

# Aplikasi Pohon Keputusan dalam Strategi Dasar Permainan Othello

William Manuel Kurniawan - 13520020

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

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

13520020@std.stei.itb.ac.id

**Abstract**—Pohon keputusan memiliki banyak aplikasi dalam kehidupan, salah satunya adalah menganalisis langkah yang dilakukan dan dapat dilakukan dalam permainan papan. Salah satu permainan yang dapat dianalisis dengan pohon keputusan adalah Othello. Othello merupakan sebuah permainan strategi yang dimainkan oleh 2 orang pada sebuah papan dimana tujuan pemain adalah menaruh keping pada papan dan mengubah keping lawan agar terdapat lebih banyak keping pemain. Ketika papan sudah penuh. Penggunaan pohon keputusan dapat membantu pemain dalam memilih langkah terbaik dan memenangkan permainan tersebut.

**Keywords**—pohon keputusan, permainan papan, Othello.

## I. PENDAHULUAN

Permainan papan merupakan sebuah jenis permainan unik yang diciptakan manusia untuk mengisi waktu. Permainan papan biasanya terdiri dari sebuah papan, beberapa objek pembantu seperti sebuah keping kecil, figura, atau objek kecil lainnya yang muat dalam papan sebagai tanda dari hal yang sudah dilakukan pemain. Permainan papan seperti ini yang terkenal contohnya adalah ular tangga, Monopoly, Scrabble, dll. Sebagian permainan papan didesain untuk menggunakan strategi tertentu. Tujuan dari desain ini adalah membuat pemain berpikir dan membantu mengasah pemikiran pemain. Contoh paling terkenal dari tipe permainan papan menggunakan strategi adalah catur dimana pemain harus memikirkan langkah terbaik yang diambil secara hati-hati untuk memenangkan permainan. Meskipun itu, catur bukan satu-satunya permainan papan yang memerlukan strategi dan masih ada permainan papan lain yang membutuhkan strategi seperti go, checkers, dan othello.

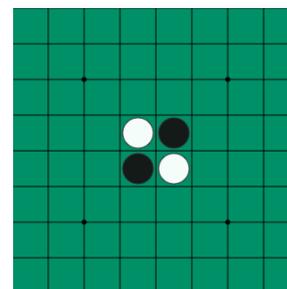
Othello adalah sebuah permainan papan menggunakan strategi yang dimainkan oleh 2 orang. Sejarah mengatakan bahwa othello berasal dari sebuah permainan lain bernama reversi yang pertama kali diciptakan pada tahun 1883. Pada dasarnya, peraturan permainan pada othello merupakan salah satu peraturan permainan yang biasa digunakan pada permainan reversi sehingga permainan dapat dikatakan mirip. Hal tersebut menjadi alasan mengapa nama lain yang biasa digunakan pada permainan othello adalah reversi dan kedua kata sering digunakan untuk menamakan permainan ini. Peraturan othello pertama kali disahkan pada tahun 1971 di Jepang oleh Goro Hasegawa dari peraturan reversi yang digunakan untuk turnamen dan dari pengesahan tersebut permainan othello lahir.

Seperti catur, othello adalah permainan yang menggunakan strategi sehingga pemain harus berhati-hati dalam memilih langkah yang akan dimainkan. Untuk membantu pemain memilih langkah yang terbaik, dapat digunakan pohon keputusan. Pada dasarnya, pohon keputusan adalah sebuah graf yang menggambarkan kemungkinan langkah-langkah yang dapat diambil oleh pemain. Pohon keputusan juga dapat digunakan untuk menggambarkan strategi sederhana yang dapat diikuti pemain.

## II. TEORI DASAR

### A. Aturan Dasar Permainan Othello

Permainan Othello biasanya dilakukan pada papan berukuran 8x8 menggunakan 64 keping yang memiliki warna berbeda di setiap sisinya, biasanya putih di satu sisi dan hitam di sisi lainnya. Pengaturan awal permainan othello disiapkan dengan menaruh 2 keping berwarna putih dan 2 keping berwarna hitam pada bagian tengah papan dengan keping berwarna putih berada di diagonal kiri papan dan keping hitam berada diagonal kanan papan.



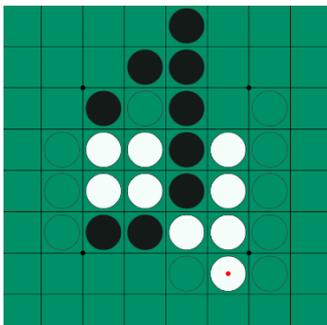
**Gambar 2.1** Posisi awal permainan othello  
(Sumber : [www.eothello.com](http://www.eothello.com))

Gerakan yang dilakukan pemain dalam permainan othello adalah menaruh keping baru pada papan untuk mengapit keping lawan yang ditandakan dengan warna berbeda menggunakan keping pemain. Dalam setiap gerakan, harus ada setidaknya satu keping lawan yang diapit atau gerakan akan dianggap tidak legal. Setelah meletakkan keping yang baru, semua keping lawan yang diapit oleh keping pemain akan dibalik sehingga keping lawan berubah menjadi keping pemain. Permainan selesai ketika papan sudah terisi penuh oleh keping atau jika tidak ada gerakan yang bisa dilakukan pemain dan lawan. Pemenang permainan ditentukan berdasarkan jumlah keping

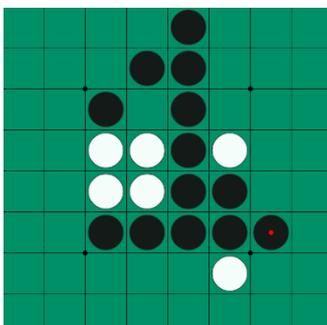
yang lebih banyak pada papan. Untuk peraturan permainan yang lebih mendalam, dapat dilihat lebih lanjut dibawah ini:

Peraturan lainnya dalam permainan othello :

1. Pengapitan keping dihitung dari posisi horizontal, vertikal, dan diagonal. Semua keping lawan yang diapit akan diubah tanpa memedulikan jumlah keping yang diapit.
2. Jika penempatan keping mengapit keping lawan dengan 2 arah yang berbeda (contohnya adalah horizontal dan vertikal) maka semua keping lawan tetap berubah.



**Gambar 2.2** Posisi permainan saat giliran pemain hitam  
(Sumber : Arsip penulis)



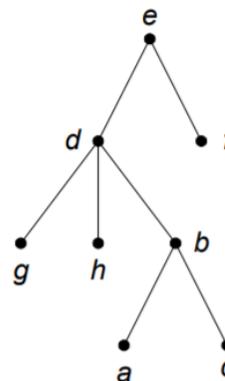
**Gambar 2.3** Posisi setelah pemain hitam bergerak  
(Sumber : Arsip penulis)

Jika dilihat dari gambar di atas, pemain hitam memasang keping baru yang mengapit keping putih dengan arah diagonal dan horizontal lalu semua keping putih yang diapit tetap berubah menjadi keping hitam meskipun memiliki arah yang berbeda.

3. Jika lawan pemain tidak bisa melakukan gerakan ketika gilirannya, maka giliran akan dilempar kembali ke pemain.
4. Permainan selesai ketika pemain dan lawan tidak memiliki dapat melakukan gerakan lagi seperti dibilang di pembahasan awal. Skenario yang mengakhiri permainan antara lain adalah :
  - Papan sudah terisi penuh
  - Tidak ada keping yang bisa diapit
  - Semua keping dalam papan berisi 1 warna

## B. Pohon

Pohon adalah sebuah jenis graf tak-berarah terhubung yang tidak mengandung sirkuit. Kumpulan pohon yang saling lepas dinamakan hutan (hutan terdiri dari beberapa pohon dengan setiap graf tidak mengandung sirkuit dan tidak terhubung dihitung sebagai sebuah pohon).



**Gambar 2.4** Contoh dari pohon

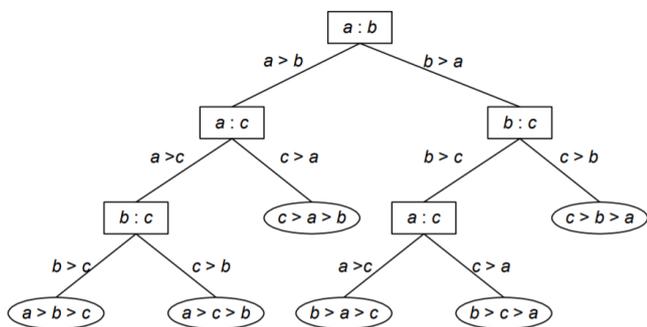
(Sumber : <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag2.pdf> )

Beberapa istilah yang perlu diketahui dalam pohon adalah sebagai berikut :

1. Root (akar)  
Sebuah simpul pada pohon yang dapat digunakan sehingga pohon menjadi graf berarah. Contoh dari root pada gambar 2.4 adalah simpul e.
2. Anak (child atau children)  
Simpul-simpul yang berasal dari suatu simpul jika pohon dijadikan graf berarah. Pada gambar 2.4, simpul d dan f adalah anak dari simpul e.
3. Orangtua (parent)  
Simpul yang memiliki arah ke simpul lain jika pohon dijadikan graf berarah. Pada gambar 2.4, e adalah orangtua dari simpul d dan f.
4. Saudara kandung (sibling)  
Simpul – simpul yang memiliki orangtua yang sama. Pada gambar 2.4, simpul f merupakan saudara kandung simpul d.
5. Lintasan (path)  
Berisi simpul-simpul yang harus dilewati untuk sampai pada simpul tujuan. Pada gambar 2.4, lintasan dari simpul e ke simpul a adalah e,d,b,a dengan panjang lintasan dari simpul e ke a adalah 3.
6. Derajat (degree)  
Menunjukkan jumlah anak simpul yang ada dalam simpul tersebut. Pada gambar 2.4, derajat simpul d adalah 3 dan derajat simpul e adalah 2. Derajat maksimum dari semua simpul pohon dapat dikatakan sebagai derajat pohon sehingga derajat pohon pada gambar 2.4 adalah 3.

7. Tingkat (level)  
Menunjukkan tingkat simpul dalam pohon, dihitung dari root pohon dan dimulai dari 0. Pada gambar 2.4, simpul e memiliki tingkat 0, simpul d memiliki tingkat 1, dan seterusnya.
8. Daun (leaf)  
Semua simpul yang berderajat 0 dalam sebuah pohon. Pada gambar 2.4, daun terdapat pada simpul g,h,a,c,f.
9. Simpul dalam (internal nodes)  
Simpul yang mempunyai anak. Pada gambar 2.4, simpul b dan d adalah simpul dalam.
10. Upapohon (subtree)  
Bagian dari pohon yang dapat dibuat menjadi pohon baru. Pada gambar 2.4, simpul d,g,h,b,a,c merupakan subpohon dengan d sebagai akar subpohon tersebut.

Pohon dapat dibagi berdasarkan fungsinya seperti pohon Huffman, pohon ekspresi, dll. Pohon yang akan dibahas kali ini adalah pohon keputusan. Pohon keputusan berfungsi dengan memeriksa kondisi dari hal tertentu dan menuliskan langkah-langkah atau hal yang dapat dilakukan.



**Gambar 2.5** Contoh pohon keputusan untuk mengurutkan 3 buah elemen  
(Sumber : Arsip penulis)

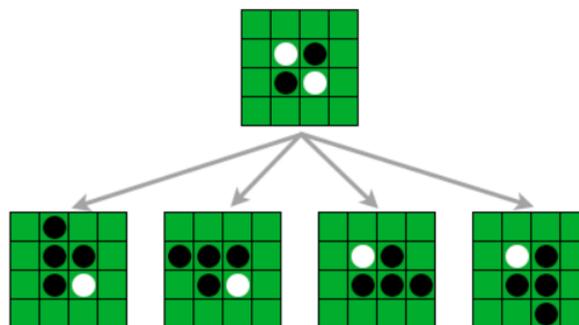
Sebagai contoh dari gambar 2.5, kita ingin mengurutkan 3 buah elemen yang dilakukan dengan membandingkan 2 elemen terlebih dahulu. Setelah membandingkan kedua elemen tersebut, kita membandingkan elemen terbesar dengan elemen yang belum dibandingkan sehingga kita mengetahui urutan elemen tersebut. Penggunaan pohon keputusan seperti di gambar 2.5 juga memiliki keuntungan lain yaitu kita dapat melihat semua kemungkinan hasil yang dapat terjadi.

Pohon dapat dibagi berdasarkan jumlah anak paling banyak dari setiap simpulnya dengan nama pohon n-ary. Contoh pohon n-ary paling sederhana dan memiliki banyak aplikasi adalah pohon biner. Pohon biner adalah sebuah pohon dimana jumlah anak maksimum untuk setiap simpul adalah 2. Gambar 2.5 merupakan salah satu contoh pohon biner dan aplikasinya. Pohon keputusan dapat dibuat dengan jumlah anak yang bebas tetapi akan terlihat lebih sederhana dan lebih mudah dimengerti jika digunakan pohon biner. Daun dari sebuah pohon keputusan akan menunjukkan hasil yang dikeluarkan dari pohon tersebut dan akan digunakan sebagai informasi yang dicari.

### III. APLIKASI POHON KEPUTUSAN DALAM PERMAINAN OTHELLO

#### A. Strategi Dasar

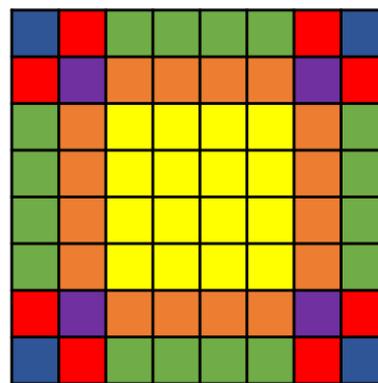
Agar pemain dapat memilih langkah terbaik dalam permainan othello, pemain harus memikirkan setiap gerakan yang bisa dilakukan. Untuk mempermudah penentuan langkah yang diambil, pertama dapat dibuat pohon yang berisi semua gerakan yang dapat diambil.



**Gambar 3.1** Contoh pohon menunjukkan kemungkinan gerakan oleh pemain hitam saat permainan mulai

(Sumber : <https://taylorkemp.github.io/jekyll/update/2018/08/24/welcome-to-jekyll.html> )

Pohon di atas merupakan representasi semua gerakan yang dapat dilakukan pemain hitam saat gilirannya. Jika ingin melakukan analisis gerakan lebih lanjut, dapat dibuat pohon yang lebih besar dengan tujuan merepresentasikan semua kemungkinan gerakan yang dapat dilakukan pemain dan lawan pemain tersebut. Hal ini akan berguna jika sudah ada banyak keping di papan agar pemain tidak melupakan kemungkinan gerakan yang ada. Setelah membuat pohon, langkah selanjutnya adalah menganalisis seberapa baik gerakan yang dapat dilakukan. Analisis dapat dilakukan dengan melihat posisi keping yang diletakkan pada papan dan membandingkan posisinya dengan representasi papan di bawah ini.



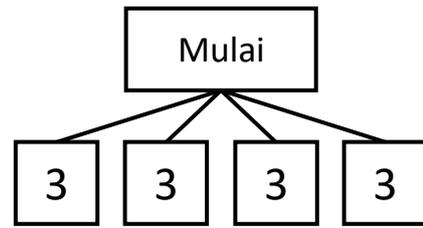
**Gambar 3.2** Representasi papan othello yang dibagi menjadi beberapa daerah  
(Sumber : Arsip penulis)

Gambar di atas merepresentasikan papan othello dengan tujuan membagi papan othello menjadi beberapa daerah dimana bisa ditentukan seberapa baik gerakan yang dilakukan pemain jika menaruh keping baru di posisi papan tersebut. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing daerah :

1. Daerah 1 (warna : ■ )  
Daerah 1 adalah ujung-ujung dari papan othello dengan jumlah 4 kotak. Daerah 1 adalah daerah paling penting dalam permainan karena keping yang ditaruh di daerah 1 tidak bisa diubah dan keping di daerah 1 dapat digunakan untuk mengendalikan keping yang ada di sisi papan.
2. Daerah 2 (warna : ■ )  
Daerah 2 adalah kotak-kotak dalam papan yang berada pada sisi papan dan tidak menempel pada ujung papan dengan jumlah 16 kotak. Daerah 2 adalah daerah yang penting karena keping di bagian sisi papan hanya bisa diubah menggunakan keping lain yang berada di sisi papan tersebut dan juga berguna untuk mengendalikan bagian tengah papan.
3. Daerah 3 (warna : ■ )  
Daerah 3 adalah bagian tengah papan dengan jumlah 16 kotak. Daerah 3 biasanya diisi pada awal permainan dan biasanya tidak memberikan keuntungan besar bagi pemain yang menaruh keping di daerah tersebut.
4. Daerah 4 (warna : ■ )  
Daerah 4 menunjukkan bagian yang diapit oleh daerah 3 dan daerah 2 dengan jumlah 16 kotak. Menaruh keping pada daerah ini dianggap akan merugikan pemain karena memberikan lebih banyak kesempatan / kemungkinan bagi lawannya untuk menaruh keping di daerah 2.
5. Daerah 5 (warna : ■ )  
Daerah 5 adalah daerah pada sisi papan yang bersebelahan dengan daerah 1. Menaruh keping pada daerah 5 dianggap tidak menguntungkan karena memberi lebih banyak kesempatan / kemungkinan bagi lawan untuk menaruh keping di daerah 1.
6. Daerah 6 (warna : ■ )  
Daerah 6 adalah daerah yang bersebelahan dengan daerah 1 dan tidak berada pada sisi papan. Seperti daerah 5, menaruh keping pada daerah ini dianggap tidak menguntungkan karena memberi lebih banyak kesempatan / kemungkinan bagi lawan untuk menaruh keping di daerah 1.

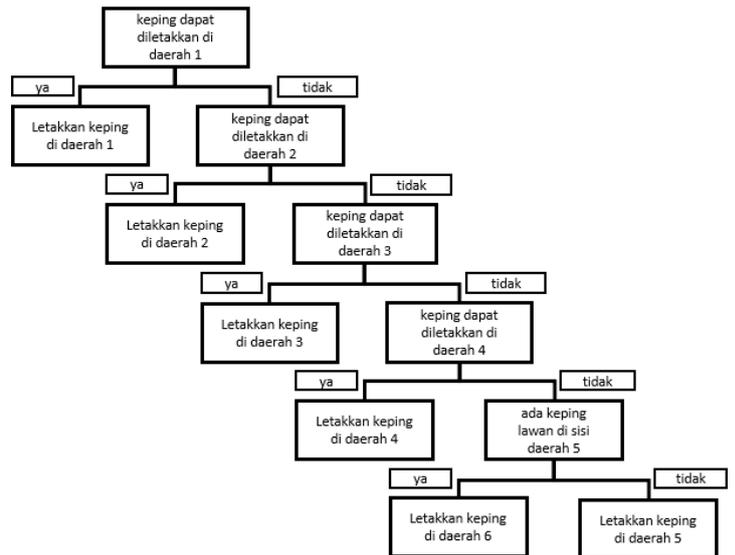
Menaruh keping di daerah 5 dan 6 akan lebih merugikan jika dibandingkan dengan menaruh sebuah keping di daerah 4 karena keping di daerah 1 akan menjadi lebih berharga dibandingkan dengan keping di daerah 2.

Setelah menentukan daerah yang terdapat pada papan, pemain dapat mengelompokkan gerakan-gerakan yang dapat dilakukan dalam pohon berdasarkan daerahnya untuk membantu menentukan langkah yang diambil. Jika pohon di gambar 3.2 diubah menjadi pohon yang baru, maka hasilnya akan berubah sebagai berikut.



**Gambar 3.3** Penyederhanaan pohon dari gambar 7 berdasarkan daerah keping othello diletakkan. (Sumber : Arsip penulis)

Dari pohon di atas, pemain dapat lebih mudah melihat daerah keping akan ditaruh dan memutuskan daerah terbaik untuk melakukan gerakan. Prioritas melakukan gerakan juga dapat dibuat menjadi sebuah pohon keputusan seperti berikut.



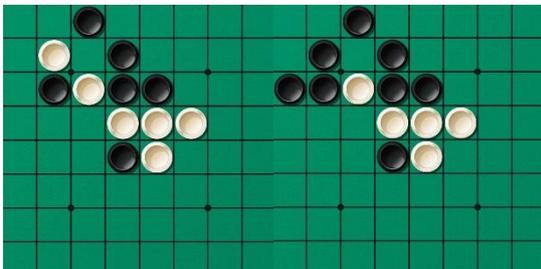
**Gambar 3.4** Pohon keputusan yang merepresentasikan prioritas gerakan yang diambil pemain saat gilirannya (Sumber : Arsip penulis)

Dari gambar 3.4, dapat dilihat bahwa menaruh keping di daerah 1 dijadikan prioritas utama dalam melakukan gerakan. Kemudian, daerah 2 menjadi prioritas selanjutnya jika tidak bisa melakukan gerakan di daerah 1. Daerah yang paling ingin dihindari ketika melakukan gerakan adalah di daerah 6 karena memberi lawan kesempatan untuk menaruh keping di daerah 1 dengan mengapit keping tersebut secara diagonal. Diagonal papan dalam permainan othello bisa sulit dikendalikan sehingga lebih baik jika keping ditaruh di daerah 5 karena sisi papan lebih mudah dikendalikan, tetapi jika sudah ada keping lawan di sisi tersebut, keping lebih baik ditaruh di daerah 6 karena ada kemungkinan lawan menguasai sisi tersebut jika keping ditaruh di daerah 5. Menempatkan keping baru di daerah 3 biasanya dianggap sebagai langkah yang aman sehingga lebih baik dilakukan lebih sering saat awal permainan. Saat menaruh keping di daerah tertentu, dapat terjadi kebingungan mengenai gerakan yang paling baik. Contohnya adalah dalam permulaan permainan dimana semua kemungkinan gerakan hanya bisa dilakukan di daerah 3. Karena itu, harus ada pertimbangan lebih lanjut dalam melakukan gerakan di daerah yang menyangkut berbagai faktor lain, diantaranya adalah :

1. Jumlah keping lawan yang diambil
2. Kemungkinan gerakan yang dapat dilakukan lawan setelah gerakan dilakukan
3. Kemungkinan gerakan yang dapat diambil pemain setelah gerakan lawan
4. Posisi keping pemain di papan

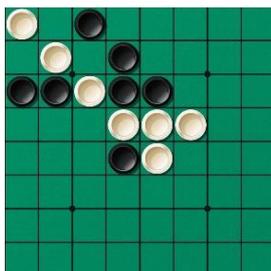
Pada dasarnya, gambar 3.4 menunjukkan prioritas gerakan yang dilakukan berdasarkan posisi penempatan keping baru tetapi tidak melakukan pertimbangan terhadap 4 faktor yang disebutkan di atas. Oleh karena itu, prioritas gerakan bisa berubah jika dihadapi dengan beberapa kondisi tertentu dalam permainan. Berikut ini adalah contoh skenario yang dapat mengubah prioritas tersebut :

1. Menaruh keping di daerah 5 mungkin merupakan satu-satunya cara untuk mengubah keping lawan yang berada di sisi yang sama. Menggunakan gerakan ini dapat menjadi langkah yang lebih baik daripada membiarkan lawan mengubah semua keping di sisi pemain.
2. Menaruh keping yang mengapit keping lawan di daerah yang kurang menguntungkan (contohnya adalah menaruh keping untuk mengapit keping lawan yang berada di daerah 6).



**Gambar 3.5** Contoh kasus 2 dimana pemain hitam menaruh keping baru di daerah 2  
(Sumber : Arsip penulis)

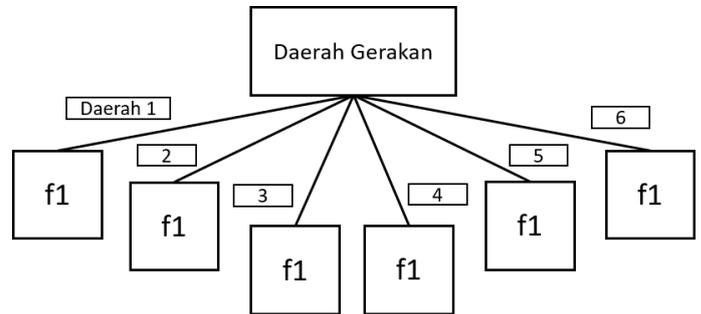
Dari gambar di atas, meskipun menurut prioritas posisi dari gambar 3.4, gerakan di atas adalah gerakan yang baik, dalam prakteknya, gerakan hanya akan memberi keuntungan bagi pemain putih dan bukan merupakan gerakan yang baik.



**Gambar 3.6** Gerakan pemain putih setelah pemain hitam melakukan gerakan pada gambar 3.5  
(Sumber : Arsip penulis)

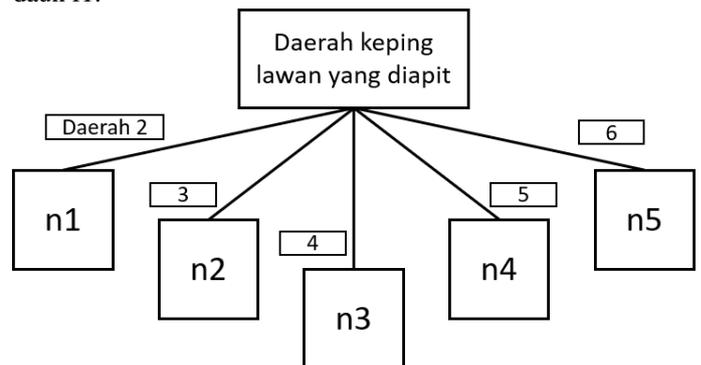
Agar contoh kasus gerakan tersebut tidak terjadi, perlu dibuat

pohon yang dapat melakukan pertimbangan untuk kondisi-kondisi tersebut. Untuk melakukan pertimbangan tersebut, perlu dibuat pohon baru dengan subpohon yang berisi kondisi tertentu. Langkah pertama adalah mengubah gambar 3.3 sehingga daun berisi nilai yang akan kita hitung. Kemudian, dibuat pohon baru untuk menghitung nilai berdasarkan gerakan yang dilakukan dalam representasi gambar 3.3. Berikut adalah contoh bentuk pohon yang digunakan.



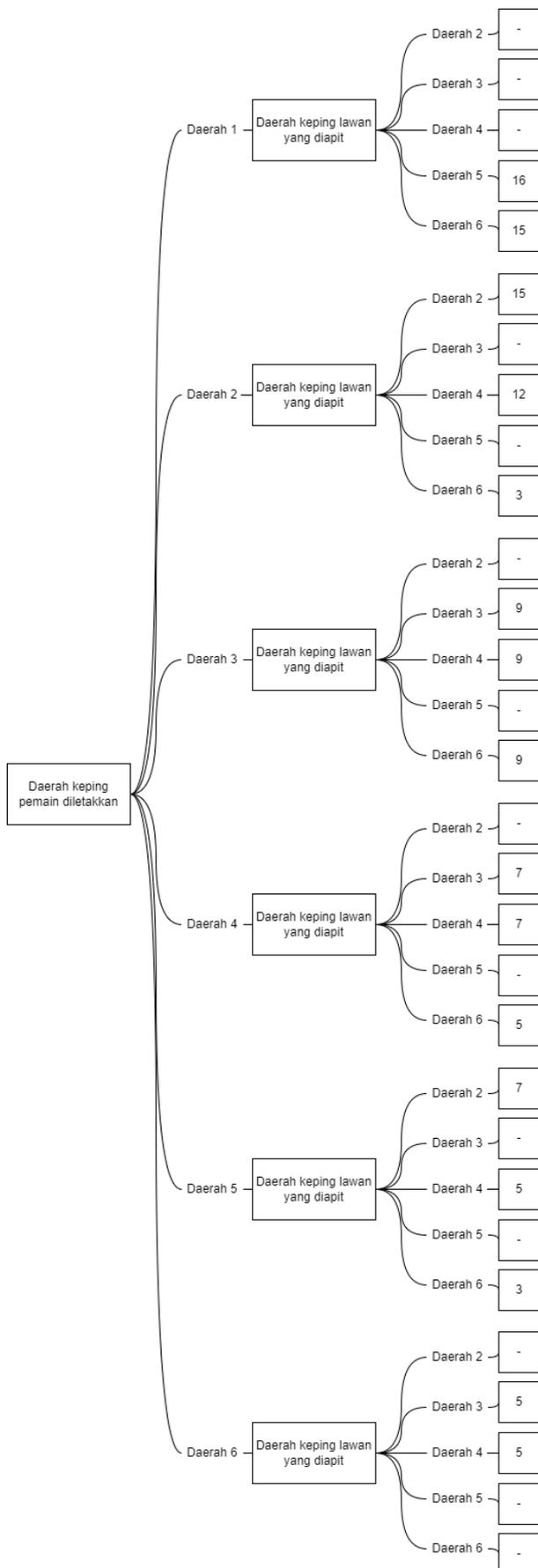
**Gambar 3.7** Pohon keputusan berisi kondisi tambahan dari daerah keping diletakkan  
(Sumber : Arsip penulis)

Dalam gambar 3.7, daun “f1” menunjukkan faktor lain yang akan dilakukan pertimbangan dan akan menjadi simpul dalam dari pohon dari gambar 3.7. Faktor yang diisi oleh f1 bermacam-macam dan dapat menyangkut 4 faktor di atas. Dari daun f1 juga bisa ada simpul dalam yang digunakan untuk melakukan pertimbangan faktor lain. Berikut adalah contoh subpohon untuk daun f1.



**Gambar 3.8** Pohon keputusan sebagai contoh subpohon dari daun f1 pada gambar 3.7  
(Sumber : Arsip penulis)

Gambar di atas adalah contoh subpohon yang bisa diletakkan pada daun f1. Subpohon tersebut dibuat untuk menangani kasus 2 dimana pengapitan keping lawan dapat memberi posisi yang buruk bagi pemainnya. Nilai n1, n2, n3, n4, dan n5 akan diubah berdasarkan daerah keping diletakkan dan daerah keping yang lawan keping yang diapit. Setelah mendapatkan nilai dari pohon, nilai tersebut akan dipindahkan ke gambar 3.3 dan gerakan akan diputuskan berdasarkan nilai terbaik. Penambahan faktor baru atau pertimbangan baru pada pohon akan meningkatkan jumlah simpul pada pohon dan membuat pohon lebih rumit. Berikut adalah contoh pohon jika gambar 3.7 dan gambar 3.8 disatukan menjadi 1 pohon.



**Gambar 3.9** Contoh Pohon keputusan untuk menilai gerakan pemain berdasarkan gambar 3.7 dan 3.8  
(Sumber : Arsip penulis)

Daun-daun dalam gambar 3.9 berisi nilai berdasarkan seberapa baik gerakan dilakukan. Nilai yang semakin tinggi berarti gerakan tersebut lebih baik digunakan. Dalam pohon tersebut, terdapat tanda “-“ yang menunjukkan bahwa gerakan tersebut tidak bisa dilakukan dan sebenarnya bisa dihapus tetapi disimpan dengan tujuan ilustrasi. Dari gambar 3.9 faktor lain masih ditambahkan di daun dan akan membentuk sebuah subpohon yang menambahkan jumlah simpul pada pohon. Penempatan faktor baru harus dipertimbangkan dengan baik karena pembuatan pohon dengan 1 faktor tambahan sudah menghasilkan banyak simpul dan banyak kemungkinan yang harus diperhitungkan.

#### IV. KESIMPULAN

Pohon keputusan dapat digunakan untuk membantu seseorang mengambil keputusan yang baik dengan cara memodelkan hal-hal yang mungkin terjadi jika mengambil keputusan tersebut. Aplikasi pohon keputusan dapat dilakukan dalam permainan othello untuk menentukan gerakan terbaik berdasarkan daerah gerakan tersebut dilakukan dan tanpa melihat posisi keping lain di papan.

Permasalahan datang karena permainan othello tidak hanya bergantung pada posisi gerakan tersebut tetapi posisi keping lain dalam papan harus diperhitungkan. Karena itu, dibentuk pohon keputusan yang mencoba memperhitungkan faktor dan kondisi sehingga kemungkinan menang lebih baik. Pohon keputusan yang menerima 1 faktor tersebut berhasil dibentuk tetapi masih ada banyak faktor dan kondisi lain yang tidak diperhitungkan.

#### V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas penyertaan-Nya dalam penulisan makalah ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen mata kuliah Matematika Diskrit Bapak Rinaldi Munir atas bimbingannya dalam membantu penulis memahami materi yang digunakan dalam makalah ini.

#### REFERENSI

- [1] Munir, R. 2020. Pohon (Bag. 1). <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag1.pdf>. diakses pada 11 Desember 2021
- [2] Munir, R. 2020. Pohon (Bag. 2). <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag2.pdf>. diakses pada 11 Desember 2021
- [3] Lazard, E. 1993. Othello. <http://radagast.se/othello/Help/strategy.html>. diakses pada 11 Desember 2021
- [4] Kemp, T. 2018. Game Trees and Reversi. <https://taylorkemp.github.io/jekyll/update/2018/08/24/welcome-to-jekyll.html>. diakses pada 11 Desember 2021

## 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, 13 Desember 2020

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'mky', is centered on the page.

William Manuel Kurniawan 13520020