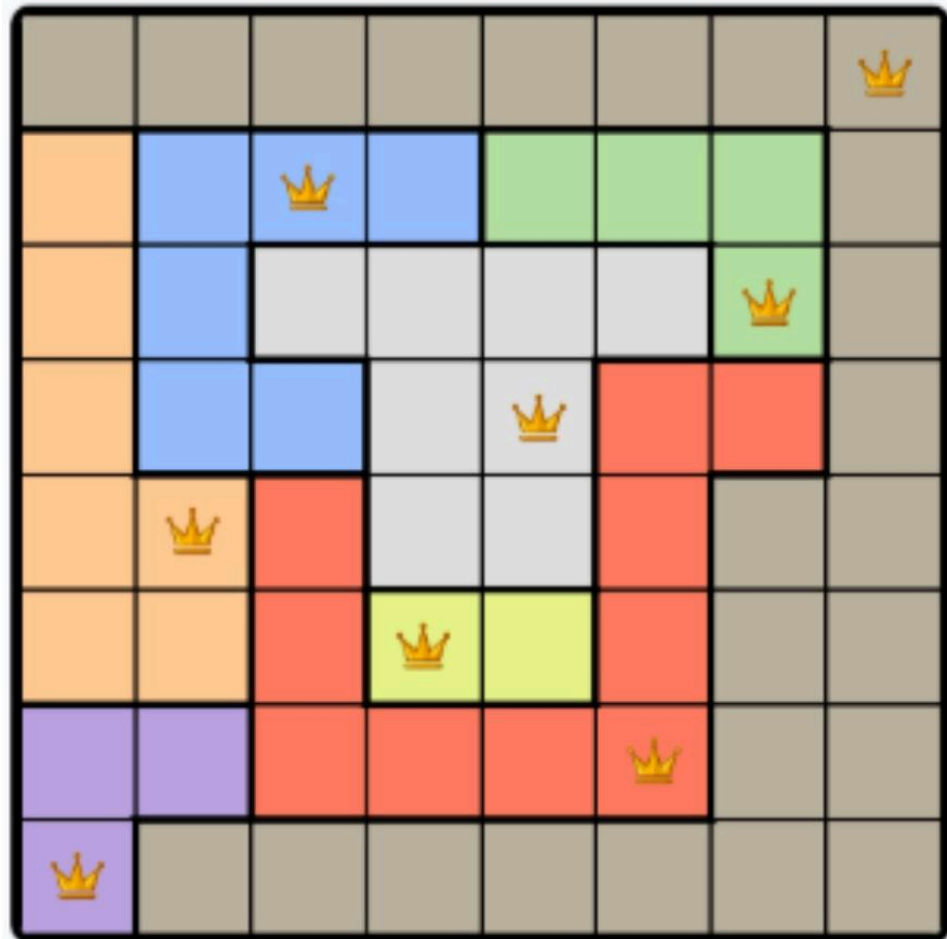


# Laporan Tugas Kecil 1

IF2211 Strategi Algoritma

Penyelesaian Permainan Queens Linkedin Dengan Brute-Force

Semester II Tahun 2025/2026



Disusun oleh:

Bryan Pratama Putra Hendra - 13524067

Laboratorium Ilmu dan Rekayasa Komputasi

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung

# DAFTAR ISI

<b>1. Pendahuluan.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 Deskripsi.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Tujuan.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Ide Penerapan.....</b>	<b>2</b>
<b>2. Implementasi.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Brute Force.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Pseudocode.....</b>	<b>3</b>
<b>2.3 Struktur Proyek.....</b>	<b>7</b>
<b>2.4 Source Code.....</b>	<b>7</b>
2.4.1 board.h.....	7
2.4.2 board.cpp.....	8
2.4.3 queens.h.....	9
2.4.4 queens.cpp.....	10
2.4.5 queensSolver.h.....	10
2.4.6 queensSolver.cpp.....	12
2.4.7 bindings.cpp.....	15
2.4.8 app.py.....	17
<b>3. Pengujian.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1 Test 1 : Papan Berukuran 9 x 9.....</b>	<b>23</b>
3.1.1 File Input.....	23
3.1.2 File Output.....	24
<b>3.2 Test 2 : Papan Berukuran 7 x 7.....</b>	<b>25</b>
3.2.1 File Input.....	25
3.2.2 File Output.....	26
<b>3.3 Test 3 : Papan Berukuran 8 x 8.....</b>	<b>27</b>
3.3.1 File Input.....	27
3.3.2 File Output.....	28
<b>3.4 Test 4 : Papan Berukuran 26 x 26.....</b>	<b>29</b>
3.4.1 File Input.....	29
3.4.2 File Output.....	30
<b>3.5 Test 5 : Papan Berukuran 6 x 6 tanpa Solusi.....</b>	<b>31</b>
3.5.1 File Input.....	31
3.5.2 File Output.....	32
<b>3.6 Test 6 : Papan Berukuran 9 x 9 dengan Optimized Brute Force.....</b>	<b>32</b>
3.5.1 File Input.....	32
3.5.2 File Output.....	32
<b>4. Lampiran.....</b>	<b>34</b>

# 1. Pendahuluan

## 1.1 Deskripsi

Queens merupakan sebuah puzzle logika yang tersedia pada platform jejaring profesional LinkedIn. Dalam permainan ini, pemain ditantang untuk menempatkan queen pada papan persegi yang terdiri dari beberapa daerah warna sehingga memenuhi aturan berikut:

- Hanya satu queen berada pada setiap baris.
- Hanya satu queen berada pada setiap kolom.
- Hanya satu queen berada pada setiap daerah warna yang sama.
- Tidak ada dua queen yang ditempatkan bersebelahan, termasuk secara diagonal.

Permainan ini menarik untuk dijadikan studi kasus dalam pengembangan algoritma karena meskipun konsepnya sederhana, jumlah kemungkinan konfigurasi papan meningkat sangat cepat seiring bertambahnya ukuran papan. Oleh karena itu, implementasi algoritma yang efisien menjadi penting untuk menyelesaikan masalah ini secara komputasional.

## 1.2 Tujuan

Tujuan dari tugas ini adalah mengembangkan program yang mampu menemukan satu solusi valid dalam permainan Queens menggunakan algoritma *brute force*. Program harus dapat membaca konfigurasi papan awal dari file input, menempatkan queen sesuai aturan permainan, menampilkan hasil solusi, menampilkan *live update* dari proses pencarian dengan *brute force*, serta menghitung jumlah konfigurasi yang diperiksa dan waktu eksekusi. Selain itu, versi optimasi dari algoritma juga dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi komputasi dan mendukung visualisasi proses pencarian solusi.

## 1.3 Ide Penerapan

Untuk menyelesaikan masalah ini, penulis mengembangkan solusi yang menggabungkan *backend* dengan bahasa pemrograman C++ dan *frontend* dengan bahasa pemrograman Python. *Backend* C++ bertanggung jawab untuk logika inti algoritma *brute force*, termasuk validasi posisi queen, backtracking, dan optimisasi. Bahasa Python digunakan sebagai *frontend* untuk visualisasi, dan menampilkan papan secara interaktif. Integrasi antara C++ dan Python dilakukan menggunakan binding, sehingga fungsi-fungsi backend dapat dipanggil langsung dari Python tanpa kehilangan performa komputasi.

Pendekatan ini memungkinkan:

- Pemanfaatan kecepatan eksekusi bahasa pemrograman C++ untuk pencarian solusi *brute force*.
- Kemudahan bahasa pemrograman Python dalam menampilkan GUI atau output interaktif.

## 2. Implementasi

Dalam permainan Queens, pendekatan brute force digunakan untuk menemukan solusi dengan cara mengeksplorasi seluruh kemungkinan susunan ratu pada papan berukuran  $N \times N$ . Metode ini bekerja secara rekursif, dengan menempatkan satu ratu pada setiap baris secara bergantian, kemudian melakukan pemeriksaan aturan setiap kali papan diisi penuh. Aturan yang harus dipatuhi meliputi: hanya satu ratu per kolom, tidak ada dua ratu yang berdekatan baik secara horizontal, vertikal, maupun diagonal dalam jarak satu petak, dan setiap ratu berada pada daerah warna yang berbeda. Dengan strategi ini, algoritma dapat menjamin bahwa setiap konfigurasi yang diperiksa valid sesuai kriteria permainan, meskipun memerlukan eksplorasi kombinatorial yang ekstensif.

### 2.1 Brute Force

Algoritma brute force yang diimplementasikan penulis bersifat murni, yaitu melakukan enumerasi terhadap semua kemungkinan penempatan queen pada papan berdasarkan aturan permainan yang dijelaskan pada pendahuluan.

Prosedur utama brute force terdapat pada fungsi *bruteforce(int row)* dan versi optimasinya *bruteforceopt(int row)*. Alur kerjanya secara sederhana adalah sebagai berikut:

- Pemanggilan pertama dilakukan dengan parameter  $row = 0$ , serta papan awal dari input pengguna dan array *currentPlacement* yang masih kosong.
- Algoritma mencoba menempatkan queen pada setiap kolom di baris saat ini ( $row$ ), kemudian melakukan pemanggilan rekursif ke baris berikutnya ( $row + 1$ ).
- Setelah semua baris terisi, dilakukan pengecekan apakah konfigurasi papan valid, termasuk aturan kolom unik, larangan queen berdekatan, dan aturan warna.
- Jika valid, array *solution* diupdate dengan posisi queen yang sah. Lalu dilihatkan kepada pengguna solusi dari board queens yang diberikan.

Untuk versi optimasi (*bruteforceopt*), algoritma memanfaatkan pengecekan sebagian kondisi selama proses rekursi, termasuk memeriksa kolom dan warna yang sudah terpakai, sehingga beberapa cabang yang jelas akan gagal dapat dilewati tanpa diuji.

Dalam implementasi murni tanpa optimasi, kompleksitas waktu berada pada orde eksponensial  $O(n^n)$ , karena setiap baris harus mencoba semua kolom yang tersedia berdasarkan konfigurasi baris sebelumnya. Optimasi yang diterapkan dapat mengurangi jumlah kasus yang diperiksa secara signifikan, tetapi kompleksitas terburuk tetap eksponensial.

### 2.2 Pseudocode

Pseudocode *isValidPlacement* dan *bruteforce* menunjukkan alur algoritma brute force murni untuk permainan Queens. Fungsi *isValidPlacement* digunakan untuk memeriksa apakah seluruh papan yang telah ditempati queen memenuhi aturan permainan, yaitu setiap kolom hanya berisi satu queen, queen tidak saling bersinggungan dalam radius satu petak, dan setiap queen berada pada warna yang berbeda. Sedangkan prosedur *bruteforce* melakukan penempatan queen secara rekursif, mencoba setiap kolom pada setiap baris, kemudian memanggil dirinya sendiri untuk baris berikutnya. Jika seluruh baris terisi, algoritma memanggil *isValidPlacement* untuk memastikan konfigurasi valid, lalu memperbarui papan solusi. Mekanisme backtracking diterapkan dengan menghapus queen dari posisi saat ini apabila tidak ada konfigurasi valid yang ditemukan pada baris berikutnya. Prosedur ini juga mendukung fitur live update dengan memanggil *stepCallback* secara periodik, sehingga proses brute force dapat divisualisasikan secara bertahap.

```
function isValidPlacement()
  for r1 = 0 to n - 1 do
    for r2 = r1 + 1 to n - 1 do
      c1 = currentplacement[r1]
      c2 = currentplacement[r2]

      if c1 = c2 then
        return false
      end if

      if abs(r1 - r2) ≤ 1 and abs(c1 - c2) ≤ 1 then
        return false
      end if

      if board[r1][c1] = board[r2][c2] then
        return false
      end if
    end for
  end for

  return true
end function
```

```
procedure bruteforce(row)
  if found = true then
    return
  end if

  if row = n then
    countcases = countcases + 1

    if isValidPlacement() = true then
      found = true
      for r = 0 to n - 1 do
        solution[r][currentplacement[r]] = '#'
      end for

      if stepcallback is defined then
        call stepcallback(solution)
      end if
    end if
    return
  end if
```

```
for col = 0 to n - 1 do
    currentplacement[row] = col
    solution[row][col] = '#'
    cnt = cnt + 1

    if stepcallback is defined and cnt mod 50000 = 0 then
        call stepcallback(solution)
    end if

    call bruteforce(row + 1)

    if found = true then
        return
    end if

    solution[row][col] = '.'

    if stepcallback is defined and cnt mod 50000 = 0 then
        call stepcallback(solution)
    end if

end for
end procedure
```

Pada versi optimasi, prosedur *bruteforceopt* menggunakan pengecekan sebagian kondisi (*isSafe*) sebelum melakukan rekursi. Hal ini memungkinkan algoritma melewati beberapa cabang yang jelas akan gagal, sehingga mengurangi jumlah kasus yang perlu diperiksa. Selain itu, algoritma tetap menempatkan queen secara rekursif pada setiap baris, namun hanya melanjutkan ke baris berikutnya jika posisi kolom saat ini aman. Prosedur ini juga mendukung fitur live update dengan memanggil *stepCallback* secara periodik, sehingga proses brute force dapat divisualisasikan secara bertahap. Dengan strategi ini, algoritma tetap brute force murni namun lebih efisien dibandingkan versi tanpa optimasi.

```
function isSafe(row, col)
    for r = 0 to row - 1 do
        c = currentplacement[r]

        if c = col then
            return false
        end if

        if abs(r - row) ≤ 1 and abs(c - col) ≤ 1 then
            return false
        end if

        if board[r][c] = board[row][col] then
```

```
        return false
    end if
end for

return true
end function
```

```
procedure bruteforceopt(row)
    if found = true then
        return
    end if

    if row = n then
        found = true
        if stepcallback is defined then
            call stepcallback(solution)
        end if
        return
    end if

    for col = 0 to n - 1 do
        countcases = countcases + 1
        cnt = cnt + 1

        if not isSafe(row, col) then
            continue
        end if

        currentplacement[row] = col
        solution[row][col] = '#'

        if stepcallback is defined and cnt mod 50 = 0 then
            call stepcallback(solution)
        end if

        call bruteforceopt(row + 1)

        if found = true then
            return
        end if

        solution[row][col] = '.'

        if stepcallback is defined and cnt mod 50 = 0 then
            call stepcallback(solution)
        end if
    end if
end for
```

```
end for  
end procedure
```

## 2.3 Struktur Proyek

```
├── assets/  
│   └── ...  
├── docs/  
│   └── Laporan_Tucil1.pdf  
├── src/  
│   ├── app.py  
│   ├── bindings.cpp  
│   ├── board.cpp  
│   ├── board.h  
│   ├── queens.cpp  
│   ├── queens.h  
│   ├── queensSolver.cpp  
│   └── queensSolver.h  
├── test/  
│   ├── input/  
│   │   └── ...  
│   ├── output/  
│   │   └── ...  
├── CMakeList.txt  
├── doc/  
└── README.md
```

## 2.4 Source Code

Berikut merupakan source code dari program yang diimplementasikan untuk menyelesaikan permainan Queens.

### 2.4.1 board.h

```
#ifndef BOARD_H  
#define BOARD_H  
  
#include <iostream>  
#include <vector>  
#include <unordered_set>  
  
using namespace std;  
  
class Board
```



```
{
private:
    vector<vector<char>> board;
    int size = 0;

public:
    Board();
    void setBoard(const vector<vector<char>> &inputBoard);
    bool isSquare() const;
    bool isValidBoard() const;
    int getSize() const;
    char getElmt(int row, int col) const;
    const vector<vector<char>> &getBoard() const;
    int countDistinctColors() const;
};

#endif
```

## 2.4.2 board.cpp

```
#include "board.h"

Board::Board() {}

void Board::setBoard(const vector<vector<char>> &inputBoard)
{
    board = inputBoard;
    size = board.size();
}

bool Board::isSquare() const
{
    for (int i = 0; i < size; i++)
    {
        if ((int)board[i].size() != size) return false;
    }
    return true;
}

bool Board::isValidBoard() const
{
    if (size == 0) return false;
    if (!isSquare()) return false;

    return true;
}
```

```
int Board::getSize() const
{
    return size;
}

char Board::getElmt(int row, int col) const
{
    return board[row][col];
}

const vector<vector<char>> &Board::getBoard() const
{
    return board;
}

int Board::countDistinctColors() const
{
    std::unordered_set<char> colors;
    for (const auto &row : board)
    {
        for (char c : row) colors.insert(c);
    }
    return static_cast<int>(colors.size());
}
```

### 2.4.3 queens.h

```
#ifndef QUEENS_H
#define QUEENS_H

class Queen
{
private:
    int row;
    int col;

public:
    Queen();
    Queen(int r, int c);
    int getRow() const;
    int getCol() const;
    void setPosition(int r, int c);
};

#endif
```

## 2.4.4 queens.cpp

```
#include "queens.h"

Queen::Queen() : row(-1), col(-1) {}

Queen::Queen(int r, int c)
{
    row = r;
    col = c;
}

int Queen::getRow() const
{
    return row;
}

int Queen::getCol() const
{
    return col;
}

void Queen::setPosition(int r, int c)
{
    row = r;
    col = c;
}
```

## 2.4.5 queensSolver.h

```
#ifndef QUEENSSOLVER_H
#define QUEENSSOLVER_H

#include <chrono>
#include <vector>
#include <iostream>
#include <functional>
#include <thread>

#include "board.h"
#include "queens.h"
```

```
using namespace std;

struct SolveResult
{
    vector<vector<char>> solution;
    vector<vector<char>> board;
    long long countCases;
    long long durationMs;
    bool found;
};

class QueensSolver
{
private:
    const Board &board;
    vector<vector<char>> solution;
    vector<Queen> queens;
    vector<int> currentPlacement;
    function<void(const vector<vector<char>> &)> stepCallback;

    int n;
    long long countCases = 0, cnt = 0;
    bool found = false;
    bool optimized;

    bool isSafe(int row, int col);
    bool isValidPlacement();
    void bruteforceopt(int row);
    void bruteforce(int row);

public:
    QueensSolver(const Board &b, bool optimized, function<void(const
vector<vector<char>> &)> callback = nullptr);
    SolveResult solve();
};

#endif
```

## 2.4.6 queensSolver.cpp

```
#include "queensSolver.h"

QueensSolver::QueensSolver(const Board &b, bool optimized,
function<void(const vector<vector<char>> &)> callback) : board(b),
optimized(optimized), stepCallback(callback)
{
    n = board.getSize();
    solution = board.getBoard();
    queens.resize(n);
    currentPlacement.resize(n);
}

bool QueensSolver::isSafe(int row, int col)
{
    for (int r = 0; r < row; r++)
    {
        int c = currentPlacement[r];
        if (c == col) return false;

        if (abs(r - row) <= 1 && abs(c - col) <= 1) return false;

        if (board.getElmt(r, c) == board.getElmt(row, col)) return
false;
    }

    return true;
}

bool QueensSolver::isValidPlacement()
{
    for (int r1 = 0; r1 < n; r1++)
    {
        for (int r2 = r1 + 1; r2 < n; r2++)
        {
            int c1 = currentPlacement[r1];
            int c2 = currentPlacement[r2];

            if (c1 == c2) return false;

            if (abs(r1 - r2) <= 1 && abs(c1 - c2) <= 1) return
false;

            if (board.getElmt(r1, c1) == board.getElmt(r2, c2))
return false;
        }
    }
}
```

```
        return true;
    }

    void QueensSolver::bruteforceopt(int row)
    {
        if (found) return;

        if (row == n)
        {
            found = true;
            if (stepCallback) stepCallback(solution);
            return;
        }

        for (int col = 0; col < n; col++)
        {
            countCases++;
            cnt++;

            if (!isSafe(row, col)) continue;

            currentPlacement[row] = col;
            solution[row][col] = '#';

            if (stepCallback && cnt % 50 == 0) stepCallback(solution);

            bruteforceopt(row + 1);

            if (found) return;

            solution[row][col] = '.';

            if (stepCallback && cnt % 50 == 0) stepCallback(solution);
        }
    }

    void QueensSolver::bruteforce(int row)
    {
        if (found) return;

        if (row == n)
        {
            countCases++;

            if (isValidPlacement())
            {
                found = true;
            }
        }
    }
}
```

```
for (int r = 0; r < n; r++)
    solution[r][currentPlacement[r]] = '#';

    if (stepCallback) stepCallback(solution);
}
return;
}

for (int col = 0; col < n; col++)
{
    currentPlacement[row] = col;
    solution[row][col] = '#';

    cnt++;

    if (stepCallback && cnt % 50000 == 0)
stepCallback(solution);

    bruteforce(row + 1);

    if (found) return;

    solution[row][col] = '.';

    if (stepCallback && cnt % 50000 == 0)
stepCallback(solution);
}
}

SolveResult QueensSolver::solve()
{
    int distinctColors = board.countDistinctColors();
    if (distinctColors != n)
    {
        SolveResult result;
        result.countCases = 0;
        result.durationMs = 0;
        result.found = false;
        result.board = board.getBoard();
        result.solution = {};
        return result;
    }

    auto start = std::chrono::high_resolution_clock::now();

    if (optimized) bruteforceopt(0);
    else bruteforce(0);

    auto end = chrono::high_resolution_clock::now();
```

```
        auto duration = chrono::duration_cast<chrono::milliseconds>(end
- start);

        SolveResult result;
        result.countCases = countCases;
        result.durationMs = duration.count();
        result.found = found;
        result.board = board.getBoard();

        if (found) result.solution = solution;
        else result.solution = {};

        return result;
    }
```

## 2.4.7 bindings.cpp

```
#include <pybind11/pybind11.h>
#include <pybind11/stl.h>

#include <fstream>
#include <vector>
#include <string>

#include "board.h"
#include "queensSolver.h"

namespace py = pybind11;

std::vector<std::vector<char>> loadBoardFile(const std::string&
filename)
{
    std::ifstream file(filename);
    if (!file.is_open()) throw std::runtime_error("File tidak
ditemukan");

    std::vector<std::vector<char>> tempBoard;
    std::string line;

    while (getline(file, line))
    {
        std::vector<char> row;
        for (char c : line) row.push_back(c);
        tempBoard.push_back(row);
    }
}
```



```
        file.close();
        return tempBoard;
    }

    SolveResult solveBoard(const std::vector<std::vector<char>>&
boardInput,
        bool optimized,
        py::function callback = py::none())
    {
        Board board;
        board.setBoard(boardInput);

        if (!board.isValidBoard()) throw std::runtime_error("Board tidak
valid");

        std::function<void(const std::vector<std::vector<char>>&)>
stepCallback = nullptr;

        if (!callback.is_none())
        {
            stepCallback = [callback](const
std::vector<std::vector<char>>& state)
            {
                py::gil_scoped_acquire acquire;
                callback(state);
            };
        }

        QueensSolver solver(board, optimized, stepCallback);
        return solver.solve();
    }

PYBIND11_MODULE(queens_solver, m)
{
    py::class_<SolveResult>(m, "SolveResult")
        .def_readonly("solution", &SolveResult::solution)
        .def_readonly("countCases", &SolveResult::countCases)
        .def_readonly("durationMs", &SolveResult::durationMs)
        .def_readonly("board", &SolveResult::board)
        .def_readonly("found", &SolveResult::found);

    m.def("loadBoardFile", &loadBoardFile);
    m.def("solveBoard", &solveBoard,
        py::arg("boardInput"),
        py::arg("optimized") = true,
        py::arg("callback") = py::none());
}
```

## 2.4.8 app.py

```
import tkinter as tk
import queens_solver
import os
import colorsys
import threading
from tkinter import filedialog, messagebox
from PIL import Image, ImageTk, ImageDraw

current_board = None
current_solution = None
current_input_path = None
current_result = None
BOARD_PIXEL_SIZE = 600

def live_update(state):
    canvas.delete("queen")

    n = len(state)
    cell_size = BOARD_PIXEL_SIZE / n

    for i in range(n):
        for j in range(n):
            if state[i][j] == '#':
                x = j * cell_size + cell_size / 2
                y = i * cell_size + cell_size / 2

                canvas.create_image(
                    x,
                    y,
                    image=queen_img,
                    tags="queen"
                )

    root.update_idletasks()

def generate_colors(n=26):
    colors = []
    for i in range(n):
        hue = i / n
        r, g, b = colorsys.hsv_to_rgb(hue, 0.5, 0.95)
        colors.append(f"#{int(r*255):02x}{int(g*255):02x}{int(b*255):02x}")
    return colors
```

```
REGION_COLORS = generate_colors(26)

def load_image(path, width):
    img = Image.open(path).convert("RGBA")
    ratio = width / img.width
    height = int(img.height * ratio)
    img = img.resize((width, height), Image.LANCZOS)
    return ImageTk.PhotoImage(img)

def load_file():
    global current_board, current_input_path

    file_path = filedialog.askopenfilename(
        title="Pilih file input",
        filetypes=[("Text files", "*.txt")]
    )

    if not file_path:
        return

    try:
        current_board = queens_solver.loadBoardFile(file_path)
        current_input_path = file_path
        status_label.config(text="Board loaded", fg="black")
        draw_board_only(current_board)

    except Exception as e:
        messagebox.showerror("Error", str(e))

def show_solution():
    global current_board, current_solution, current_result

    if current_board is None:
        messagebox.showwarning("Warning", "No board to solve.")
        return

    def run_solver():
        global current_board, current_solution, current_result
        try:
            result = queens_solver.solveBoard(
                current_board,
                optimized_var.get(),
                live_update
            )

            current_solution = result.solution
            current_result = result

            if result.found:
```

```
        status_label.config(
            text=f"Solusi ditemukan | Waktu:
{result.durationMs} ms | Cases: {result.countCases}",
            fg="green"
        )
    else:
        status_label.config(
            text=f"Solusi tidak ditemukan | Waktu:
{result.durationMs} ms | Cases: {result.countCases}",
            fg="red"
        )

    except Exception as e:
        messagebox.showerror("Error", str(e))

    threading.Thread(target=run_solver).start()

def draw_board_only(board):
    canvas.delete("all")

    n = len(board)
    cell_size = BOARD_PIXEL_SIZE / n

    canvas.config(width=BOARD_PIXEL_SIZE, height=BOARD_PIXEL_SIZE)

    for i in range(n):
        for j in range(n):
            letter = board[i][j]
            idx = ord(letter) - ord('A')
            color = REGION_COLORS[idx % 26]

            x1 = j * cell_size
            y1 = i * cell_size
            x2 = x1 + cell_size
            y2 = y1 + cell_size

            canvas.create_rectangle(
                x1, y1, x2, y2,
                fill=color,
                outline="black",
                width=2
            )

    def clear_board():
        global current_board, current_solution, current_result,
        current_input_path

        current_board = None
        current_solution = None
```

```
current_result = None
current_input_path = None

canvas.delete("all")
status_label.config(text="Board cleared", fg="black")

def save_as_txt():
    if current_solution is None or current_input_path is None:
        messagebox.showwarning("Warning", "No solution to save.")
        return

    os.makedirs("test/output", exist_ok=True)

    base_name =
os.path.splitext(os.path.basename(current_input_path))[0]
    output_path = os.path.join("test/output",
f"{base_name}_solution.txt")

    with open(output_path, "w") as f:
        for i, row in enumerate(current_board):
            line = ""
            for j, cell in enumerate(row):
                if current_solution[i][j] == '#':
                    line += '#'
                else:
                    line += cell
            f.write(line + "\n")

        f.write("\n")
        f.write(f"Waktu Pencarian: {current_result.durationMs}
ms\n")

        f.write(f"Jumlah Cases: {current_result.countCases}")

    messagebox.showinfo("Success", f"Saved to {output_path}")

def save_as_image():
    if current_solution is None or current_input_path is None:
        messagebox.showwarning("Warning", "No solution to save.")
        return

    os.makedirs("test/output", exist_ok=True)

    base_name =
os.path.splitext(os.path.basename(current_input_path))[0]
    output_path = os.path.join("test/output",
f"{base_name}_solution.png")

    n = len(current_board)
    board_size = BOARD_PIXEL_SIZE
```

```
cell_size = board_size / n

img = Image.new("RGB", (board_size, board_size), "#f2dfb2")
draw = ImageDraw.Draw(img)

queen_original = Image.open("assets/QL0G0.png").convert("RGBA")
queen_size = int(cell_size * 0.7)
queen_img_resized = queen_original.resize((queen_size,
queen_size), Image.LANCZOS)

for i in range(n):
    for j in range(n):
        letter = current_board[i][j]
        idx = ord(letter) - ord('A')
        color = REGION_COLORS[idx % 26]

        x1 = j * cell_size
        y1 = i * cell_size
        x2 = x1 + cell_size
        y2 = y1 + cell_size

        draw.rectangle([x1, y1, x2, y2], fill=color,
outline="black", width=2)

        if current_solution[i][j] == '#':
            queen_x = int(x1 + (cell_size - queen_size) / 2)
            queen_y = int(y1 + (cell_size - queen_size) / 2)
            img.paste(queen_img_resized, (queen_x, queen_y),
queen_img_resized)

    img.save(output_path)
    messagebox.showinfo("Success", f"Saved to {output_path}")

root = tk.Tk()
root.title("Queens Solver by Bryan")
root.geometry("1200x800")
root.configure(bg="#f2dfb2")
optimized_var = tk.BooleanVar(value=True)

root.grid_columnconfigure(0, weight=0)
root.grid_columnconfigure(1, weight=0)
root.grid_columnconfigure(2, weight=1)
root.grid_rowconfigure(0, weight=1)

sidebar = tk.Frame(root, bg="#f2dfb2", width=380)
sidebar.grid(row=0, column=0, sticky="ns")
sidebar.grid_propagate(False)

inner_sidebar = tk.Frame(sidebar, bg="#f2dfb2")
```

```
inner_sidebar.pack(fill="both", expand=True)

logo_img = load_image("assets/QUEENS.png", 320)
queen_img = load_image("assets/QL0G0.png", 65)

logo_label = tk.Label(inner_sidebar, image=logo_img, bg="#f2dfb2")
logo_label.pack(pady=(20, 90))

def image_button(parent, img, command):
    return tk.Button(
        parent,
        image=img,
        command=command,
        bd=0,
        highlightthickness=0,
        relief="flat",
        bg="#f2dfb2",
        activebackground="#f2dfb2",
        cursor="hand2"
    )

load_btn_img = load_image("assets/LOADTXT.png", 240)
solve_btn_img = load_image("assets/SOLVE.png", 240)
save_txt_img = load_image("assets/SAVETXT.png", 240)
save_img_img = load_image("assets/SAVEIMG.png", 240)
clear_btn_img = load_image("assets/CLEAR.png", 240)

button_frame = tk.Frame(inner_sidebar, bg="#f2dfb2")
button_frame.pack()

image_button(button_frame, load_btn_img, load_file).pack(pady=12)
image_button(button_frame, solve_btn_img,
show_solution).pack(pady=(12, 4))

# ===== CHECKBOX =====
optimized_checkbox = tk.Checkbutton(
    button_frame,
    text="Optimized",
    variable=optimized_var,
    onvalue=True,
    offvalue=False,
    bg="#f2dfb2",
    activebackground="#f2dfb2",
    font=("Helvetica", 12, "bold"),
    fg="black"
)
optimized_checkbox.pack(pady=(0, 12))

image_button(button_frame, save_txt_img, save_as_txt).pack(pady=12)
```

```
image_button(button_frame, save_img_img,
save_as_image).pack(pady=12)
image_button(button_frame, clear_btn_img,
clear_board).pack(pady=12)

separator = tk.Frame(root, bg="#c5b58a", width=3)
separator.grid(row=0, column=1, sticky="ns")

board_area = tk.Frame(root, bg="#f2dfb2")
board_area.grid(row=0, column=2, sticky="nsew")

status_label = tk.Label(
    board_area,
    text="Load a board to begin",
    font=("Helvetica", 16, "bold"),
    bg="#f2dfb2",
    fg="black"
)
status_label.pack(pady=20)

canvas = tk.Canvas(
    board_area,
    bg="#f2dfb2",
    highlightthickness=0
)
canvas.pack(expand=True)

root.mainloop()
```

### 3. Pengujian

Untuk keperluan pengujian, penulis menyiapkan beberapa file input dalam format .txt. File-file tersebut disimpan pada direktori test/input dan digunakan untuk memvalidasi algoritma serta memeriksa hasil keluaran program.

#### 3.1 Test 1 : Papan Berukuran 9 x 9

##### 3.1.1 File Input

```
AAABBCCCD
ABBBBCECD
ABBBDCED
AAABDCCCD
BBBDDDDDD
FGGGDDHDD
```



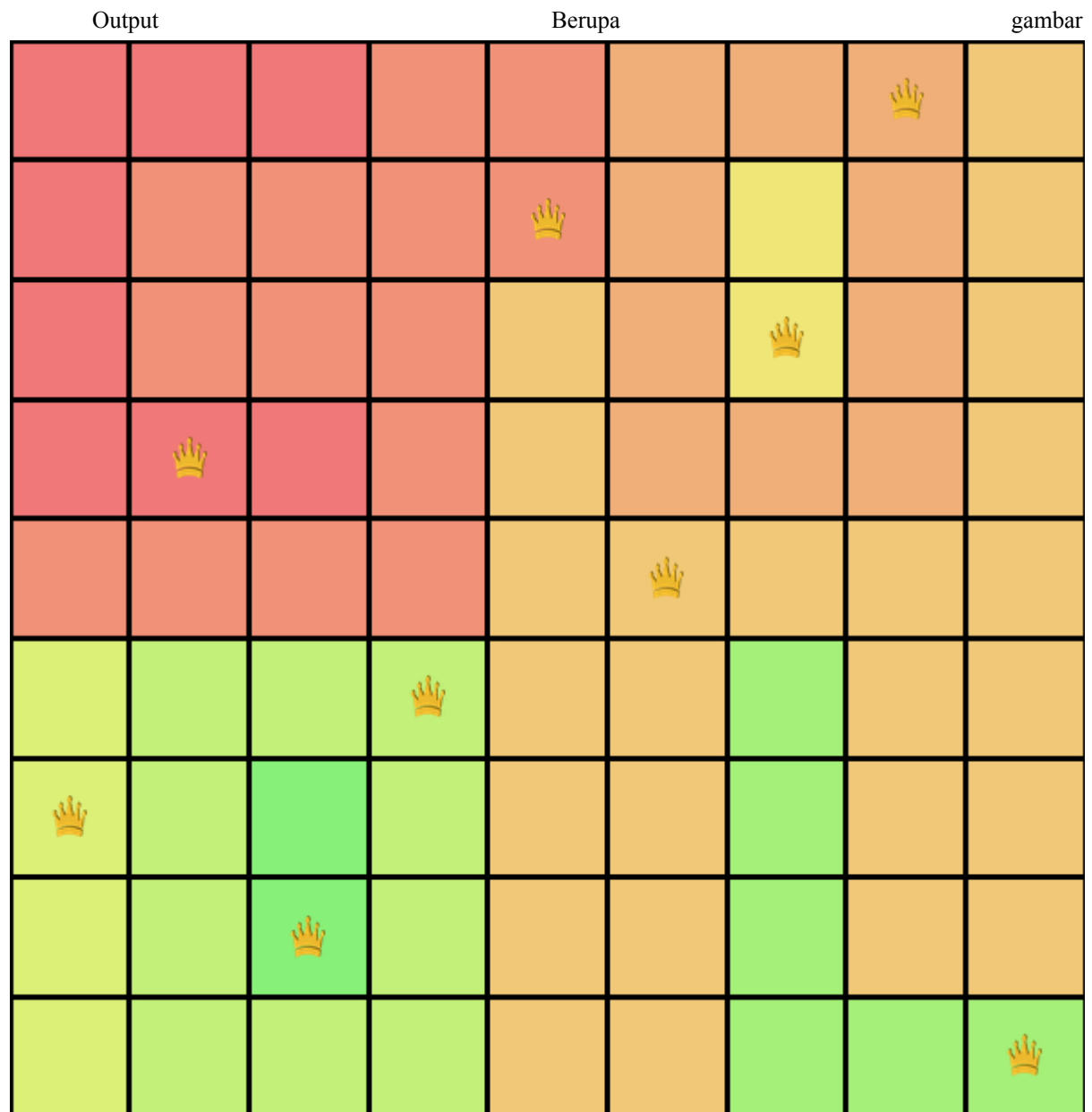
FGIGDDHDD  
FGIGDDHDD  
FGGGDDHHH

### 3.1.2 File Output

Output .txt

AAABBCC#D  
ABBB#CECD  
ABBBDC#CD  
A#ABDCCCD  
BBBBD#DDD  
FGG#DDHDD  
#GIGDDHDD  
FG#GDDHDD  
FGGGDDHH#

Waktu Pencarian: 2170 ms  
Jumlah Cases: 323741637



## 3.2 Test 2 : Papan Berukuran 7 x 7

### 3.2.1 File Input

```
AAAAFF
AAAAFF
AAAAEF
ABBAEF
ABCCFEG
```

DBBBEEG  
DDBBEEE

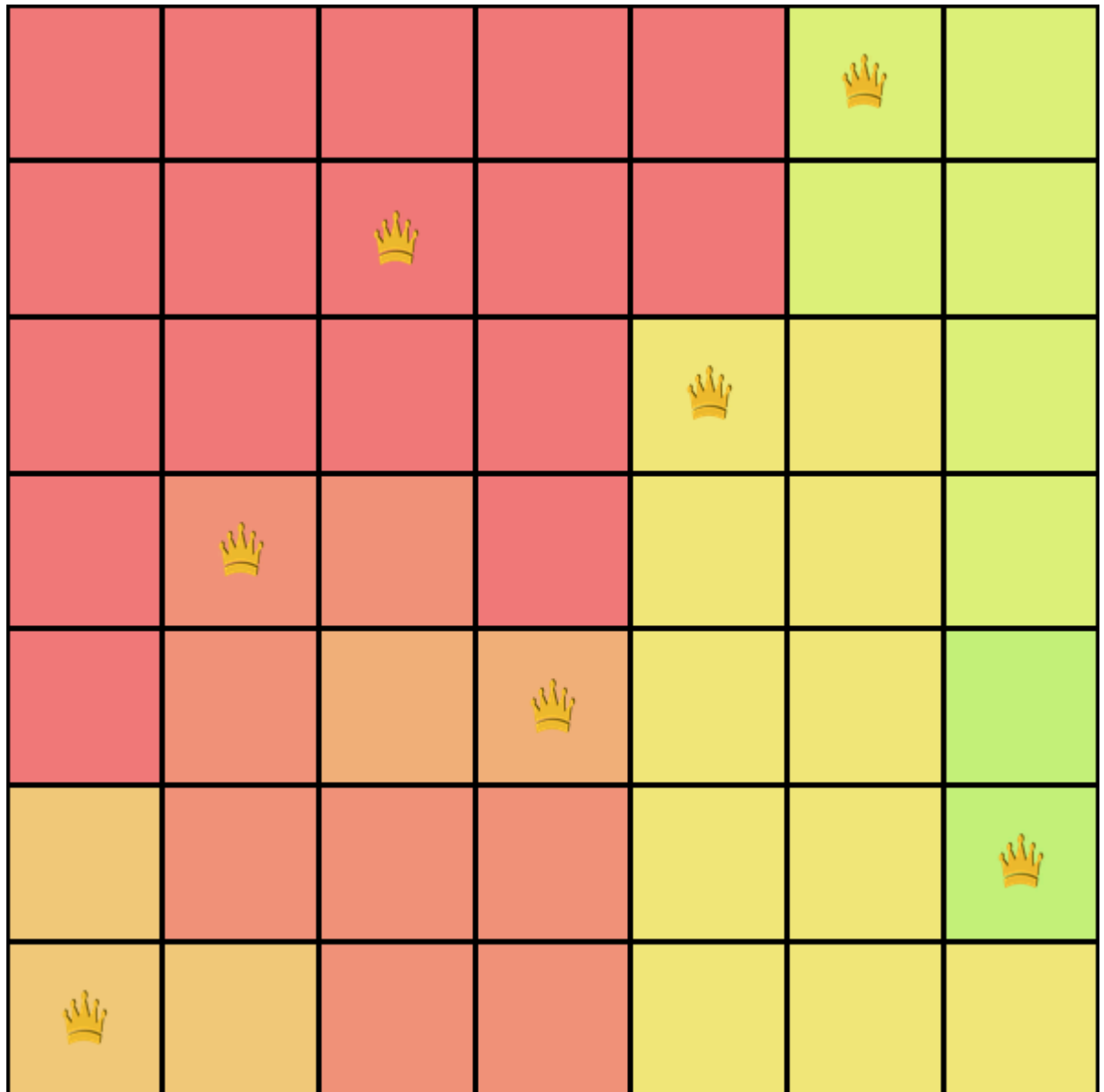
### 3.2.2 File Output

Output .txt

AAAAA#F  
AA#AAFF  
AAAA#EF  
A#BAEEF  
ABC#EEG  
DBBBEE#  
#DBBEEE

Waktu Pencarian: 33 ms  
Jumlah Cases: 631996

Output Berupa gambar



### 3.3 Test 3 : Papan Berukuran 8 x 8

#### 3.3.1 File Input

```

AAAABBBB
CAAABBDB
CAAABBDB
CAAABBBB
CCAEEBBB
CFFEEEGG
CFFEEEGG

```

HHFFEEEE

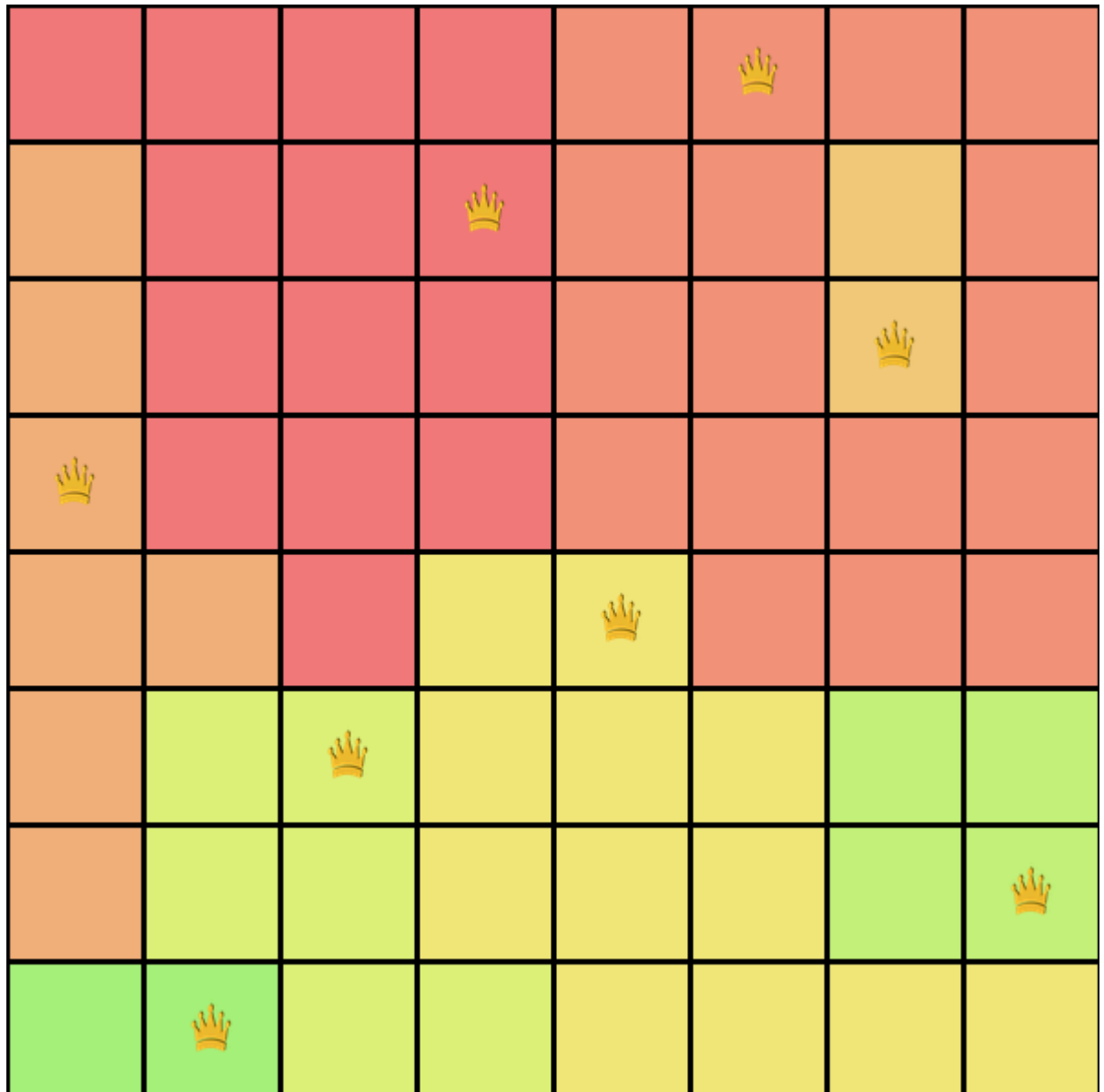
### 3.3.2 File Output

Output .txt

AAAAB#BB  
CAA#BBDB  
CAAABB#B  
#AAABBBB  
CCAE#BBB  
CF#EEEGG  
CFFEEEG#  
H#FFEEEE

Waktu Pencarian: 94 ms  
Jumlah Cases: 11471034

Output Berupa gambar



### 3.4 Test 4 : Papan Berukuran 26 x 26

#### 3.4.1 File Input

```

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

```

[illegible]

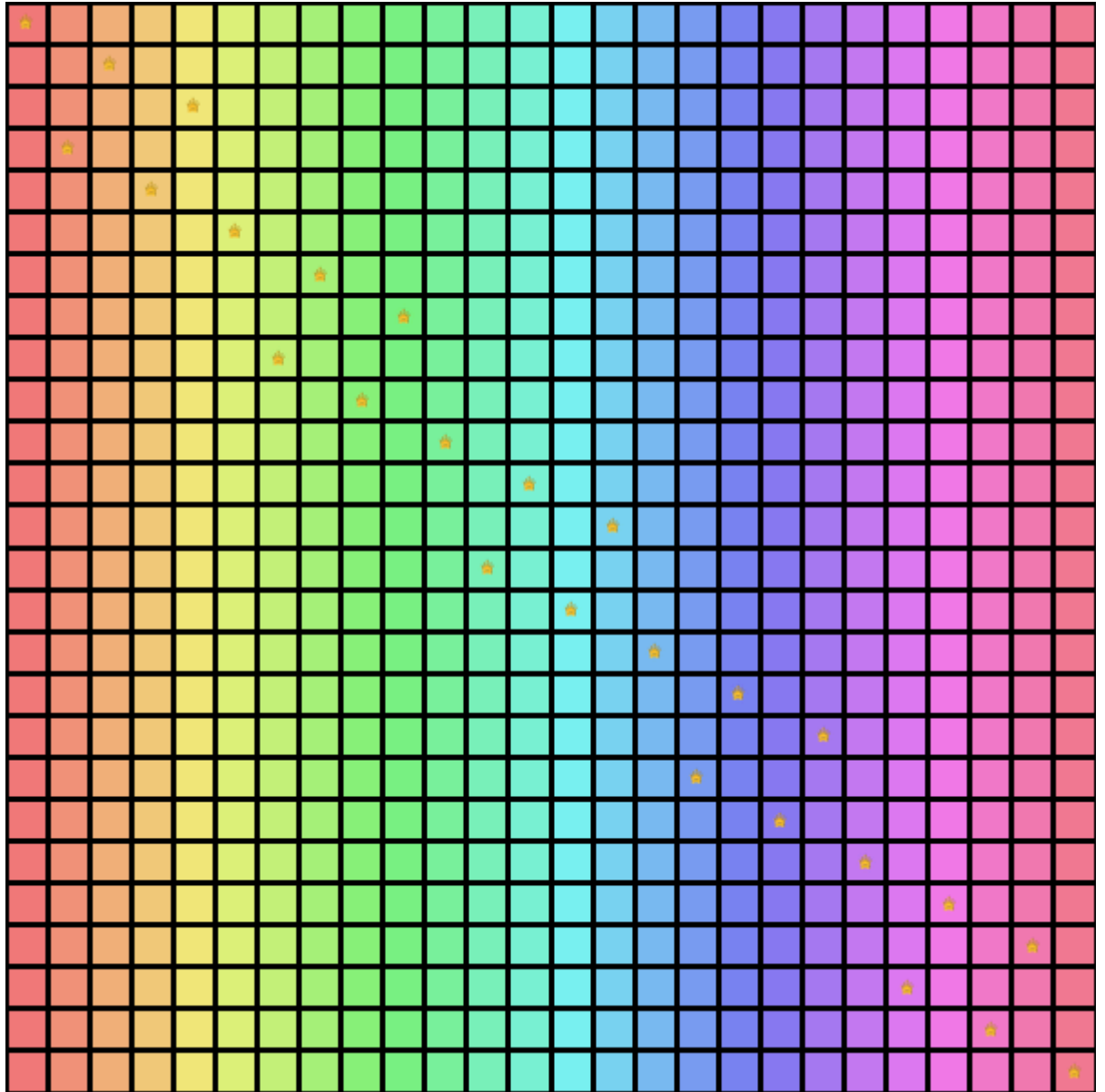
### 3.4.2 File Output

Output .txt

#BCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ  
AB#DEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ  
ABCD#FGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ  
A#BCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ  
ABC#EFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ  
ABCDE#GHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ  
ABCDEF#IJKLMNOPQRSTUVWXYZ  
ABCDEFGHI#KLMNOPQRSTUVWXYZ  
ABCDEF#HIJKLMNOPQRSTUVWXYZ  
ABCDEFGH#JKLMNOPQRSTUVWXYZ  
ABCDEFGHI#LMNOPQRSTUVWXYZ  
ABCDEFGHIIKL#NOPQRSTUVWXYZ  
ABCDEFGHIIKLMN#PQRSTUVWXYZ  
ABCDEFGHIIJK#MNOPQRSTUVWXYZ  
ABCDEFGHIIKLM#OPQRSTUVWXYZ  
ABCDEFGHIIKLMNO#QRSTUVWXYZ  
ABCDEFGHIIKLMNOPQ#STUVWXYZ  
ABCDEFGHIIKLMNOPQRS#UVWXYZ  
ABCDEFGHIIKLMNOP#RSTUVWXYZ  
ABCDEFGHIIKLMNOPQR#TUVWXYZ  
ABCDEFGHIIKLMNOPQRST#VWXYZ  
ABCDEFGHIIKLMNOPQRSTU#XYZ  
ABCDEFGHIKLMNOPQRSTUW#XZ  
ABCDEFGHIIKLMNOPQRSTU#WXYZ  
ABCDEFGHIIKLMNOPQRSTUW#YZ  
ABCDEFGHIIKLMNOPQRSTUWXY#

Waktu Pencarian: 23 ms  
Jumlah Cases: 351

Output Berupa gambar



### 3.5 Test 5 : Papan Berukuran 6 x 6 tanpa Solusi

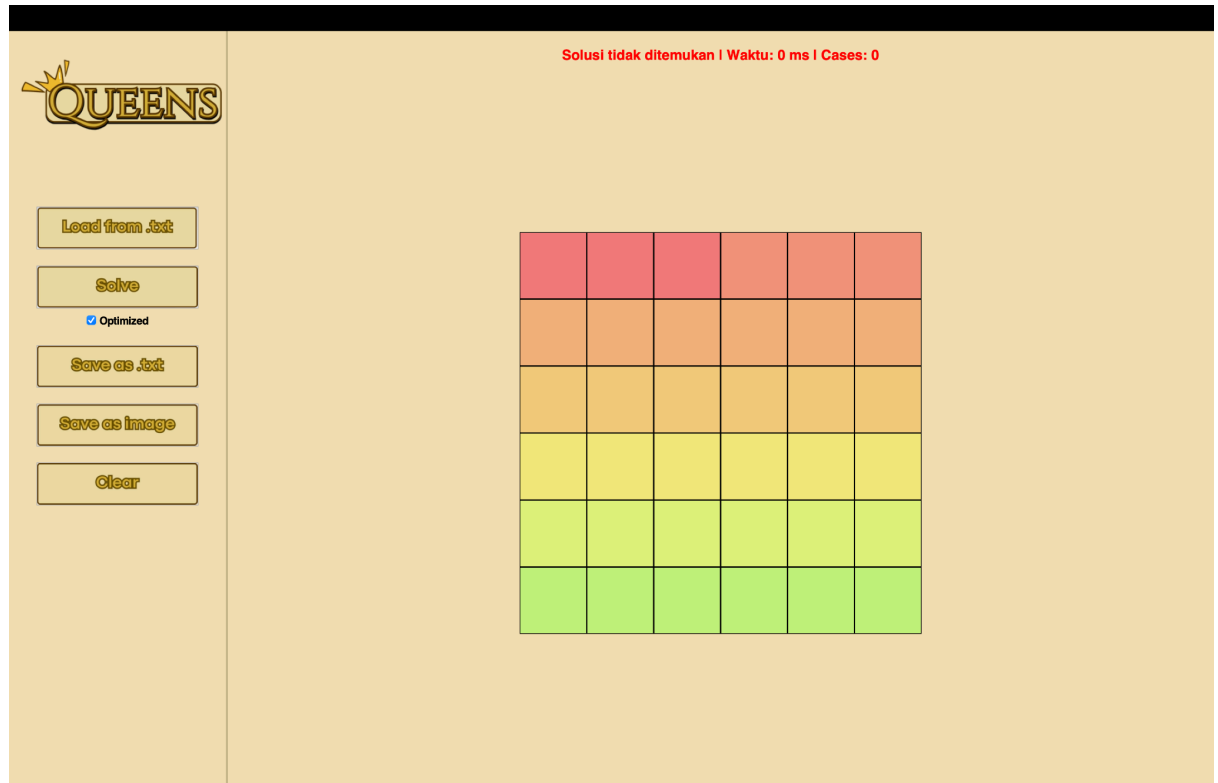
#### 3.5.1 File Input

```
AAABBB  
CCCCC  
DDDDDD  
EEEEEE  
FFFFF  
GGGGG
```



### 3.5.2 File Output

Output Berupa gambar



### 3.6 Test 6 : Papan Berukuran 9 x 9 dengan Optimized Brute Force

#### 3.5.1 File Input

```
AAABBCCCB  
DABBBBCBB  
DAEEBCBB  
FFEBBBBB  
GFGEGHHH  
GFGGGGGH  
GGGIIHG  
GGGIGGG  
GGGIGGG
```

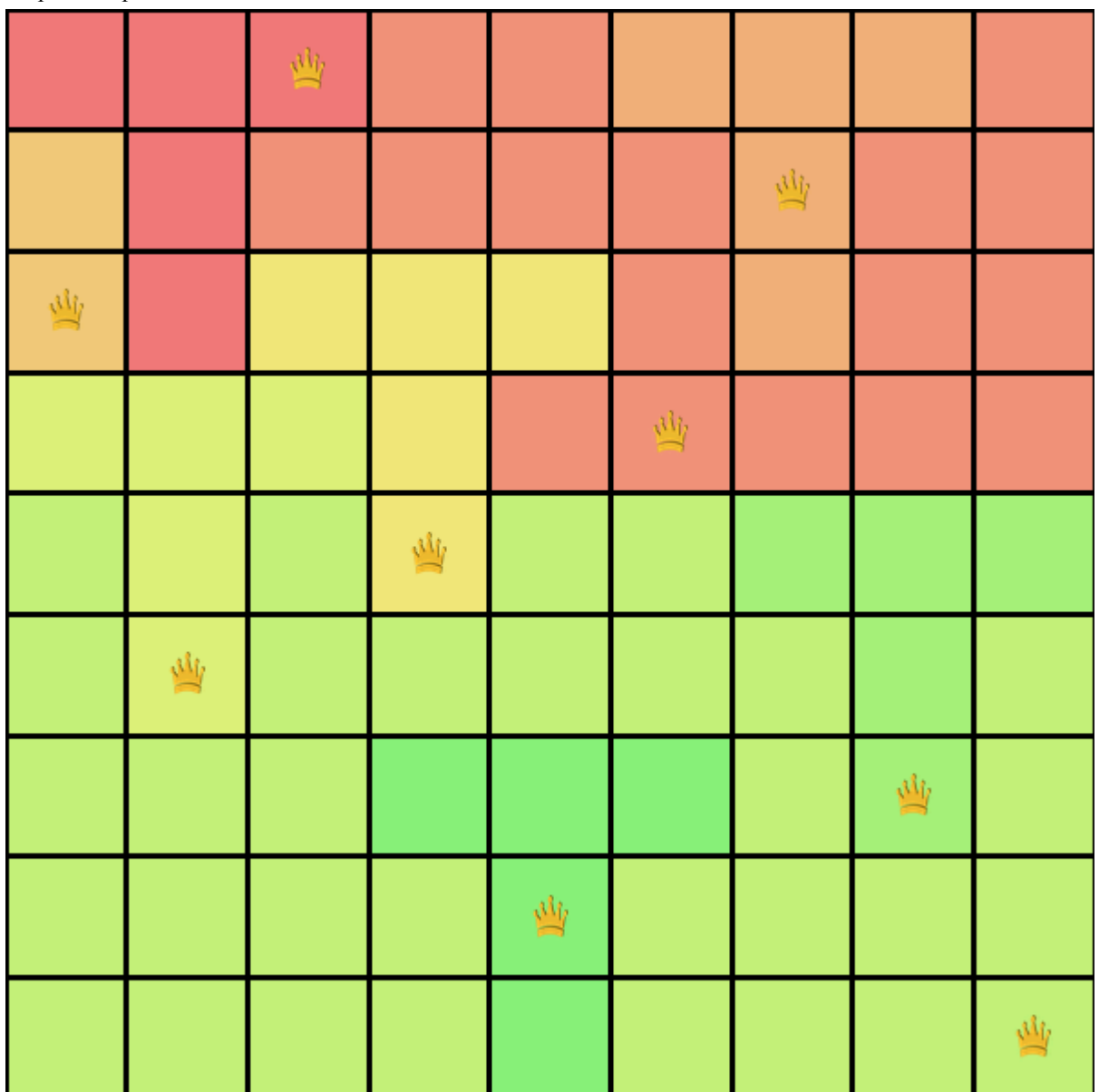
### 3.5.2 File Output

Output Berupa File .txt

AA#BBCCCB  
DABBBB#BB  
#AEEEEBCBB  
FFEB#BBB  
GFG#GGHHH  
G#GGGGGHG  
GGGIIIG#G  
GGGG#GGGG  
GGGGIGGG#

Waktu Pencarian: 2137 ms  
Jumlah Cases: 24453

Output Berupa Gambar



## 4. Lampiran

Penerapan algoritma untuk solver dan GUI terdapat pada *repository* github penulis:

[https://github.com/BryannPPH/Tucil1\\_13524067](https://github.com/BryannPPH/Tucil1_13524067)

No	Poin	Ya	Tidak
1.	Program berhasil di kompilasi tanpa kesalahan	✓	
2.	Program berhasil di jalankan	✓	
3.	Solusi yang diberikan program benar dan mematuhi aturan permainan	✓	
4.	Program dapat membaca masukan berkas.txt serta menyimpan solusi dalam berkas.txt	✓	
5.	Program memiliki Graphical User Interface(GUI)	✓	
6.	Program dapat menyimpan solusi dalam bentuk file gambar	✓	
7.	Program dapat menerima input sebuah gambar		✓

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

Bryan Pratama Putra Hendra