

Aturan Warnsdorff dan Algoritma Backtracking pada Permainan The Knight's Tour

Wida Nurul Fauziah*, Yurika Permanasari, Respitawulan

Prodi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*widanurf69@gmail.com,yurikakoe@gmail.com,respitawulan@gmail.com

Abstract. The Knight's Tour game is a game played by one person involving a knight's on the chessboard. The rules of the game are simple, the player only needs to move the knight's so that the knight's occupies all of the plots on the chessboard exactly once with the same stride as in the chess game which is L-shaped, which longwise two plots and widens one plot. The Knight's Tour problem can be solved by the Warnsdorff rules and backtracking algorithm. The Warnsdorff Rules are steps that seek the completion of The Knight's Tour by selecting the next step choice of the fewest plots, isolated plots tend to be visited first, while the backtracking algorithm is a structured and systematic method of finding solutions by taking decisions one by one until a valid solution is found.

Keywords: The Knight's Tour, Warnsdorff Rule, Backtracking Algorithm

Abstrak. The Knight's Tour merupakan permainan yang dimainkan oleh satu orang yang melibatkan kuda (knight's) pada papan catur. Peraturan dari permainan ini sederhana, pemain hanya perlu memindahkan kuda sehingga kuda tersebut tepat menempati semua petak pada papan catur tepat satu kali dengan langkah gerak kuda sama seperti pada permainan catur yaitu berbentuk L, yaitu memanjang dua petak dan melebar satu petak. Permasalahan The Knight's Tour dapat diselesaikan dengan aturan Warnsdorff dan algoritma backtracking. Aturan Warnsdorff merupakan sebuah langkah-langkah yang mencari penyelesaian The Knight's Tour dengan cara memilih pilihan langkah berikutnya dari sebuah petak yang jumlahnya paling sedikit, petak yang terisolasi cenderung untuk dikunjungi terlebih dahulu, sedangkan algoritma backtracking merupakan metode terstruktur dan sistematis dalam pencarian solusi dengan cara mengambil keputusan satu per satu hingga ditemukan solusi yang valid.

Kata Kunci: The Knight's Tour, Aturan Warnsdorff, Algoritma Backtracking

1. Pendahuluan

Alam semesta ini diciptakan oleh Allah SWT dengan sebaik-baiknya. Sesungguhnya tidak ada yang tidak seimbang dalam penciptaan langit dan bumi, segala sesuatu di dalamnya memiliki ukuran, rumus, serta perhitungan yang rapi dan tertata. Jauh sebelum adanya Matematika, ternyata alam semesta telah lebih dulu memuat bentuk dan konsep dari Matematika.

Hal ini sesuai dengan firman Allah yang telah dijelaskan dalam surat Al-Qamar ayat 49 yang berbunyi:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ

Artinya: “Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran” (Q.S Al-Qamar:49). Ayat diatas menunjukkan bahwa Matematika sudah termuat dari awal penciptaan alam semesta, dan segala sesuatu diciptakan sesuai dengan ketentuan dan ukurannya masing-masing. Maka, sangat penting bagi manusia untuk mempelajari ilmu pengetahuan, salah satunya adalah Ilmu Matematika. Karena dengan mempelajari Ilmu Matematika, selain untuk melatih berhitung dan memiliki pola pikir sistematis, logis, teliti, dan cermat, juga diharapkan mampu menarik kesimpulan secara deduktif.

Salah satu cabang Ilmu Matematika yang berguna untuk diterapkan dalam banyak bidang ilmu dan dapat merepresentasikan permasalahan atau kondisi yang sering dijumpai dalam keadaan sehari-hari adalah Teori Graf [1]. Secara matematis, graf adalah pasangan himpunan (V,E) untuk V adalah himpunan tak kosong yang memiliki elemen disebut dengan simpul (vertex) dan E adalah kumpulan dari dua elemen subset V yang disebut sisi (edges). Simpul direpresentasikan dengan titik dan sisi dengan garis, salah satu kegunaannya yaitu untuk menyelesaikan permainan The Knight’s Tour pada papan catur. Petak pada papan catur dapat diibaratkan sebagai simpul, sedangkan pilihan jalan pada langkah gerak kuda dapat diibaratkan sebagai sisi.

The Knight’s Tour merupakan permainan yang dimainkan oleh satu orang yang melibatkan kuda (knight’s) pada papan catur. Peraturan dari permainan ini sederhana, pemain hanya perlu memindahkan kuda sehingga kuda tersebut tepat menempati semua petak pada papan catur tepat satu kali dengan langkah gerak kuda sama seperti pada permainan catur yaitu berbentuk L, yaitu memanjang dua petak dan melebar satu petak. Kudalah satu-satunya bidak yang dapat melompati bidak-bidak lain.

Jika permainan berhasil diselesaikan dengan kuda kembali ke tempat asal maka jalur yang terbentuk disebut sirkuit Hamilton atau close tour, sedangkan jika permainan berhasil diselesaikan dengan kuda tidak kembali ke tempat asal maka jalur yang terbentuk disebut lintasan Hamilton atau open tour. Ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permainan The Knight’s Tour, diantaranya menggunakan metode De Moivre, aturan Warnsdorff, algoritma Backtracking, dan algoritma Divide and Conquer. Dalam penelitian ini akan dilihat penyelesaian The Knight’s Tour menggunakan aturan Warnsdorff dan algoritma backtracking.

2. Landasan Teori

2.1 The Knight Tour

The Knight’s Tour merupakan permasalahan kombinatorika dengan sejarah yang panjang, banyak matematikawan terkenal yang telah mencoba menyelesaikan teka-teki ini [2] [3] Teka-teki ini mulai dipelajari secara formal oleh Euler pada tahun 1759 menggunakan papan catur standar berukuran 8×8 yang bisa dimainkan oleh satu orang. Peraturan dari permainan ini sederhana. Pemain hanya perlu memindahkan kuda sehingga kuda tersebut tepat menempati semua petak pada papan catur tepat satu kali dengan langkah gerak kuda sama seperti pada permainan catur yaitu berbentuk L seperti dicontohkan pada gambar 1.1

Banyak cara dan solusi yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permainan The Knight’s Tour ini tergantung ukuran petak yang digunakan untuk bermain [4] [5], dengan papan berukuran minimal $m > 4$ dan $n > 4$. Jalur yang membentuk lintasan hamilton atau open tour pada The Knight’s Tour itu ada jika dan hanya jika papan berukuran $n \geq 5$, dan untuk jalur yang membentuk sirkuit hamilton atau close tour pada The Knight’s Tour itu ada jika dan hanya jika $n \geq 6$ untuk n genap [6] [7]

2.2 Aturan Warnsdorff

Permainan ini dapat diselesaikan menggunakan aturan Warnsdorff dan algoritma backtracking.

Pada awal abad 19 metode praktis untuk menyelesaikan Knight's Tour muncul. Dalam "Des Rösselsprungs einfachste und allgemeinste Lösung" H. C. Warnsdorff mempresentasikan metodenya dalam membangun Knight's Tour. Tujuannya adalah untuk menghindari solusi jalan buntu yang mengakibatkan kuda tidak bisa melangkah lebih jauh tanpa sampai ke petak akhir dan tidak melalui petak yang sudah dikunjungi. Maka dari itu, pilihan petak yang akan dipilih harus diperiksa dan dipertimbangkan terlebih dahulu sebelum diputuskan untuk dipilih. Aturan Warnsdorff merupakan sebuah langkah-langkah yang mencari penyelesaian The Knight's Tour dengan cara memilih pilihan langkah berikutnya dari sebuah petak yang jumlahnya paling sedikit, petak yang terisolasi cenderung untuk dikunjungi terlebih dahulu.

Langkah-langkah Aturan Warnsdorff:

1. Dari petak awal kuda ditempatkan, data pilihan langkah yang mungkin dilalui oleh kuda.
2. Memilih langkah yang pilihan langkah selanjutnya paling sedikit, lalu dari petak baru data kembali pilihan langkah yang mungkin dilalui.
3. Menempatkan kuda pada petak yang telah dipilih
4. Mengulangi langkah pertama sampai dengan ketiga untuk petak yang sedang ditempati
5. Pencarian dihentikan ketika solusi telah ditemukan atau tidak ada lagi langkah yang memungkinkan sampai semua petak terlewati

2.3 Algoritma Backtracking

Algoritma backtracking merupakan metode terstruktur dan sistematis dalam pencarian solusi dengan cara mengambil keputusan satu per satu hingga ditemukan solusi yang valid. Algoritma Backtracking pertama kali diperkenalkan oleh D.H Lehmer pada tahun 1950, kemudian diperjelas dan digeneralisasikan oleh R.J Walker, Golomb, dan Baumert. [8]. Algoritma backtracking melakukan pencarian solusi persoalan secara sistematis pada semua kemungkinan solusi yang ada pada setiap node dengan berbasis pencarian simpul mendalam secara rekursif. Pencarian pilihan langkah hanya yang mengarah ke solusi saja yang dikembangkan, sehingga waktu pencarian dapat lebih hemat.

Langkah-langkah Algoritma backtracking:

1. Dari petak awal kuda ditempatkan, data pilihan langkah yang mungkin dilalui oleh kuda.
2. Memilih salah satu langkah, lalu dari petak baru data kembali pilihan langkah yang mungkin dilalui.
3. Menempatkan kuda pada petak yang telah dipilih.
4. Mengulangi langkah pertama sampai dengan ketiga untuk petak yang sedang ditempati
5. Jika tidak ada pilihan langkah lagi, maka kembali ke langkah sebelumnya (backtracking).
6. Pencarian dihentikan ketika solusi telah ditemukan atau tidak ada lagi langkah yang memungkinkan sampai semua petak terlewati.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Dalam penelitian ini, papan solusi akan di inisialisasi dengan koordinat dari baris dan kolom yaitu (i,j) dengan i sebagai baris dan j sebagai kolom untuk $(i = 1,2,\dots,n)$ dan $(j = 1,2,\dots,n)$ dengan menentukan posisi awal pada $(1,n)$.

3.1 Solusi dengan Aturan Warnsdorff

Akan ditunjukkan pada papan berukuran 6×6 menggunakan aturan Warnsdorff dengan menentukan petak yang akan menjadi posisi awal yaitu petak di sebelah kanan atas yaitu petak $(1,6)$

Selanjutnya, data setiap pilihan langkah yang mungkin dilakukan oleh kuda pada petak $(1,6)$ dan tandai dengan Y yaitu Y_1 pada $(2,4)$ dan Y_2 pada $(3,5)$

Menghitung pilihan langkah berikutnya pada pilihan langkah yang mungkin dilakukan kuda jika kuda berada di posisi setiap masing-masing Y. Posisi yang dihitung haruslah posisi

yang belum dilewati.

- Y1 (2,4) = 5 Langkah
- Y2 (3,5) = 5 Langkah

Posisi selanjutnya dilihat dari kemungkinan Y yang paling sedikit, tapi karena pada kasus diatas kemungkinan dari Y1 dan Y2 sama maka pilihlah salah satunya, misalnya yaitu Y2.

Untuk menentukan langkah kuda berikutnya dilakukan proses pemilihan yang sama yaitu mendata semua pilihan langkah pada kemungkinan petak yang dituju dengan petak terpilih adalah petak yang memiliki pilihan langkah paling minimum. Sehingga dihasilkan solusi sebagai berikut:

3.2 Solusi dengan Algoritma Backtracking

State awal menggunakan algoritma backtracking pada papan berukuran 6 x 6 sama halnya dengan menggunakan aturan Warnsdorff, yaitu menentukan titik awal pada (1,6)

Pilihan langkah selanjutnya yaitu pada petak (2,4) dan (3,5). Misalkan akan dipilih petak (2,4). Selanjutnya dilakukan pengecekan rute pilihan langkah berikutnya yaitu pada petak (1,6), (1,2), (3,2), (3,6), (4,3) dan (4,5). Misalkan dipilih petak (1,6) dan ternyata petak (1,6) sudah terisi maka akan dilakukan backtrack melalui (2,4) dan pilih pilihan langkah lain yang belum dipilih, misalkan (1,2). Lakukan langkah berikutnya secara iteratif sehingga diperoleh solusi sebagai berikut:

4. Kesimpulan

Aturan Warnsdorff memeriksa jumlah langkah selanjutnya dari setiap kemungkinan langkah dalam knight's tour. Pilihan langkah selanjutnya adalah langkah yang memiliki jumlah langkah berikutnya yang paling minimum. Sedangkan pemilihan langkah knight's tour menggunakan algoritma backtracking mempertimbangkan semua kemungkinan langkah yang dipilih secara acak. Apabila pemilihan langkah menemui jalan buntu atau petak sudah terisi maka kembali ke petak sebelumnya dan pemilihan langkah dilanjutkan kembali dengan cara yang sama.

Daftar Pustaka

- [1] Susi Meliani, Yurika Permanasari, Ichi Sukarsih, "Pewarnaan Titik pada Graf Menggunakan Algoritma Baris dan Implementasinya dalam Matlab," dalam Spesia Universitas Islam Bandung, Bandung, 2016.

- [2] L. S dan W. C, "Optimal Algorithms for Constructing Knight's Tours on Arbitrary $n \times m$ Chessboards," 2005, pp. 219-232.
- [3] Fari Ardilla Ardianto, Yurika Permanasari, Ichi Sukarsih, "Penerapan Pewarnaan Graf sebagai Metode untuk Mencari Solusi Permainan Sudoku," dalam Spesia Universitas Islam Bandung, Bandung, 2015.
- [4] Y. U. Micky, "Penerapan Teori Graf untuk Menyelesaikan Teka-Teki Permainan The Knight's Tour," 2015.
- [5] P. Cull dan J. Curtins, "Knight's Tour Revisited," June 1978.
- [6] C. A, H. T, M. H dan W. I, "Solution of The Knight's Hamiltonian Path Problem on Chessboards," 1994, pp. 125-134.
- [7] Yusuf Ibrahim Abdallah, Yani Ramdani, Yurika Permanasari, "Application of Graph Hamilton on Determining the Shortest Route of Trans Metro Bandung," Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, pp. 1579-1580, 2019.
- [8] R. Ahmad Genadi, "Algoritma Penyelesaian Knight's Tour Problem," 2017.