumayan layak untuk digunakan sebagai algoritma solver kakuro.

C. Brute Force

Brute Force adalah salah satu algoritma dalam memecahkan berbagai persoalan. Algoritma brute force adalah algoritma yang straight-forward dalam arti pemecahannya didasarkan pada pernyataan masalah dan definisi konsep yang dilibatkan. Algoritma brute force memecahkan masalah dengan cara sederhana, langsung dan jelas.

III. ALGORITMA PENYELESAIAN

A. Sudoku

Berikut adalah beberapa tahapan dalam algoritma sudoku solver :

1. Beri tanda pembeda antara petak-petak kosong dan petak-petak informasi.
2. Untuk setiap petak kosong, isi dengan nilai dimulai dari angka 1 dimulai dari petak kosong pada ujung kiri atas.
3. Dengan cara yang sama, isi nilai petak-petak kosong di samping kanan dengan ketentuan nilai angka pada petak kosong tidak boleh sama dengan angka pada petak di samping kiri baris yang sama.
4. Untuk setiap kemungkinan angka pada petak terakhir yang diisi tadi, berilah tanda bahwa kemungkinan angka tersebut sudah pernah di tes.
5. Jika semua kemungkinan sudah pernah di tes yaitu dari angka 1-9 maka kosongkan petak terakhir tadi dan hapus semua penanda kemungkinan angkanya dan kemudian pindah 1 petak ke sebelah kirinya dan tambahkan satu ke petak tersebut.
6. Jika semua kemungkinan angka pada petak pertama yaitu petak pada ujung kiri atas telah dites maka petak permainan Sudoku tersebut tidak memiliki jawaban yang tepat sehingga program solver berhenti.
7. Jika petak kosong yang terakhir diisi tidak lagi terdapat di baris 1 maka selain membandingkan nilai angka petak tersebut dengan petak-petak kiri sebarisnya, bandingkanlah juga angka petak tersebut dengan petak-petak atas sekolomnya dan juga terhadap petak-petak yang terletak dalam satu persegi kecil dengannya.
8. Ulangi langkah 4 dan 5 sampai semua petak kosong tersebut terisi dan memenuhi persyaratan permainan Sudoku. Namun satu hal yang perlu diperhatikan yaitu ketika petak terakhir adalah petak paling kiri dalam suatu baris maka setelah semua penanda kemungkinannya telah dihapus, petak kembali ke petak yang terletak satu baris di atasnya dan berada di paling kanan dari petak persegi kecil yang sama dengan petak terakhir tersebut. Kemudian nilai angka pada petak tersebut ditambah satu dan semua nilai angka beserta penanda kemungkinan dari petak yang berada di sebelah kanannya dihapus.

5	3	4	6	7	8	9	1	2
6	7	2	1	9	5	3	4	8
1	9	8	3	4	2	5	6	7
8	5	9	7	6	1	4	2	3
4	2	6	8	5	3	7	9	1
7	1	3	9	2	4	8	5	6
9	6	1	5	3	7	2	8	4
2	8	7	4	1	9	6	3	5
3	4	5	2	8	6	1	7	9

Gambar 5 : Sudoku yang telah selesai dikerjakan
Sumber : www.sudoku.com

B. Kakuro

Berikut adalah beberapa tahapan dalam algoritma kakuro solver :

1. Beri tanda pembeda antara petak-petak kosong dan petak-petak informasi.
2. Untuk setiap petak kosong, isi dengan nilai dimulai dari angka 1 dimulai dari petak kosong pada ujung kiri atas.
3. Dengan cara yang sama, isi nilai petak-petak kosong di samping kanan dengan ketentuan nilai angka pada petak kosong tidak boleh sama dengan angka pada petak kosong di samping kirinya sampai ketemu petak informasi di sebelah kiri yang paling dekat. Jika sama, tambahkan satu pada angka petak kosong yang lagi diisi sampai nilainya tidak sama lagi dengan petak-petak di sebelah kirinya.
4. Jika petak di sebelah kanan bukanlah petak kosong melainkan petak informasi atau petak hitam, maka jumlahkan angka pada petak tersebut dengan angka-angka di sebelah kirinya dan cek apakah nilai penjumlahannya sama dengan petak informasi di sebelah kiri yang paling dekat.
5. Lakukan hal yang sama jika petak sekarang adalah petak kosong paling kanan dalam petak permainan kakuro.
6. Jika sama maka lanjutkan ke petak di sebelah kanan sesudah petak kosong terakhir tadi.
7. Jika tidak sama maka tambahkan satu ke petak terakhir yang diisi dan bandingkan lagi angka penjumlahannya dengan petak informasi sebelah kiri tadi.
8. Untuk setiap kemungkinan angka pada petak terakhir yang diisi tadi, berilah tanda bahwa kemungkinan angka tersebut sudah pernah di tes.
9. Jika semua kemungkinan sudah pernah di tes yaitu dari angka 1-9 maka kosongkan petak terakhir tadi dan hapus semua penanda kemungkinan angkanya dan kemudian pindah 1 petak ke sebelah kirinya dan tambahkan satu ke petak tersebut.
10. Ulangi langkah 3 sampai 8 sampai angka hasil

penjumlahannya sama dengan angka pada petak informasi sebelah kiri tersebut.

11. Jika petak di bawah petak kosong adalah petak informasi atau petak hitam atau juga jika petak kosong sekarang adalah petak paling bawah dalam petak permainan kakuro maka jumlahkan angka pada petak kosong tersebut dengan angka pada petak-petak kosong di atasnya dan cek apakah nilai penjumlahannya sama dengan angka pada petak informasi atas yang paling dekat.
12. Jika sama, maka lanjutkan ke petak di sebelah kanan sesudah petak kosong terakhir tadi.
13. Jika tidak sama maka tambahkan satu ke petak terakhir yang diisi dan bandingkan lagi angka penjumlahannya dengan petak informasi sebelah atas tadi dan juga terhadap petak informasi di sebelah kirinya yang paling dekat.
14. Untuk setiap kemungkinan angka pada petak terakhir yang diisi tadi, berilah tanda bahwa kemungkinan angka tersebut sudah pernah di tes.
15. Jika semua kemungkinan sudah pernah di tes yaitu dari angka 1-9 maka hapus semua penanda kemungkinannya dan kosongkan petak tersebut dan pindah satu petak ke petak di sebelah kirinya yang masih dalam across clue yang sama. Tambahkan satu dengan angka pada petak tersebut.
16. Jika tidak ada lagi petak kiri dalam across clue yang sama maka hapus semua penanda kemungkinan angkanya dan kemudian pindah ke petak diatas petak bermasalah tadi dan tambahkan satu ke petak tersebut.
17. Dari petak sekarang, cek apakah terdapat petak informasi di sebelah kanannya, jika tidak, kosongkan semua petak-petak di sebelah kanannya, jika ada maka kosongkan semua petak di sebelah kanan petak sekarang sampai petak informasi kanan yang paling dekat tersebut.
18. Ulangi langkah 10 sampai 15 sampai semua angka yang terisi memenuhi persyaratan penjumlahan petak informasi.

IV. ANALISA

Waktu yang diperlukan oleh algoritma brute force untuk menyelesaikan kedua permainan tersebut adalah berbentuk polynomial yaitu $9 \times n^9$ dengan n adalah banyaknya petak kosong yang harus diisi. Mengingat proses komputer yang cepat yaitu sekitar 1 juta proses dalam satu detik dan banyaknya petak kosong yang harus diisi dalam permainan Sudoku maupun kakuro tidaklah terlalu banyak. Maka penggunaan algoritma brute force masihlah visible untuk dilakukan.

IV. KESIMPULAN

Untuk membuat program solver kakuro dan Sudoku dapat digunakan algoritma brute force. Karena solusi dari

tiap petak permainan kakuro yang cuma ada satu dan petak kosong Sudoku yang maksimal 81 maka penggunaan algoritma brute force lumayan layak dalam membuat program solver kakuro maupun sudoku.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kesempatan yang diberikan sehingga penulis masih memiliki waktu untuk mengerjakan makalah ini. Lalu penulis ucapkan kepada orang tua penulis yang telah mendukung proses perkuliahan agar penulis sukses meraih ilmu yang bermanfaat. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada dosen pengajar mata kuliah ini karena mereka yang telah bersedia berbagi dan mengajarkan ilmu untuk mahasiswanya agar bermanfaat bagi nusa dan bangsa. Tidak lupa kepada teman-teman penulis yang telah memberikan semangat kepada penulis untuk berjuang bersama-sama agar lulus di dalam kuliah ini.

REFERENCES

- [1] Munir, Rinaldi, "Diktat Kuliah IF2211 Strategi Algoritma", Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2009.

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, 18 Mei 2014



Kevin (13512097)