

Nama: Ririn Anastasya

NIM: 1227030030

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.ndimage import convolve, generate_binary_structure

N = 100
grid = np.zeros((N, N, N)) + 0.5

# Area yang dipanaskan pada z = 40
grid[30:70, 30:70, 40] = 1
# Area yang didinginkan pada z = 90
grid[30:70, 30:70, 90] = 0

mask_pos = grid == 1
mask_neg = grid == 0

yv, xv, zv = np.meshgrid(np.arange(N), np.arange(N), np.arange(N))

kern = generate_binary_structure(3, 1).astype(float) / 6
kern[1, 1, 1] = 0

def neumann(a):
    a[0, :, :] = a[1, :, :]
    a[-1, :, :] = a[-2, :, :]
    a[:, 0, :] = a[:, 1, :]
    a[:, -1, :] = a[:, -2, :]
```

```
✓ 46s ▶ a[:, :, 0] = a[:, :, 1]
a[:, :, -1] = a[:, :, -2]
return a

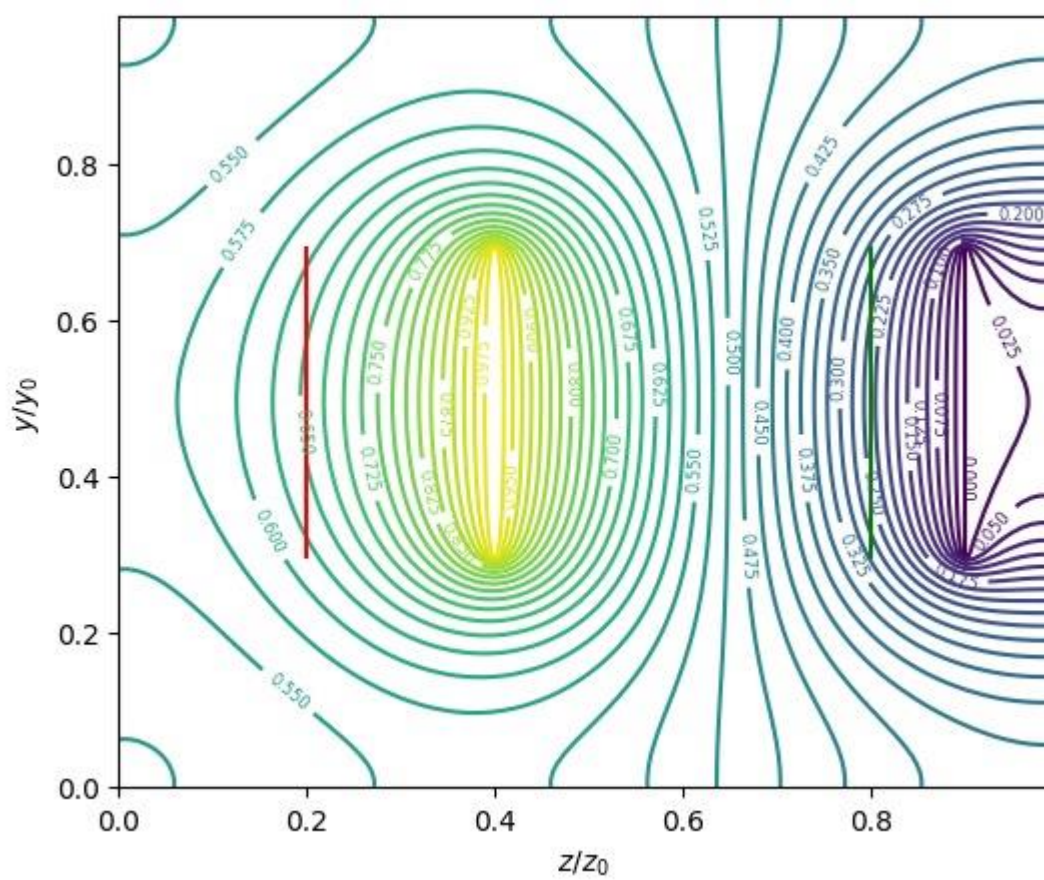
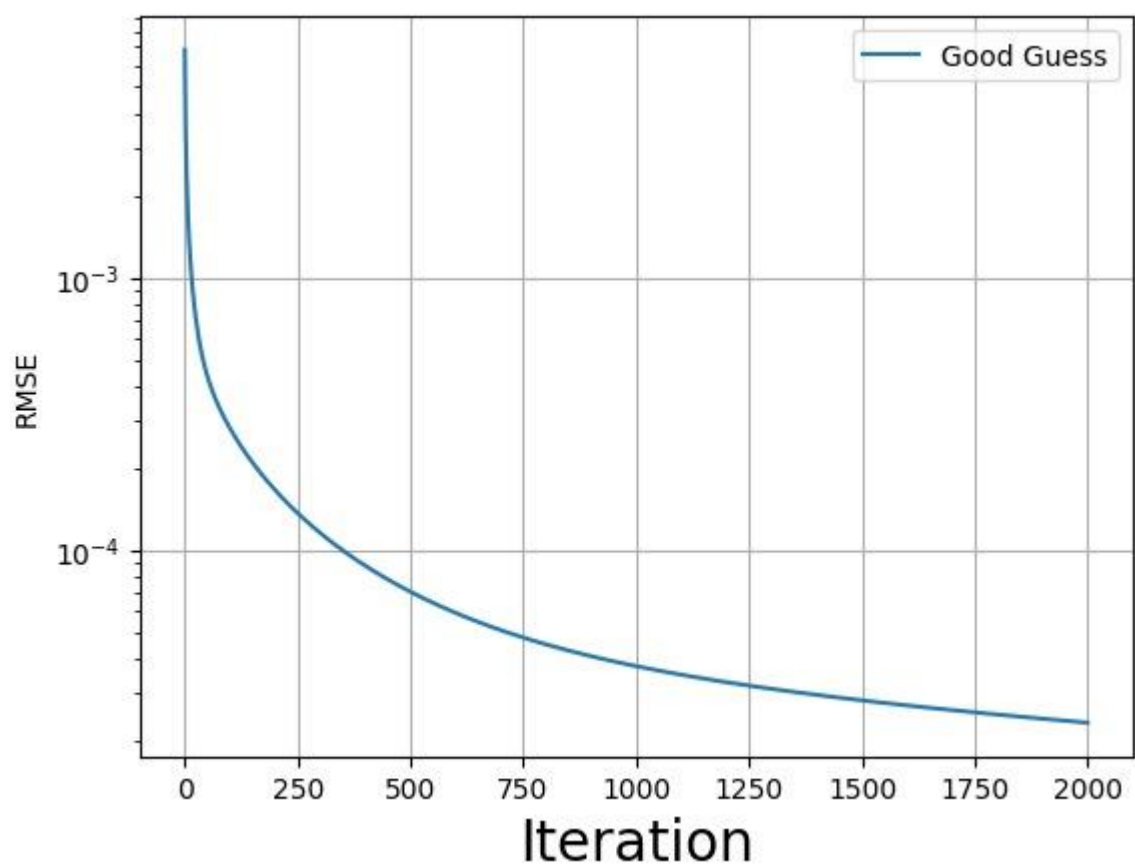
err = []
iters = 2000
for i in range(iters):
    grid_updated = convolve(grid, kern, mode='constant')
    # Boundary conditions (neumann)
    grid_updated = neumann(grid_updated)
    # Boundary conditions (dirichlet)
    grid_updated[mask_pos] = 1
    grid_updated[mask_neg] = 0
    # See what error is between consecutive arrays
    err.append(np.mean((grid - grid_updated) ** 2))
    grid = grid_updated

    # The following block was indented, causing the error.
    # It is now correctly aligned with the for loop.
slc = 40
plt.figure(figsize=(6, 5))
CS = plt.contour(np.arange(100) / 100, np.arange(100) / 100, grid[slc], levels=40)
plt.clabel(CS, CS.levels, inline=True, fontsize=6)

plt.xlabel('$z/z_0$') # Fixed the syntax error in the xlabel
plt.ylabel('$y/y_0$') # Fixed the syntax error in the ylabel
```

```
✓ 46s ▶ plt.xlabel('$z/z_0$') # Fixed the syntax error in the xlabel
plt.ylabel('$y/y_0$') # Fixed the syntax error in the ylabel
plt.axvline(0.2, ymin=0.3, ymax=0.7, color='r')
plt.axvline(0.8, ymin=0.3, ymax=0.7, color='g')
plt.show()

plt.semilogy(np.sqrt(np.array(err)), label='Good Guess')
plt.legend()
plt.xlabel('Iteration', fontsize=20)
plt.ylabel(r'RMSE')
plt.grid()
```



Kode pemrograman ini adalah simulasi untuk melihat bagaimana suhu menyebar dalam ruang tiga dimensi. Pertama, kita membuat sebuah grid atau kisi-kisi berukuran  $100 \times 100 \times 100$  yang diisi dengan nilai 0.5, yang berarti suhu awal di semua titik adalah 0.5. Kemudian, kita menetapkan area tertentu di grid untuk dipanaskan dengan memberikan nilai 1 pada kedalaman  $z = 40$  dan area lain di kedalaman  $z = 90$  untuk didinginkan dengan nilai 0. Dengan cara ini, kita bisa melihat perbedaan suhu di dalam grid.

Setelah itu, kita melakukan proses iterasi sebanyak 2000 kali untuk memperbarui suhu di grid. Dalam setiap iterasi, kita menghitung suhu baru dengan menggunakan metode konvolusi, yang membantu kita melihat bagaimana suhu di sekitar titik tertentu mempengaruhi suhu di titik itu. Kita juga menerapkan kondisi batas untuk memastikan bahwa nilai di tepi grid mengikuti nilai di dalamnya. Setelah memperbarui suhu, kita menghitung kesalahan antara suhu yang lama dan yang baru, dan menyimpannya untuk analisis. Selain itu, kita juga membuat visualisasi untuk menunjukkan distribusi suhu pada irisan tertentu dari grid dan grafik yang menunjukkan perubahan kesalahan seiring waktu.