

## **Jawaban Seleksi GaIB**

### **TicTacToe menggunakan Minimax**

**NIM : 13521062**

**Nama : Go Dillon Audris**

**1. Jelaskan secara umum algoritma minimax!**

Algoritma Minimax merupakan sebuah algoritma yang digunakan untuk mencari langkah optimal yang dapat diambil pemain pada suatu permainan (umumnya permainan antara dua orang). Dalam algoritma Minimax, terdapat dua jenis pemain yaitu Maximizer dan Minimizer. Maximizer akan berusaha untuk memaksimalkan poin permainan, sementara Minimizer berusaha untuk meminimalkan poin permainan. Poin dalam permainan ini dapat dihitung dengan heuristik yang disesuaikan dengan jenis permainan. Diasumsikan bahwa kedua pemain bermain secara optimal.

Perlu diketahui bahwa setiap pilihan yang diambil dalam permainan akan menciptakan sebuah pohon ruang status permainan. Akar dari pohon merupakan status awal permainan. Simpul anak selanjutnya diciptakan dengan mengambil langkah yang mungkin dari status di akar. Algoritma Minimax bekerja secara rekursif dan melakukan *backtracking* dengan memanfaatkan pohon ruang status permainan ini.

Algoritma Minimax bekerja dengan cara menelusuri semua kemungkinan status permainan yang akan diambil oleh pemain secara rekursif hingga ke simpul daun (atau hingga kedalaman tertentu jika pohon status cukup besar) dan kemudian menentukan langkah optimal yang diambil oleh pemain. Sebagai contoh, jika maximizer sedang bermain, maka algoritma Minimax akan melihat simpul anak dari status permainan sekarang dan mengambil status dengan poin terbesar. Dari status yang dipilih tersebut, algoritma akan secara rekursif melihat kembali simpul anak selanjutnya dan mengambil status dengan poin terkecil (karena algoritma mensimulasikan giliran pemain selanjutnya yaitu Minimizer). Evaluasi terus dilakukan hingga simpul daun. Selanjutnya algoritma akan melakukan *backtrack* dan melihat simpul anak lainnya hingga didapatkan simpul anak yang memberikan langkah paling optimal.

Algoritma Minimax juga dapat dioptimasi dengan memanfaatkan Alpha-Beta Pruning. Dengan adanya Alpha-Beta Pruning, algoritma Minimax dapat memotong banyaknya simpul yang perlu diperiksa. Simpul tidak perlu diperiksa karena sudah ada simpul lain yang memberikan nilai yang lebih baik, sehingga tidak mungkin diambil oleh pemain. Nilai ini disebut sebagai Alpha dan Beta. Alpha merupakan nilai terbaik yang saat ini dapat diambil oleh Maximizer, sementara Beta adalah nilai terbaik yang saat ini dapat diambil oleh Minimizer. Alpha-Beta Pruning mempercepat pencarian dalam pohon ruang status dan mengurangi komputasi yang tidak perlu.

**2. Jelaskan bagaimana algoritma minimax mengambil langkah terbaik dalam permainan TicTacToe yang kalian buat!**

Dalam implementasi algoritma Minimax pada TicTacToe yang dibuat, perlu didefinisikan terlebih dahulu pohon ruang status permainan yang akan ditelusuri oleh algoritma. Simpul akar merepresentasikan status awal permainan TicTacToe, yang dalam hal ini adalah kotak 3 x 3 kosong. Simpul anak selanjutnya merupakan status ketika lambang X atau O ditempatkan pada kotak-kotak yang kosong. Pohon terus berkembang hingga simpul daun, yang dapat merepresentasikan bahwa status permainan menyebabkan salah satu pemain menang, atau

status permainan menyebabkan permainan seri (semua kotak telah terisi namun tidak ada pemenang).

Selanjutnya, heuristik yang digunakan untuk menentukan poin pada suatu status permainan adalah sebagai berikut:

- Jika maximizer memenangkan permainan, maka poin permainan adalah 10 dikurang dengan kedalaman simpul status.
- Jika minimizer memenangkan permainan, maka poin permainan adalah -10 ditambah dengan kedalaman simpul status.
- Jika permainan seri, maka poin permainan adalah 0.

Poin permainan dipilih sebagai 10 dan -10 karena melihat bahwa permainan TicTacToe memiliki maksimal kedalaman 9 (hanya ada 9 kotak (langkah) yang dapat diisi sebelum permainan selesai). Penambahan kedalaman simpul status dalam permainan juga diperlukan agar algoritma tidak bingung dan mampu mengambil langkah optimal dengan biaya (jumlah giliran pemain) yang paling sedikit.

Dalam permainan TicTacToe ini, bot akan berperan sebagai Maximizer. Ketika bot berjalan, bot akan melakukan iterasi pada semua kemungkinan kotak kosong (status) yang dapat dipilih oleh bot. Setiap status akan masuk ke dalam algoritma minimax. Jika status merupakan simpul daun (telah ada pemenang atau terjadi seri), maka algoritma akan mengembalikan poin sesuai dengan heuristik yang telah dijelaskan. Jika status bukan simpul daun, maka algoritma akan membangkitkan simpul anak atau status permainan selanjutnya dan secara rekursif menentukan nilai dari status tersebut. Algoritma akan mengambil nilai status yang terkecil atau terbesar tergantung dari pemain mana yang sedang disimulasikan. Hasil akhir dari proses rekursif ini adalah nilai-nilai optimal untuk setiap status yang diiterasi bot di awal. Bot kemudian akan mengambil status dengan nilai optimal terbesar.

Algoritma minimax pada permainan ini juga dioptimasi dengan memanfaatkan Alpha-Beta Pruning. Awalnya nilai Alpha diinisialisasi dengan nilai sangat kecil dan nilai Beta diinisialisasi dengan nilai sangat besar. Pembaharuan nilai Alpha dan Beta dilakukan setiap kali algoritma selesai mengevaluasi simpul status. Nilai Alpha dan Beta selanjutnya dicek, ketika nilai Alpha telah lebih besar sama dengan Beta, maka pruning akan dilakukan dan algoritma minimax tidak perlu lagi untuk mengecek status permainan yang belum dievaluasi.