Laporan Tugas Kecil 1

IF2211 Strategi Algoritma

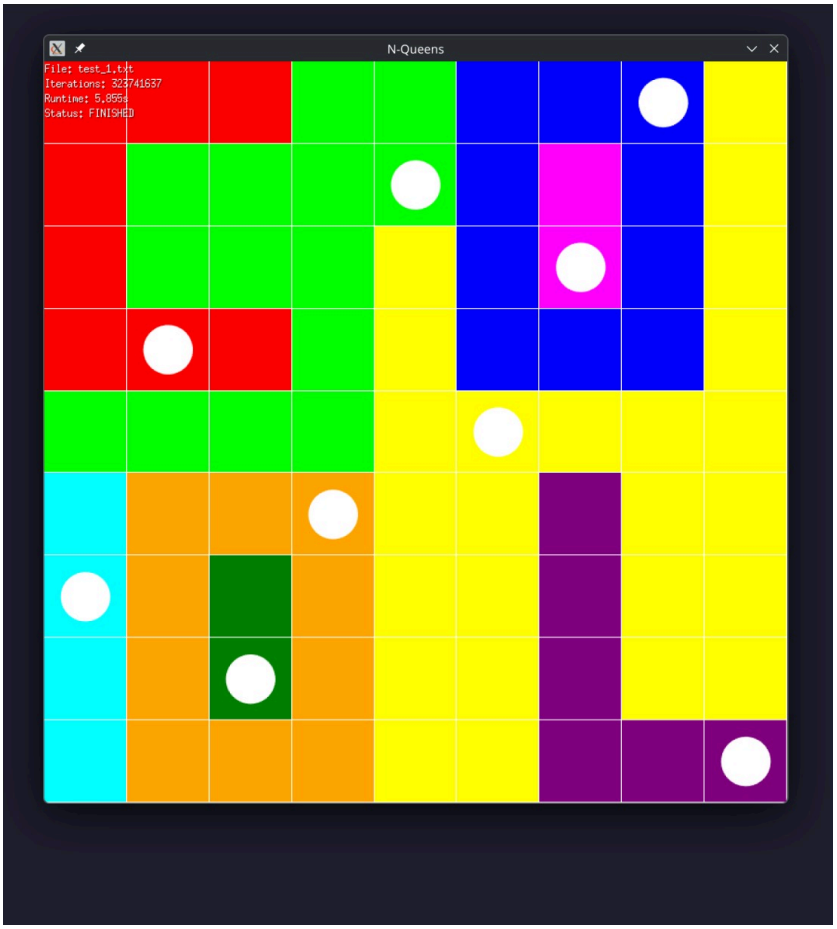
Penyelesaian Permainan *Queens* Linkedin

Aufa Rienaldifaza Ahmad
NIM 13524027

Program Studi Teknik Informatika Sekolah Teknik Elektro dan Informatika Institut Teknologi Bandung

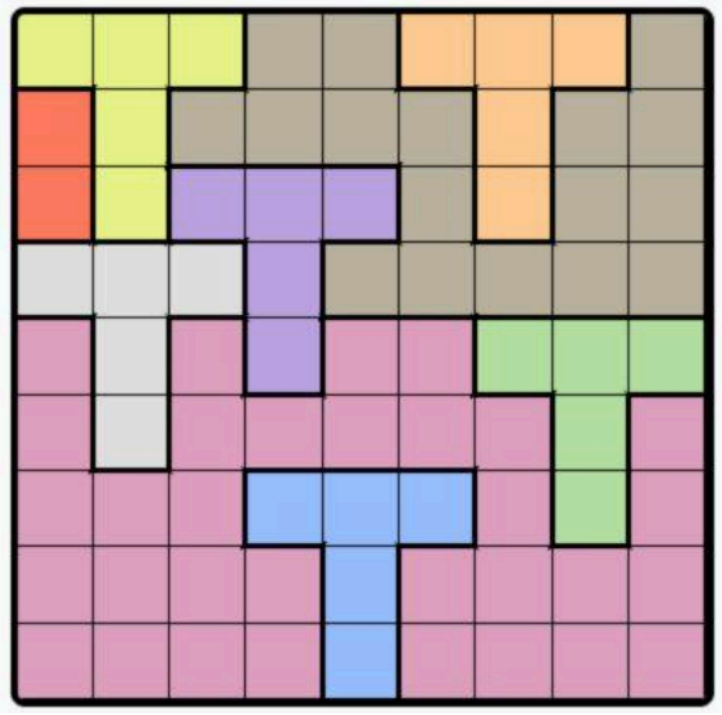
1. **Permasalahan**

   Queens merupakan gim logika yang bertujuan unutk menempatkan *queen* pada sebuah papan persegi berwarna sehingga terdapat hanya **satu** *queen* pada tiap **baris, kolom, dan daerah warna, termasuk secara diagonal**.



Gambar 1. Contoh Solusi dari Gim *Queens*

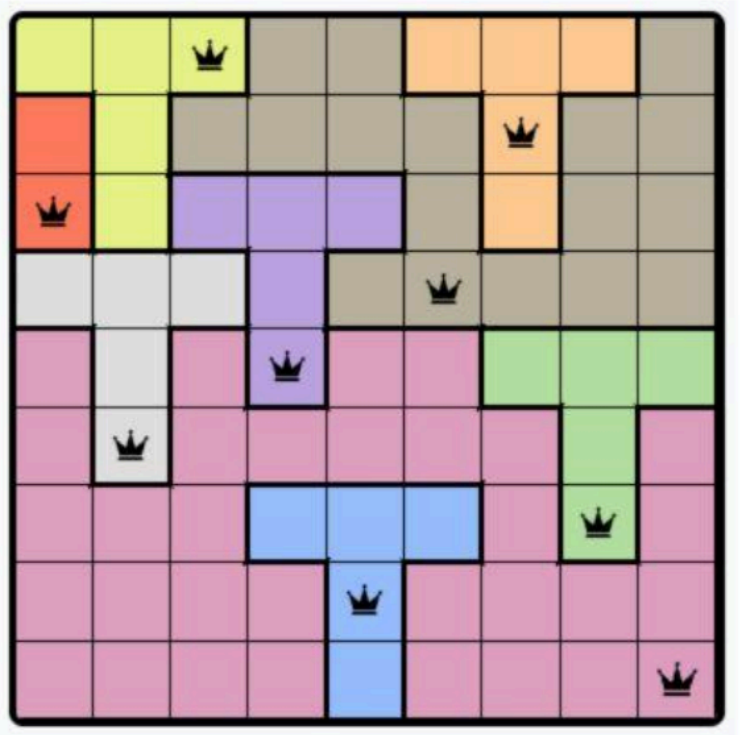
Contohnya, diberikan sebuah papan sebagai berikut.



Gambar 2. Permasalahan Gim *Queens*

Dapat ditemukan sebuah solusi yang memenuhi:

1. Terdapat satu *queen* pada setiap warna,
2. Terdapat satu *queen* pada setiap kolom,
3. Terdapat satu *queen* pada setiap baris,



Gambar 3. Solusi permasalahan *Queens*

Perhatikan bahwa pada suatu papan NxN, **harus terdapat N buah *queen*.**

2. ***Brute Force***

   Brute force merupakan algoritma yang menyelesaikan persoalan secara lempeng (*straightforward*). Algoritma *brute force* memecahkan persoalan secara sederhana dengan langkah-langkah yang mudah dipahami.

3. **Penurunan Solusi**

   Permasalahan Gim *Queens* dapat didekomposisi menjadi dua permasalahan. Pertama, pada suatu *cell* apakah *queen* dapat diletakkan sesuai aturan atau tidak. Kedua, pengecekan apakah masih terdapat konfigurasi posisi *(state)* yang dapat ditelusuri. Oleh karena itu, terdapat dua fungsi yang diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan ini.

   Pertama, pengecekan posisi N buah *queen* yang valid. Hal ini dilakukan dengan mengecek tiga kondisi:

   1. Apakah terdapat *queen* di baris dan kolom pada satu *cell*,
   2. Apakah terdapat *queen* di warna yang sama,
   3. Apakah terdapat *queen* tetangga, yaitu 8 *cell* yang mengitari suatu *queen*.

   Kedua, konfigurasi posisi *queen* yang dapat dicoba. Hal ini dilakukan dengan mengubah posisi *queen* pada suatu baris untuk "maju" ke kolom selanjutnya sehingga suatu *queen* akan mencoba semua kombinasi kolom pada suatu baris. Apabila suatu *queen* bisa terletak pada seluruh kolom pada suatu baris, *queen* tersebut akan kembali ke posisi awal.

   Kedua fungsi ini digabung dalam sebuah perulangan kondisional yang akan membuat setiap *queen* mencoba seluruh konfigurasi sampai `CheckValid` mengembalikan *true* untuk satu *state* N buah *queen* yang diberikan oleh `NextState`.

4. **Abstraksi**

   Berdasarkan peraturan permainan yang ada, dapat dibentuk sebuah struktur data yang merepresentasikan posisi *queen*. Diketahui terdapat N buah *queen* untuk N buah baris dan kolom. Dari sini, dapat dibentuk sebuah struktur data *array* yang merepresentasikan posisi *queen* pada baris ke-*i* sehingga kita hanya perlu memanipulasi posisi kolom *queen* pada baris ke-*i* dan tidak perlu melakukan *sequential search* secara berulang. Berikut struktur data *array* dari posisi *queen* yang terdapat pada `struct Board`.

   ```
   Q    []int
   ```

5. ***Pseudocode***

```
function CheckValid(board) -> boolean
    n <- board.Size
    q <- board.Q
    grid <- board.Grid

    i traversal [0..n-1]
        j traversal [i+1..n-1]
            IF q[i] = q[j] then return false

            IF grid[i][q[i]] = grid[j][q[j]] then return
```

```
false

            deltaRow <- abs(i - j)
            deltaCol <- abs(q[i] - q[j])

            IF deltaRow = 1 AND deltaCol <= 1 then
return false
```

```
functiom NextState(board) -> boolean
    n <- board.Size
    q <- board.Q

    i <- n - 1

    REPEAT
        IF q[i] < n - 1 then
            q[i] <- q[i] + 1
            return true

        ELSE
            q[i] <- 0
            i <- i - 1

    UNTIL (i < 0)
    return false
```

6. **Implementasi**

Implementasi dilakukan secara modular dengan membuat *package-package* berdasarkan fungsinya. Terdapat empat *package* yang diimplementasikan, yaitu

1. Models

   Package ini berfungsi untuk membuat `struct Board` yang akan diinisiasi dan dimanipulasi selama berjalannya program.

```
type Board struct {
      Size       int
      Grid       [][]string
      Q          []int
      Iter       int
      Solutions  [][]int
      SolCount   int
}
```

   Di dalam *package* ini, terdapat juga sebuah metode `NewBoard` yang digunakan untuk meniginisiasi `struct Board`.

```
func NewBoard(size int, gridData [][]string) *Board {
	return &Board{
		Size:      size,
		Grid:      gridData,
		Q:         make([]int, size), // jumlah Q = n (n
x n grid)
		Solutions: make([][]int, 0),
	}
}
```

2. Utils

   Package ini berfungsi untuk melakukan pembacaan dan penulisan *file* (.txt). Terdapat dua fungsi dalam *package* ini, yaitu `ReadFile` dan `WriteFile`.

```
func ReadFile(path string) ([][]string, error) {
	file, err := os.Open(path)
	if err != nil {
		log.Printf("couldn't open file %s\n", path)
	}
	defer file.Close()
	var data [][]string
	scanner := bufio.NewScanner(file)
	for scanner.Scan() {
		line := scanner.Text()
		line = strings.TrimSpace(line)
		rowChars := strings.Split(line, "")
		if len(rowChars) > 0 {
			data = append(data, rowChars)
		}
	}
	if err := scanner.Err(); err != nil {
		return nil, err
	}
	return data, nil
}
func WriteFile(filename string, board *models.Board) error
{
	file, err := os.Create(filename)
	if err != nil {
		return err
	}
	defer file.Close()
```

```
	size := board.Size
	queens := board.Solutions[0]

	for r := 0; r < size; r++ {
		line := ""
		for c := 0; c < size; c++ {
			if queens[r] == c {
				line += "# "
			} else {
				line += board.Grid[r][c] + " "
			}
		}
		fmt.Fprintln(file, line)
	}
	return nil
}
```

3. Solver

   Package ini berisi metode yang digunakan untuk memanipulasi `struct Board` menggunkan algoritma *brute-force*. `CheckValid` merupakan implementasi dari penurunan solusi bagian 1, `NextState` merupakan implementasi dari penurunan solusi bagian 2.

```
func CheckValid(board *models.Board) bool {
	n := board.Size
	q := board.Q
	grid := board.Grid

	for i := 0; i < n; i++ {
		for j := i + 1; j < n; j++ {
			// if columns are the same -> false
			if q[i] == q[j] {
				return false
			}

			// if same color -> false
			if grid[i][q[i]] == grid[j][q[j]] {
				return false
```

```
                }

                //check adjacency
                if math.Abs(float64(i-j)) == 1 &&
math.Abs(float64(q[i]-q[j])) <= 1 {
                        return false
                }
            }
        }
        return true
}

func NextState(board *models.Board) bool {
        n := board.Size
        q := board.Q

        for i := n - 1; i >= 0; i-- {
            if q[i] < n-1 {
                q[i]++ // check for each column in a row
                return true
            } else {
                q[i] = 0
            }
        }
        return false
}
```

4. GUI

   Package GUI berfungsi untuk menampilkan struktur *board*, *state* dari *board* setiap iterasi ke-100.000, hasil akhir dari *board*, waktu berjalannya program, dan jumlah iterasi yang berjalan. *Package* ini dibuat dengan *library* Golang bernama Ebiten.

   Terdapat sebuah `struct Game` yang merupakan *entity* untuk merepresentasikan `board` dalam bentuk gambar.

```
type Game struct {
        Board               *models.Board
        Found               bool
        IterationsPerFrame  int
        TileSize            float32
        InputName           string
        StartTime           time.Time
```

```
    EndTime             time.Duration
}
```

Pada *package* ini, juga dilakukan pengubahan bacaan metode `ReadFile` pada *package* utils untuk menjadi sejumlah warna yang di-*hardcode* menjadi sebuah *map*.

```
var palette = map[rune]color.RGBA{
    'A': {255, 0, 0, 255},
    'B': {0, 255, 0, 255},
    'C': {0, 0, 255, 255},
    'D': {255, 255, 0, 255},
    'E': {255, 0, 255, 255},
    'F': {0, 255, 255, 255},
    'G': {255, 165, 0, 255},
    'H': {128, 0, 128, 255},
    'I': {0, 128, 0, 255},
    'J': {165, 42, 42, 255},
    'K': {255, 192, 203, 255},
    'L': {128, 128, 128, 255},
    'M': {0, 0, 128, 255},
    'N': {128, 128, 0, 255},
    'O': {0, 128, 128, 255},
    'P': {192, 192, 192, 255},
}
```

Berikut merupakan penjelasan metode-metode pengoperasian GUI yang terdapat dalam *package* ini.

`StartGame (grid [][]string, originalPath string)`

Fungsi ini bertugas memvalidasi input sebelum visualisasi dimulai. Program memastikan papan berukuran N x N dan hanya mengandung huruf (menggunakan pengecekan unicode.IsLetter). Jika validasi lolos, fungsi ini menginisialisasi window Ebiten dan memulai game loop.

`Draw (screen *ebiten.Image)`

Fungsi ini dipanggil setiap frame untuk menggambar keadaan papan pada suatu *state*. Setiap sel pada papan diwarnai berdasarkan karakter inputnya menggunakan *map* warna. Jika sebuah sel ditempati oleh *Queen*, program akan menggambar lingkaran di *cell* tersebut. Informasi *real-time* seperti nama file, jumlah iterasi, dan durasi eksekusi ditampilkan di layar menggunakan ebitenutil.DebugPrint.

`Update()`

Ini adalah inti dari game loop. Setiap iterasi memanggil solver.NextState untuk mencari kemungkinan posisi *Queen* berikutnya. Jika solver.CheckValid

bernilai true (solusi ditemukan), program menyimpan hasil ke file (.txt) dan gambar (.png) ke dalam folder output, serta menghentikan perhitungan waktu.

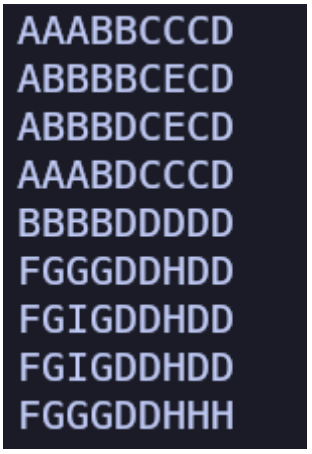
`SaveImage (path string)`

Fungsi ini memungkinkan program untuk merender ulang keadaan papan terakhir ke dalam memori dan menyimpannya sebagai file PNG.

7. Dokumentasi *Test-Case*

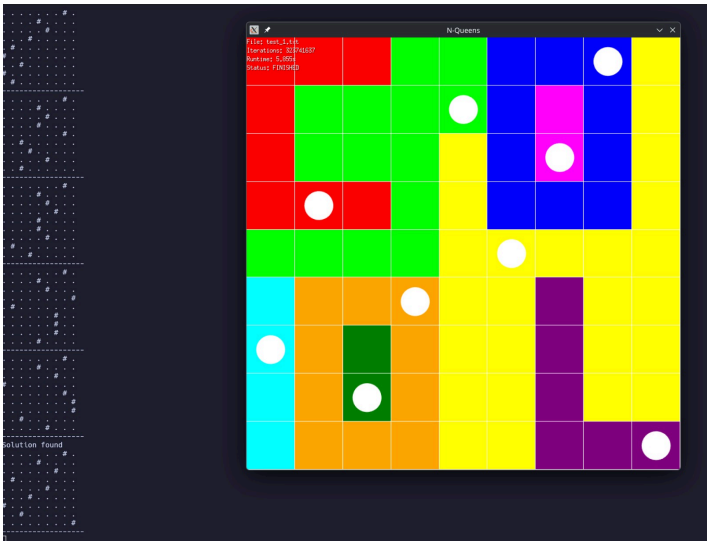
6.1. Test-Case 1

Masukan berupa *grid* 9x9 dengan struktur sebagai berikut.



Gambar 4. Masukan *Test Case 1*

Keluaran dari program terdapat pada gambar berikut.

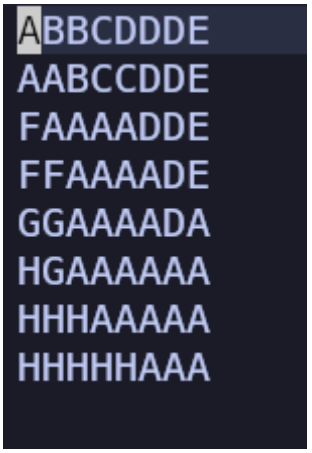


Gambar 5. Keluaran *Test Case 1*

Program berjalan selama 5,855 detik (termasuk dengan *update state* pada GUI).

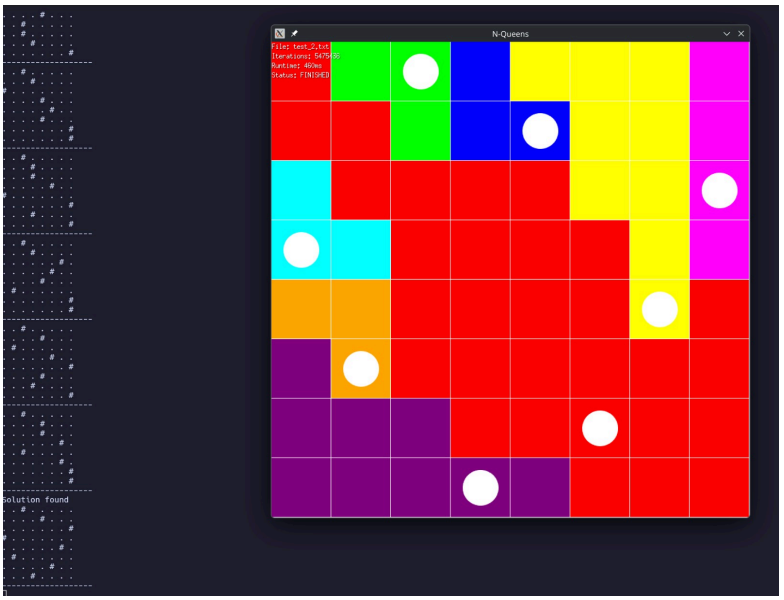
6.2.Test-Case 2

Masukan berupa *grid* 8x8 dengan struktur sebagai berikut.



Gambar 6. Masukan *Test Case 2*

Keluaran dari program terdapat pada gambar berikut.



Gambar 7. Keluaran *Test Case 2*

Program berjalan selama 460 milidetik (termasuk dengan *update state* pada GUI).

6.3. Test-Case 3

Masukan berupa *grid* 3x3 dengan struktur sebagai berikut.

Gambar 8. Masukan *Test Case 3*

Keluaran dari program terdapat pada gambar berikut.

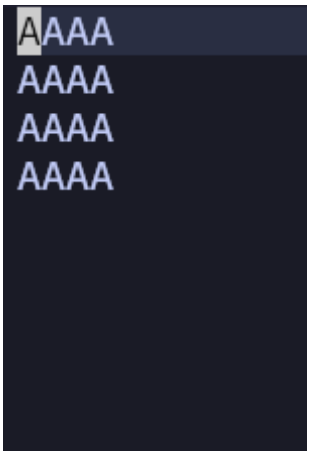
```
------------------
^Csignal: interrupt
make: *** [Makefile:5: run] Error 1

[fazabobi@arch tucil1-stima]$ make run
go run src/main.go
Enter the input file path (e.g., test/files/test_1.txt): test/files/test_8.txt
solve using pure brute force (with GUI) or with heuristic (more fun)?
1 for brute force (+GUI), 2 for heuristic
1
2026/02/17 22:59:53 unsolvable, no solutions for size %v3
```

Gambar 9. Keluaran *Test Case 3*

Program tidak berjalan dan memberikan *Fatal Error* dengan pesan bahwa tidak akan ada solusi untuk papan dengan jumlah baris dan kolom sebanyak tiga.

6.4. Test-Case 4

Masukan berupa *grid* 4x4 dengan jumlah warna hanya satu.



Gambar 10. Masukan *Test Case 4*

Keluaran dari program terdapat pada gambar berikut.

```
make: *** [Makefile:5: run] Error 1
[fazabobi@arch tucil1-stima]$ make run
go run src/main.go
Enter the input file path (e.g., test/files/test_1.txt): test/files/test_9.txt
solve using pure brute force (with GUI) or with heuristic (more fun)?
1 for brute force (+GUI), 2 for heuristic

UNSOLVABLE: only 1 colors found, but 4 are required
algorithm ran for 36.211µsfound solution
```

Gambar 11. Keluaran *Test Case 4*

Program tidak berjalan dan memberikan *Fatal Error* dengan pesan bahwa jumlah warna tidak sama dengan jumlah baris dan kolom.

6.5. Test-Case 5

Masukan berupa file .txt kosong.

Gambar 12. Masukan *Test Case 5*

Keluaran dari program terdapat pada gambar berikut.

```
Enter the input file path (e.g., test/files/test_1.txt): test/files/test_err_empty.txt
solve using pure brute force (with GUI) or with heuristic (more fun)?
1 for brute force (+GUI), 2 for heuristic
1
2026/02/17 23:03:05 board is empty
exit status 1
```

Gambar 13. Keluaran *Test Case 5*

Program tidak berjalan dan memberikan *Fatal Error* dengan pesan *grid* masukan kosong.

6.6. Test-Case 6

Masukan berupa *edge case* berupa angka dalam *grid*.

Gambar 14. Masukan *Test Case 6.*

Keluaran dari program terdapat pada gambar berikut.

```
Enter the input file path (e.g., test/files/test_1.txt): test/files/test_err_invalid_char.txt
solve using pure brute force (with GUI) or with heuristic (more fun)?
1 for brute force (+GUI), 2 for heuristic
1
2026/02/17 23:12:32 Error: Invalid character '1' .
exit status 1
```

Gambar 15. Keluaran *Test Case 6*

Program tidak berjalan dan memberikan *Fatal Error* dengan pesan karakter tidak valid.

LAMPIRAN

Source code dari program yang terdapat pada *link* github *repository* berikut
https://github.com/aufafaza/Tucil1_13524027/tree/main

Tugas ini disusun sepenuhnya tanpa bantuan kecerdasan buatan (*Generative AI)*, melainkan hasil pemikiran dan analisis mandiri.

Aufa Rienaldifaza Ahmad
NIM13524027