

Strategi Permainan Checkers dengan Pohon Keputusan : Aplikasi Teori Graf

Joel Hotlan Haris Siahaan - 13523025¹

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

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

13523025@std.stei.itb.ac.id

Abstract—Permainan checkers merupakan permainan strategi yang mengharuskan pemain untuk mengambil langkah terbaik dalam setiap posisinya. Penerapan teori graf dalam bentuk pohon keputusan dapat digunakan untuk menentukan langkah terbaik dalam permainan checkers. Makalah ini membahas langkah-langkah dalam membangun pohon keputusan, mengevaluasi posisi bidak, dan menentukan langkah yang optimal menggunakan algoritma minimax. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan pohon keputusan dengan teori graf dapat meningkatkan performa pemain dalam permainan checkers dengan memberikan prediksi langkah terbaik berdasarkan posisi saat ini.

Keywords—Checkers, Pohon keputusan, Teori graf, Minimax, Alpha-beta pruning.

I. PENDAHULUAN

Permainan checkers atau yang dikenal juga dengan nama dam adalah salah satu permainan papan klasik yang telah dimainkan selama berabad-abad. Dengan aturan sederhana dalam pergerakan bidak, permainan ini menawarkan kedalaman strategi yang dapat menjadi subjek analisis ilmu matematika. Dalam konteks ini, analisis strategi permainan checkers dapat dilakukan dengan mengaplikasikan konsep-konsep dari kombinatorika dan teori graf.

Teori graf sebagai cabang Matematika yang mempelajari hubungan antara objek-objek melalui representasi graf, memiliki aplikasi dalam permainan checkers. Papan permainan checkers dapat dimodelkan sebagai graf, Dimana kotak-kotak papan merepresentasikan simpul dan hubungan antar kotak direpresentasikan sebagai sisi. Pendekatan dengan graf memungkinkan analisis strategi melalui algoritma yang memanfaatkan sifat-sifat graf seperti algoritma jalur terpendek.

Makalah ini membahas strategi permainan checkers dengan memanfaatkan pendekatan berbasis pohon Keputusan. Pohon Keputusan adalah struktur grafis yang digunakan untuk memetakan Langkah-langkah Keputusan dan konsekuensi dari setiap pilihan. Dalam konteks permainan checkers, pohon Keputusan dapat digunakan untuk mengevaluasi berbagai kemungkinan Langkah secara sistematis. Dengan mengintegrasikan prinsip teori graf dan evaluasi dengan algoritma minimax, makalah ini dapat meningkatkan pemahaman tentang strategi optimal dalam permainan checkers.

II. LANDASAN TEORI

A. Graf

Dalam matematika Graf adalah suatu struktur yang terdiri dari simpul (vertex) dan sisi (edge) yang menghubungkan simpul-simpul tersebut. Pengertian lain graf adalah himpunan dari simpul(vertices) yang terhubung oleh sisi-sisi(edges). Secara matematis, dapat ditulis dalam bentuk :

$$G = (V, E)$$

V : himpunan tidak-kosong simpul(vertices)

$$= \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$$

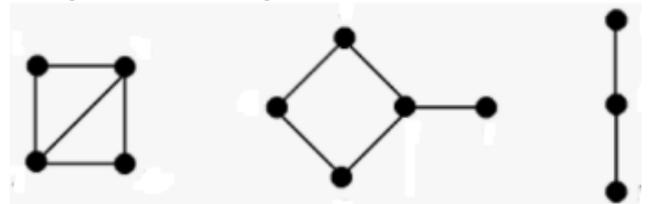
E : himpunan sisi-sisi(edges)

$$= \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$$

Berdasarkan ada tidaknya sisi ganda atau gelang, graf dapat dibagi menjadi dua jenis :

1. Graf Sederhana(simple graph)

Graf yang tidak mengandung gelang maupun sisi ganda dinamakan graf sederhana.



Gambar 1. Graf Sederhana

Sumber:

<https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2024-2025/20-Graf-Bagian1-2024.pdf>

2. Graf tak-sederhana (unsimple graph)

Graf yang mengandung sisi ganda atau gelang dinamakan graf tak-sederhana (unsimple-graph). Graf tak-sederhana dibedakan lagi menurut keberadaan sisi ganda dan sisi gelang, menjadi :

a. Graf ganda (multi-graph), graf yang mengandung sisi ganda.

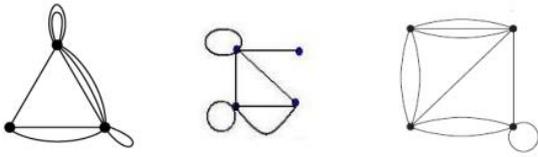


Gambar 2. Graf Ganda

Sumber:

<https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis>

b. Graf semu (pseudo-graph), graf yang mengandung sisi gelang



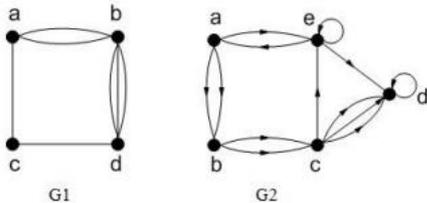
Gambar 3. Graf Semu

Sumber:

<https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2024-2025/20-Graf-Bagian1-2024.pdf>

Berdasarkan orientasi arah pada sisinya, graf dibedakan menjadi dua jenis:

1. Graf tak-berarah (undirected graph)
Graf yang sisinya tidak mempunyai orientasi arah dinamakan graf tak-berarah.
2. Graf berarah (directed graph)
Graf yang setiap sisinya memiliki orientasi arah dinamakan graf berarah.



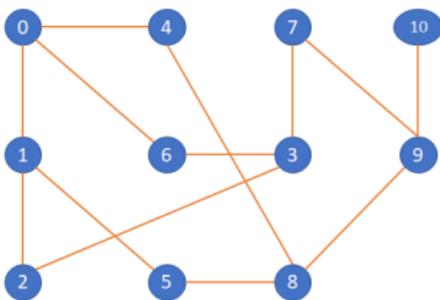
G1 : graf tak-berarah; G2 : Graf berarah

Gambar 4. Graf Berarah dan Tak Berarah

Sumber:

<https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2024-2025/20-Graf-Bagian1-2024.pdf>

Sirkuit atau siklus adalah lintasan dalam graf yang berawal dan berakhir pada simpul yang sama.

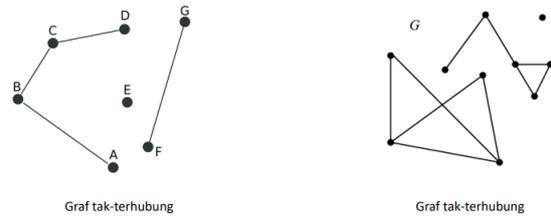


Gambar 5. Graf Berbobot

<https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2024-2025/20-Graf-Bagian1-2024.pdf>

Pada graf G diatas lintasan 0, 4, 8, 5, 1, 0 adalah sebuah sirkuit.

Dua buah simpul missal simpul v_1 dan v_2 disebut terhubung jika terdapat lintasan dari v_1 ke v_2 . Suatu graf disebut graf terhubung (connected graph) jika untuk setiap pasangan simpul v_i dan v_j pada graf terdapat lintasan dari v_i ke v_j .

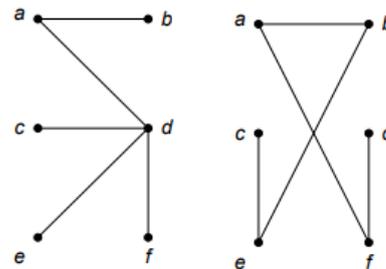


Gambar 6. Graf Terhubung dan Tak-Terhubung

<https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2024-2025/20-Graf-Bagian1-2024.pdf>

B. Pohon Keputusan

Pohon adalah graf tak-berarah yang terhubung dan tidak memiliki sirkuit.



Gambar 7. Pohon

Sumber :

<https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/23-Pohon-Bag2-2023.pdf>.

Pohon Keputusan adalah struktur pohon yang digunakan untuk merepresentasikan kemungkinan Langkah yang dapat diambil pada posisi-posisi tertentu. Dalam pohon Keputusan untuk permainan checkers, setiap simpul mewakili keadaan permainan dan cabang-cabang yang menghubungkannya mewakili Langkah-langkah yang mungkin.

Pohon Keputusan dapat digunakan untuk menggambarkan urutan Langkah yang mungkin diambil dari posisi awal hingga akhir permainan checkers. Namun, diperlukan algoritma Minimax untuk memilih Langkah terbaik mengingat kedalaman strategi permainan checkers. Setiap Langkah akan dievaluasi dengan kriteria-kriteria seperti jumlah bidak, kontrol papan, dan kemungkinan promosi bidak.

C. Algoritma Minimax

Algoritma Minimax adalah algoritma pencarian dalam Game Theory yang bertujuan untuk memaksimalkan keuntungan bagi pemain, dengan asumsi bahwa lawan juga bermain secara optimal. Algoritma ini banyak digunakan dalam permainan berbasis giliran dengan dua pemain seperti checkers. Dalam minimax, pemain dibedakan menjadi maximizer dan miniaturer. Maximizer mencoba untuk memilih Langkah dengan nilai poin setinggi mungkin, sementara miniaturer mencoba untuk melakukan yang sebaliknya dan mendapatkan nilai poin serendah mungkin.

Minimax dapat dilakukan dengan Langkah berikut :

1. Setiap simpul dalam pohon Keputusan diberi nilai berdasarkan hasil evaluasi (positif untuk Langkah

menguntungkan, negative untuk Langkah yang merugikan)

2. Algoritma mengeksplorasi seluruh pohon Keputusan untuk menemukan Langkah yang memaksimalkan keuntungan bagi pemain dan meminimalkan keuntungan lawan.

D. Checkers

Checkers adalah permainan papan yang dimainkan oleh dua orang dengan papan berisi 64 kotak terang dan gelap. Terdapat 24 bidak berbentuk disk dengan warna kontras yang umumnya hitam dan putih atau merah dan putih. Setiap bidak dimainkan pada kotak gelap dengan posisi awal masing-masing 12 bidak di kedua sisi papan.

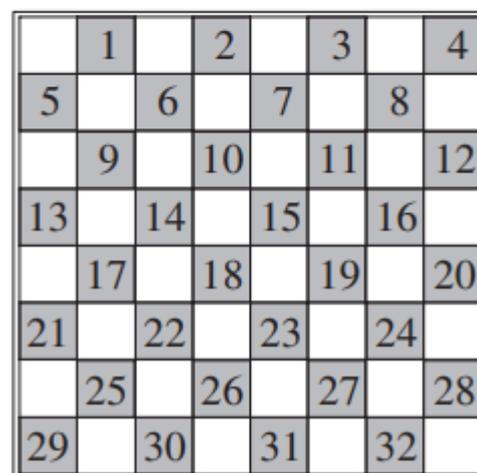
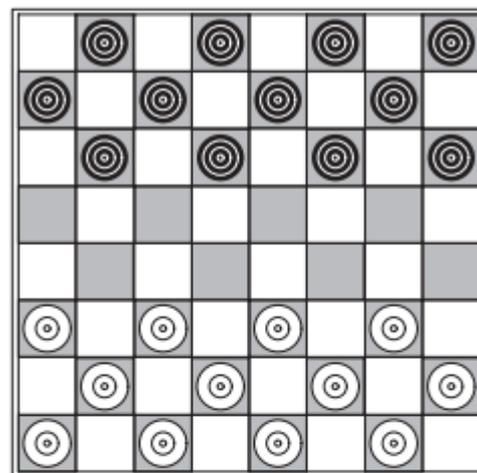
Seorang pemain menang jika pemain lawan tidak dapat melangkah lagi. Hal ini terjadi jika semua bidak lawan telah diambil atau saat lawan tidak mempunyai bidak yang dapat melangkah karena blockade dari bidak lain.

Bidak gelap adalah yang pertama memulai permainan. Langkah dilakukan hanya pada kotak gelap, setiap bidak dapat melangkah secara diagonal ke depan. Namun, bidak raja dapat bergerak ke depan atau belakang. Selain itu, bidak hanya dapat bergerak sejauh satu kotak kecuali melompati bidak lawan.

Bidak dapat melompati bidak lawan dan berpindah ke kotak kosong di sisi diagonal yang berlawanan dengan kotak awal bidak. Bidak yang telah dilompati harus dikeluarkan dari papan permainan. Lompatan dapat dilakukan berulang kali selama satu giliran.

Jika terdapat kesempatan untuk melompati bidak lawan, pemain harus melompati bidak tersebut dan terus melompat jika posisinya memungkinkan. Jika terdapat lebih dari satu bidak yang dapat melompati bidak lawan, pemain dapat memilih bidak mana yang akan melompat.

Selain bidak biasa, terdapat bidak raja yang jauh lebih kuat karena dapat melangkah secara diagonal ke depan maupun belakang. Ketika bidak biasa mencapai ujung sisi papan dari lawan, bidak tersebut menjadi bidak raja. Bidak raja dapat melakukan kombinasi lompatan diagonal ke arah depan dan belakang dalam satu giliran. Pada peraturan permainan checkers Amerika dan Inggris, jika suatu bidak melompat untuk sampai ke ujung sisi, promosi ke raja menjadi akhir dari giliran tersebut atau dengan kata lain tidak dapat langsung melompat lagi berturut-turut (multiple jumps).



Gambar 8. Papan Checkers

Sumber :

<https://www.cs.cornell.edu/courses/cs6700/2013sp/readings/06-b-Checkers-Solved-Science-2007.pdf>.

Checkers umumnya dimainkan di papan berukuran 8x8. Setiap posisi yang mungkin pada papan diberi nomor satu sampai 32. Namun, ada juga variasi yang memberi nama posisi checkers seperti permainan catur yaitu dengan gabungan huruf a-g (kolom) dan nomor 1-8 (baris) seperti posisi a2, d4, dan g7.

Pindahan satu langkah adalah pemindahan bidak ke satu kotak diagonal yang kosong di sebelahnya. Misal jika bidak bergerak kotak "22" ke "18", notasinya akan menjadi "22-18". Pindahan tangkap terjadi ketika bidak pemain melompati dan menangkap bidak lawan dengan mendarat di kotak kosong segera di belakangnya. Notasi untuk pindahan tangkap mencakup semua kotak yang terlibat dalam urutan penangkapan, dipisahkan oleh tanda hubung ("x"). Misalnya, jika sebuah bidak menangkap bidak lawan dari "24" ke "15," melewati kotak "19," notasinya akan menjadi "24x15."

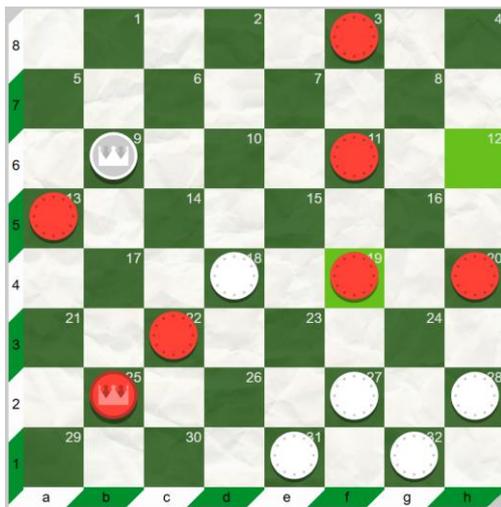
Evaluasi dalam Checkers :

- Jumlah bidak: Pemain dengan lebih banyak bidak di papan berada dalam posisi yang lebih menguntungkan.
- Kontrol pusat : Pemain yang mengontrol area pusat papan memiliki fleksibilitas lebih dalam bergerak.
- Posisi raja : Pemain yang telah mempromosikan bidaknya menjadi raja memiliki keuntungan strategis.

- Potensi Langkah selanjutnya: Kemampuan untuk mengancam Langkah lawan atau menghindari jebakan.

Skor dapat diberikan pada posisi papan dengan metode numerik, seperti +1 untuk setiap menangkap suatu bidak. Melakukan promosi ke bidak raja mendapat +2 skor, sedangkan kehilangan bidak raja mengurangi -2 skor. Membuat perangkap pada langkah selanjutnya memberikan +1 untuk setiap keuntungan bidak, tetapi -1 untuk setiap bidak yang akan hilang saat langkah menjebak diri sendiri. Selain itu, menempatkan bidak semakin dekat dengan baris promosi bisa mendapat skor +0.5 atau tergantung pertimbangan lainnya.

III. IMPLEMENTASI

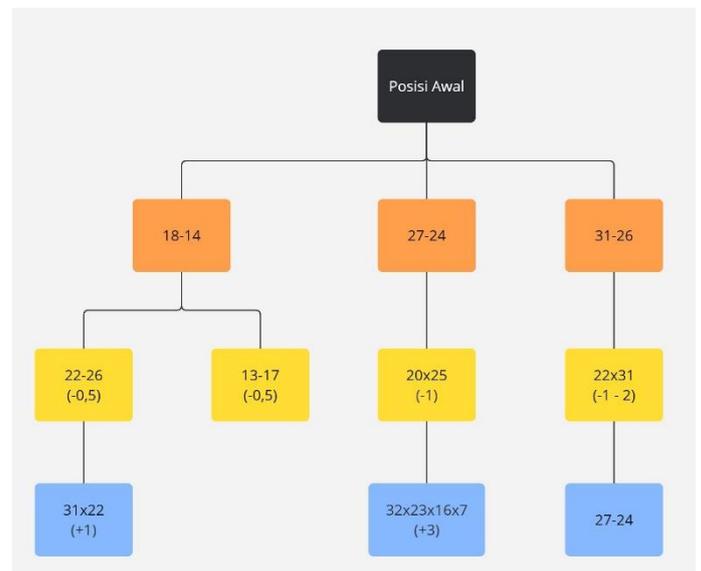


Gambar 9. Posisi Awal

Sumber : <https://www.checkercruncher.com/games/2371>

Berikut adalah posisi yang diambil dari pertandingan Jordan, R dan Steward, R pada tahun 1897 di Edinburgh game ke-14. Pada posisi ini, merah baru saja melompat dari kotak 12 ke 19 dan menangkap bidak putih di kotak 16. Secara material, putih memiliki lima bidak biasa dan satu bidak raja, sedangkan merah memiliki keuntungan material dengan enam bidak biasa dan satu bidak raja.

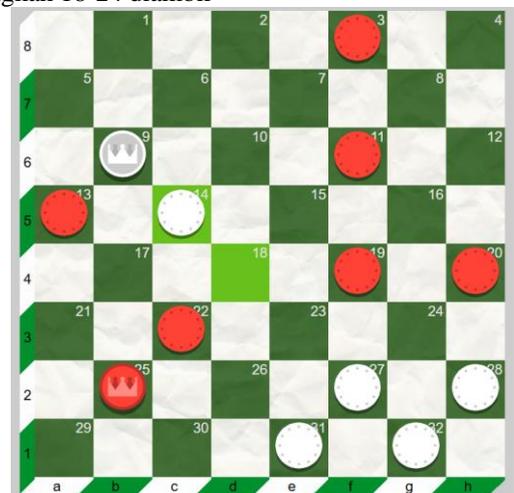
Untuk menentukan langkah selanjutnya akan dibuat pohon Keputusan dengan simpul berupa langkah-langkah yang mungkin dilakukan bisak putih. Sesuai minimax, putih akan bertindak sebagai maximizer sementara merah bertindak sebagai miniaturer.



Gambar 10. Pohon Keputusan
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Berdasarkan pohon ini terdapat beberapa kasus langkah yang bisa diambil oleh maximizer putih :

1. Langkah 18-24 diambil

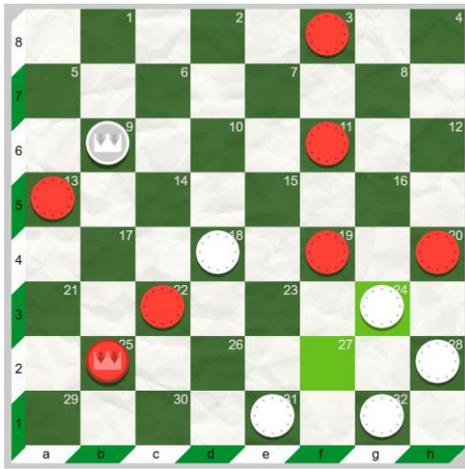


Gambar 11. Langkah 18-14

Sumber : <https://www.checkercruncher.com/games/2371>

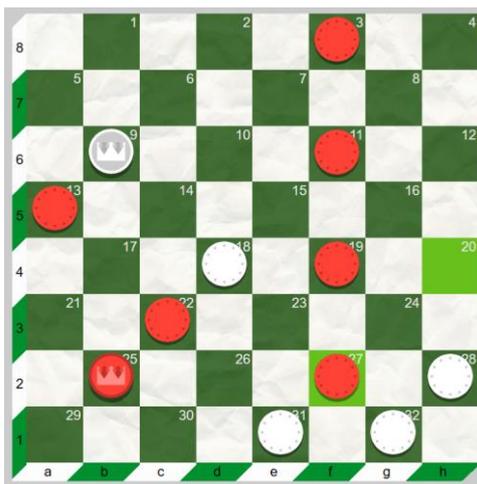
Pada tingkatan pohon selanjutnya Merah mempunyai dua pilihan yaitu langkah 22-26 dan 13-17. Langkah 22-26 akan memaksa putih untuk melompati bidak merah sehingga poinnya -0,5 untuk posisi bidak semakin dekat dengan promosi dengan raja dijumlahkan dengan +1 karena mengambil bidak lawan. Miniaturer akan mengambil langkah yang memberikan nilai terkecil yaitu 13-17 dengan poin -0,5 karena memindahkan bidak merah semakin dekat ke barisan promosi.

2. Langkah 27-24 diambil,



Gambar 12. Langkah 27-24

Sumber : <https://www.checkercruncher.com/games/2371>

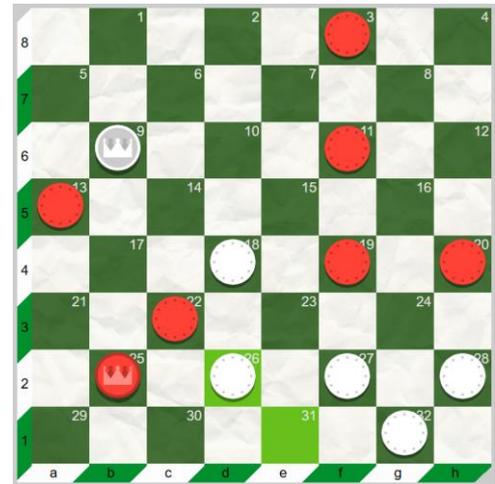


Gambar 13. Langkah 20x27

Sumber : <https://www.checkercruncher.com/games/2371>

Merah sebagai miniaturer telah terjebak dan hanya dapat melakukan lompatan sesuai dengan peraturan checkers. Setelah itu, putih harus melakukan lompatan karena tersedia pilihan melompat. Pada langkah ini, putih dapat memilih di antara lompatan dengan bidak di kotak 31 atau 32. Kedua pilihan tersebut memberikan putih keuntungan +3 karena menangkap tiga bidak lawan.

3. Langkah 31-26

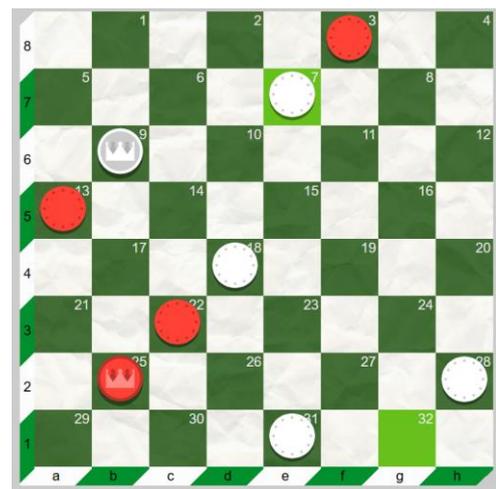


Gambar 14. Langkah 31-26

Sumber : <https://www.checkercruncher.com/games/2371>

Pada tingkatan pohon selanjutnya, merah hanya memiliki satu pilihan karena tersedia pilihan untuk melompat yaitu 22x26. Setelah itu, putih sebagai maximizer memiliki pilihan langkah seperti 27-24, yang terbukti menguntungkan.

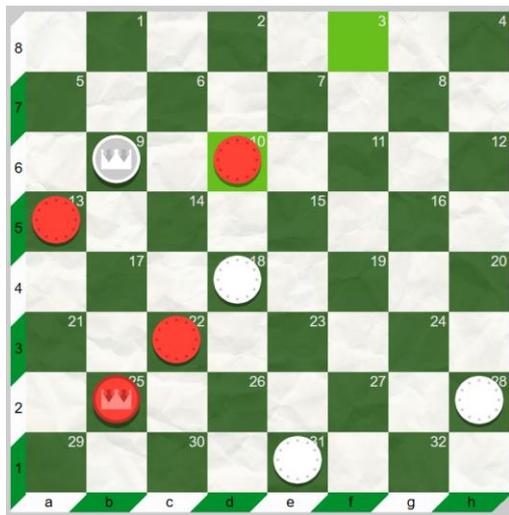
Berdasarkan pohon Keputusan, pada posisi awal seharusnya putih mengambil langkah 27-24 karena akan memaksa merah melakukan langkah lompatan 20x27. Setelah posisi tersebut, putih yang sebelumnya kalah secara material akan dapat membalikan arus permainan dengan langkah 32x23x16x7 yang menangkap tiga bidak lawan sekaligus dan memberikan poin +3 untuk nilai evaluasi posisi.



Gambar 15. Langkah 32x23x16x7

Sumber : <https://www.checkercruncher.com/games/2371>

Posisi setelah langkah 32x23x16x7 akan memaksa merah melakukan lompatan 3x10. Meskipun demikian, pada posisi selanjutnya merah tidak dapat melakukan langkah berarti karena bidak merah di kotak 10 terjebak dan dapat dengan mudah ditangkap dalam dua langkah ke depan, sedangkan bidak putih di kotak 31 dan 28 dapat melakukan promosi dengan aman melewati kotak-kotak yang kosong di depannya.



Gambar 16. Langkah 3x10

Sumber : <https://www.checkercruncher.com/games/2371>

IV. KESIMPULAN

Penerapan algoritma minimax pada checkers membantu pemain dalam mengevaluasi berbagai posisi bidak secara efisien dan mengambil keputusan yang lebih baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pohon keputusan dengan teori graf dapat meningkatkan performa pemain dalam permainan checkers. Pendekatan ini membantu dalam mengidentifikasi langkah-langkah yang optimal dan meminimalkan risiko kesalahan strategis. Oleh karena itu, teknik ini sangat relevan bagi pemain checkers yang ingin meningkatkan kemampuan bermain mereka dan menghadapi berbagai situasi permainan dengan lebih percaya diri.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kehadirat Allah Yang Maha Kuasa karena atas rahmat dan karunia-Nya lah penulis dapat menyelesaikan makalah dengan judul “Strategi Permainan Checkers dengan Pohon Keputusan : Aplikasi Teori Graf” dengan tepat waktu. Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak I Dr. Ir. Rinaldi, M.T. selaku dosen pengampu mata kuliah Matematika Diskrit atas bimbingan dan ilmunya. Tak lupa, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penulisan makalah ini. Semoga makalah ini dapat diterima dengan baik.

REFERENSI

- [1] Britannica. "Checkers." <https://www.britannica.com/topic/checkers> (Diakses, 27 Desember 2024)
- [2] Munir, Rinaldi. 2023. "Pohon Bagian 1." <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/22-Pohon-Bag1-2023.pdf>. (Diakses 29 Desember 2024).
- [3] Munir, Rinaldi. 2023. "Graf Bagian 1." <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/19-Graf-Bagian1-2023.pdf> (Diakses 29 Desember 2024).
- [4] Geeks for Geeks. "Minimax Algorithm in Game Theory – Set 1 (Introduction)." <https://www.geeksforgeeks.org/minimax-algorithm-in-game-theory-set-1-introduction/>. (Diakses 3 Januari 2025).
- [5] Chinook Project. "Notation in Checkers." <https://webdocs.cs.ualberta.ca/~chinook/play/notation.html#:~:text=In%2>

- [6] Cornell University. 2007. "Checkers Solved." <https://www.cs.cornell.edu/courses/cs6700/2013sp/readings/06-b-Checkers-Solved-Science-2007.pdf>. (Diakses 29 Desember 2024).
- [7] Checker Cruncher. "Games 2371." <https://www.checkercruncher.com/games/2371> (Diakses 7 Januari 2025).

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, 6 Januari 2025

Joel Hotlan Haris Siahaan
13523025