



IMPLEMENTASI ALGORITMA TIMSORT PADA PYTHON  
LAPORAN TUGAS AKHIR MATA KULIAH

# **Pemrograman dan Algoritma**

4420102191

Oleh:

Salsabila Rosdiana 24030214001  
Elgi Agatha 24030214111  
Nirmala Rosyidatul L. 24030214120  
Izazil Maghfuri 240300214129  
Nabilah Febri Nur A. 24030214153  
MA - 2024B

Dosen Pengampu:

Hasanuddin Al-Habib, M.Si.

Program Studi S1 Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Surabaya

2025

# DAFTAR ISI

DAFTAR ISI .....	i
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	1
1.3. Tujuan.....	1
BAB II ANALISIS DAN PENELITIAN.....	2
2.1. Analisis Algoritma Timsort .....	2
2.2. Diagram Alir .....	2
2.3. Sketsa Desain Antarmuka.....	2
BAB III IMPLEMENTASI.....	4
3.1 Penjelasan Kode Program .....	4
3.1.1 Upload File dan Import Library.....	4
3.1.2 Model Data Gempa Bumi (Earthquake) .....	4
3.1.3 Implementasi Timsort Kustom.....	4
3.1.4 Membaca File CSV .....	5
3.1.5 Program Utama .....	5
3.2 Manual Penggunaan.....	5
3.3 Screenshot Aplikasi.....	5
BAB IV LAMPIRAN .....	7
DAFTAR PUSTAKA.....	10

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Pengurutan data (sorting) merupakan salah satu proses fundamental dalam pemrograman dan algoritma. Hampir seluruh aplikasi komputer membutuhkan proses pengurutan data, baik dalam pencarian data, pengolahan basis data, maupun analisis data. Oleh karena itu, diperlukan algoritma sorting yang efisien dan adaptif terhadap berbagai kondisi data.

Dalam mata kuliah Pemrograman dan Algoritma, mahasiswa telah mempelajari berbagai algoritma sorting dasar seperti Bubble Sort, Selection Sort, dan Insertion Sort. Namun, algoritma tersebut belum sepenuhnya mencerminkan algoritma sorting modern yang digunakan pada bahasa pemrograman saat ini. Python sebagai bahasa pemrograman populer menggunakan algoritma Timsort sebagai algoritma sorting bawaan.

Timsort merupakan algoritma hybrid yang menggunakan Insertion Sort dan Merge Sort serta dirancang untuk bekerja optimal pada data yang sudah terurut sebagian. Oleh karena itu, proyek ini bertujuan untuk mengimplementasikan algoritma Timsort pada Python agar mahasiswa memahami cara kerja algoritma sorting modern yang digunakan di dunia nyata.

### **1.2. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana cara kerja algoritma Timsort?
2. Bagaimana cara mengimplementasikan algoritma Timsort dalam bahasa Python?
3. Bagaimana alur logika program Timsort dalam proses pengurutan data?

### **1.3. Tujuan**

1. Mengimplementasikan algoritma Timsort menggunakan bahasa Python
2. Memahami alur logika dan struktur algoritma Timsort
3. Mengetahui keunggulan Timsort dibandingkan algoritma sorting dasar

## BAB II

### ANALISIS DAN PENELITIAN

#### 2.1. Analisis Algoritma Timsort

Aplikasi yang dibuat merupakan program berbasis Python dengan kebutuhan sebagai berikut:

Bahasa pemrograman: Python 3.x

Input: Dataset dalam format CSV

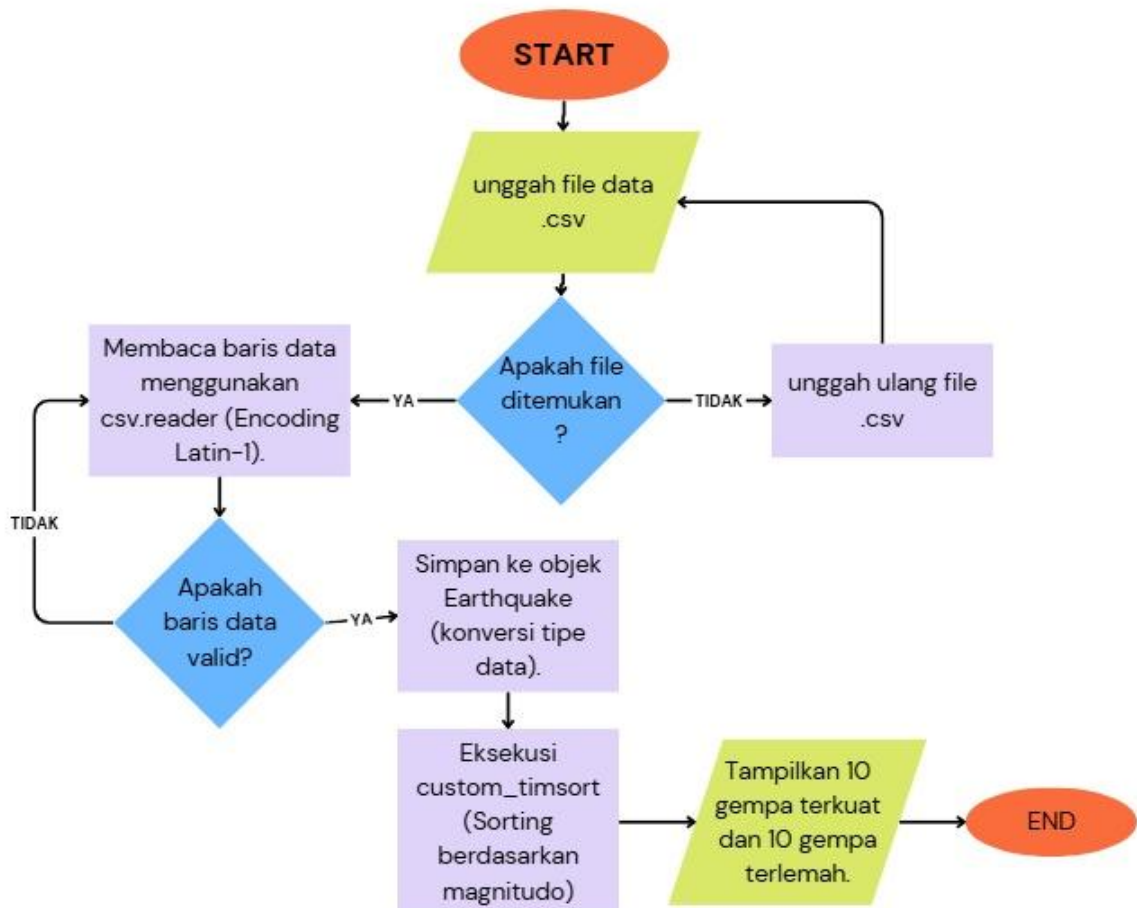
Output: Data yang telah terurut

Algoritma utama: Timsort

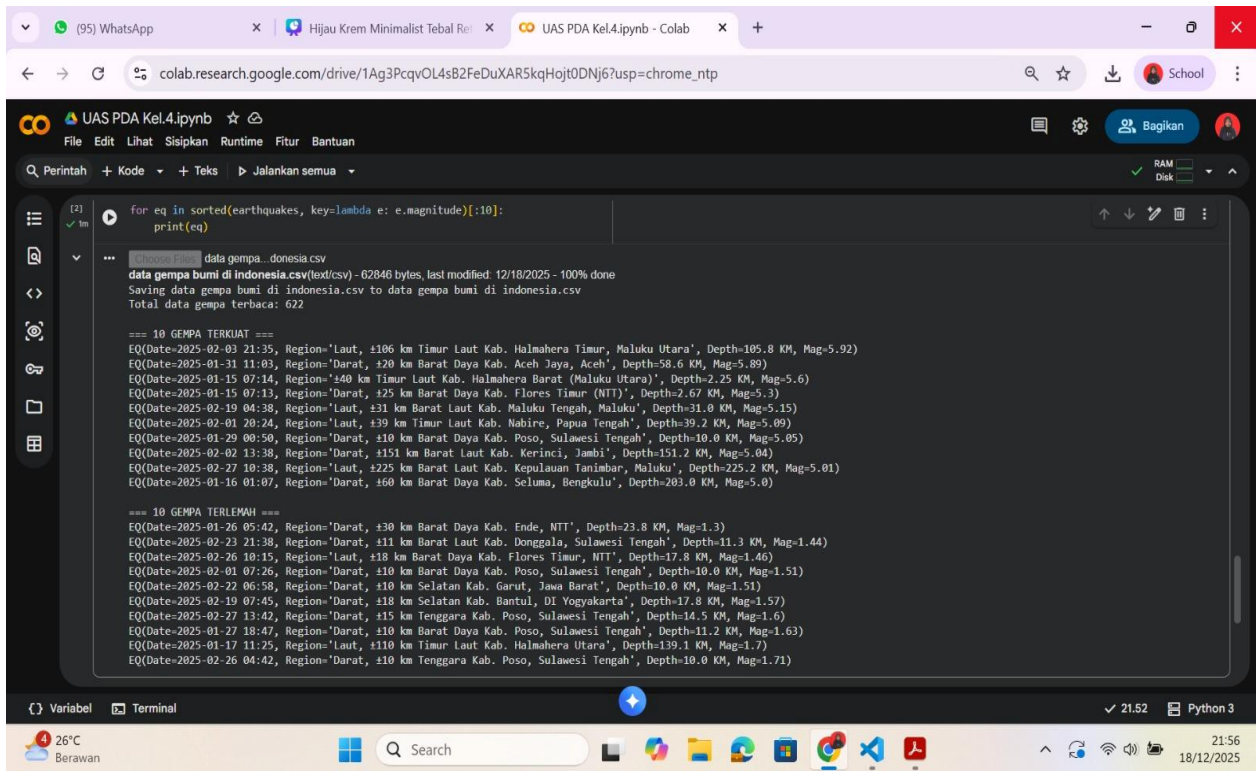
Pemrograman ini mengimplementasikan algoritma Timsort secara manual untuk keperluan pembelajaran, serta memanfaatkan fungsi sorting bawaan Python untuk menampilkan hasil pengurutan data secara efisien.

#### 2.2. Diagram Alir

### Implementasi Timsort Pada Python



#### 2.3. Sketsa Desain Antarmuka



```
[2] ✓ In
for eq in sorted(earthquakes, key=lambda e: e.magnitude)[-10]:
    print(eq)

...
data gempa_donesia.csv
data gempa bumi di indonesia.csv (text/csv) - 62846 bytes, last modified 12/18/2025 - 100% done
Saving data gempa bumi di indonesia.csv to data gempa bumi di indonesia.csv
Total data gempa terbaca: 622

=== 10 GEMPA TERKUAT ===
EQ(Date=2025-02-03 21:35, Region='Laut, ±106 km Timur Laut Kab. Halmahera Timur, Maluku Utara', Depth=105.8 KM, Mag=5.92)
EQ(Date=2025-01-31 11:03, Region='Darat, ±20 km Barat Daya Kab. Aceh Jaya, Aceh', Depth=58.6 KM, Mag=5.89)
EQ(Date=2025-01-15 07:14, Region='±40 km Timur Laut Kab. Halmahera Barat (Maluku Utara)', Depth=2.25 KM, Mag=5.6)
EQ(Date=2025-01-15 07:13, Region='Darat, ±25 km Barat Daya Kab. Flores Timur (NTT)', Depth=2.67 KM, Mag=5.3)
EQ(Date=2025-02-19 04:38, Region='Laut, ±31 km Barat Laut Kab. Maluku Tengah, Maluku', Depth=31.0 KM, Mag=5.15)
EQ(Date=2025-02-01 20:24, Region='Laut, ±39 km Timur Laut Kab. Nabire, Papua Tengah', Depth=39.2 KM, Mag=5.09)
EQ(Date=2025-01-29 00:50, Region='Darat, ±10 km Barat Daya Kab. Poso, Sulawesi Tengah', Depth=10.0 KM, Mag=5.05)
EQ(Date=2025-02-02 13:38, Region='Darat, ±151 km Barat Laut Kab. Kerinci, Jambi', Depth=151.2 KM, Mag=5.04)
EQ(Date=2025-02-27 10:38, Region='Laut, ±225 km Barat Laut Kab. Kepulauan Tanimbar, Maluku', Depth=225.2 KM, Mag=5.01)
EQ(Date=2025-01-16 01:07, Region='Darat, ±60 km Barat Daya Kab. Seluma, Bengkulu', Depth=203.0 KM, Mag=5.0)

=== 10 GEMPA TERLEMAH ===
EQ(Date=2025-01-26 05:42, Region='Darat, ±30 km Barat Daya Kab. Ende, NTT', Depth=23.8 KM, Mag=1.3)
EQ(Date=2025-02-23 21:38, Region='Darat, ±11 km Barat Laut Kab. Donggala, Sulawesi Tengah', Depth=11.3 KM, Mag=1.44)
EQ(Date=2025-02-26 10:15, Region='Laut, ±18 km Barat Daya Kab. Flores Timur, NTT', Depth=17.8 KM, Mag=1.46)
EQ(Date=2025-02-01 07:26, Region='Darat, ±10 km Barat Daya Kab. Poso, Sulawesi Tengah', Depth=10.0 KM, Mag=1.51)
EQ(Date=2025-02-22 06:58, Region='Darat, ±10 km Selatan Kab. Garut, Jawa Barat', Depth=10.0 KM, Mag=1.51)
EQ(Date=2025-02-19 07:45, Region='Darat, ±18 km Selatan Kab. Bantul, DI Yogyakarta', Depth=17.8 KM, Mag=1.57)
EQ(Date=2025-02-27 13:42, Region='Darat, ±15 km Tenggara Kab. Poso, Sulawesi Tengah', Depth=14.5 KM, Mag=1.6)
EQ(Date=2025-01-27 18:47, Region='Darat, ±10 km Barat Daya Kab. Poso, Sulawesi Tengah', Depth=11.2 KM, Mag=1.63)
EQ(Date=2025-01-17 11:25, Region='Laut, ±110 km Timur Laut Kab. Halmahera Utara', Depth=139.1 KM, Mag=1.7)
EQ(Date=2025-02-26 04:42, Region='Darat, ±10 km Tenggara Kab. Poso, Sulawesi Tengah', Depth=10.0 KM, Mag=1.71)
```

Sketsa diatas merupakan output dari antarmuka aplikasi menggunakan Google Colab dengan output berupa:

- Informasi jumlah data gempa bumi
- Daftar 10 gempa bumi terkuat
- Daftar 10 gempa bumi terlemah

## BAB III

# IMPLEMENTASI

### 3.1 Penjelasan Kode Program

#### 3.1.1 Upload File dan Import Library

```
from google.colab import files
uploaded = files.upload()
```

Bagian ini digunakan untuk mengunggah file dataset berupa file CSV yang berisi data gempa bumi di Indonesia ke Google Colab.

```
from datetime import datetime
from typing import List
import csv
```

Library yang digunakan yaitu datetime untuk mengelola dan membandingkan waktu kejadian gempa, typing.List untuk memberikan anotasi tipe data, dan csv untuk membaca data dari file CSV

#### 3.1.2 Model Data Gempa Bumi (Earthquake)

```
class Earthquake:
    def __init__(self, date_time, region, depth, magnitude):
        self.date_time = date_time
        self.region = region
        self.depth = depth
        self.magnitude = magnitude
```

Kelas Earthquake digunakan sebagai model data untuk merepresentasikan satu kejadian gempa bumi. Setiap objek memiliki tipe data date\_time yang berupa waktu kejadian gempa, region yaitu wilayah gempa, depth untuk kedalaman gempa (KM), dan magnitude untuk merepresentasikan kekuatan gempa (SR)

Representasi Objek:

```
def __repr__(self):
```

Metode ini digunakan agar objek Earthquake dapat ditampilkan dalam format yang mudah dibaca saat dicetak ke layar.

Operator Perbandingan:

```
def __lt__(self, other):
    return self.date_time < other.date_time
def __le__(self, other):
    return self.date_time <= other.date_time
```

Metode ini memungkinkan objek Earthquake dibandingkan berdasarkan waktu kejadian, sehingga bisa diurutkan menggunakan algoritma sorting (Timsort)

#### 3.1.3 Implementasi Timsort Kustom

Konstanta Minimum Run:

```
MIN_RUN = 32
```

Nilai ini menentukan panjang minimum run yang digunakan dalam algoritma Timsort. Nilai 32 dipilih karena umum digunakan dalam implementasi Timsort.

##### a. Insertion Sort

```
def insertion_sort(arr, left, right):
```

Insertion Sort digunakan untuk mengurutkan bagian kecil data (small runs).

Algoritma ini efisien pada data berukuran kecil dan data yang sudah hampir terurut.

##### b. Merge

```
def merge(arr, left, mid, right):
```

Fungsi ini menggabungkan dua run yang telah terurut yaitu left\_part dan right\_part. Proses merge dilakukan dengan membandingkan elemen satu per satu dan menyusunnya kembali secara terurut.

##### c. Fungsi Utama Timsort

```
def custom_timsort(arr):
```

Fungsi ini merupakan implementasi utama algoritma Timsort, dengan tahapan:

Membagi array menjadi beberapa run dengan ukuran MIN\_RUN

Mengurutkan setiap run menggunakan Insertion Sort

Menggabungkan run secara bertahap menggunakan proses merge

Menghasilkan data yang telah terurut

### 3.1.4 Membaca File CSV

```
def read_csv(file_name):
```

- a. Membuka file dengan encoding latin-1
- b. Membaca data menggunakan delimiter ;
- c. Mengonversi kolom waktu (datetime), dan kolom kedalaman dan magnitudo (float)
- d. Membersihkan karakter simbol yang tidak valid
- e. Menyimpan data ke dalam objek Earthquake

### 3.1.5 Program Utama

```
earthquake = read_csv(FILE_NAME)
```

```
print(f'total data gempa terbaca: {len(earthquakes)}')
```

Bagian ini membaca file CSV dan menampilkan jumlah total data gempa yang berhasil diproses.

Untuk menampilkan 10 gempa terkuat:

```
for eq in sorted(earthquakes, key=lambda e: e.magnitude, reverse=True)[:10]:
```

Untuk menampilkan 10 gempa terlemah:

```
for eq in sorted(earthquakes, key=lambda e: e.magnitude)[:10]:
```

## 3.2 Manual Penggunaan

1. Jalankan program pada lingkungan Python atau Google Colab.
2. Unggah file dataset gempa bumi dalam format CSV.
3. Program akan membaca dan memproses data gempa bumi.
4. Data akan diurutkan berdasarkan magnitude gempa.
5. Program menampilkan:
  - Jumlah total data gempa yang terbaca.
  - 10 gempa bumi dengan magnitudo terbesar.
  - 10 gempa bumi dengan magnitudo terkecil.

## 3.3 Screenshot Aplikasi

The screenshot shows a Google Colab notebook titled 'UAS PDA Kel.4.ipynb'. The code in the cell sorts a list of earthquakes by magnitude in descending order and prints the top 10 strongest and 10 weakest earthquakes. The output shows two groups of 10 earthquakes each, with details like date, time, region, distance, depth, and magnitude.

```
[1]: for eq in sorted(earthquakes, key=lambda e: e.magnitude)[::-10]:
    print(eq)
```

data gempa\_bumi di indonesia.csv (text/csv) - 62846 bytes, last modified: 12/18/2025 - 100% done  
Saving data gempa bumi di indonesia.csv to data gempa bumi di indonesia.csv  
Total data gempa terbaca: 622

=== 10 GEMPA TERKUAT ===  
EQ(Date=2025-02-03 21:35, Region='Laut, ±106 km Timur Laut Kab. Halmahera Timur, Maluku Utara', Depth=105.8 KM, Mag=5.92)  
EQ(Date=2025-01-31 11:03, Region='Darat, ±20 km Barat Daya Kab. Aceh Jaya, Aceh', Depth=58.6 KM, Mag=5.89)  
EQ(Date=2025-01-15 07:14, Region='±40 km Timur Laut Kab. Halmahera Barat (Maluku Utara)', Depth=2.25 KM, Mag=5.6)  
EQ(Date=2025-01-15 07:13, Region='Darat, ±25 km Barat Daya Kab. Flores Timur (NTT)', Depth=2.67 KM, Mag=5.33)  
EQ(Date=2025-02-19 04:38, Region='Laut, ±31 km Barat Laut Kab. Maluku Tengah, Maluku', Depth=31.0 KM, Mag=5.15)  
EQ(Date=2025-02-01 20:24, Region='Laut, ±39 km Timur Laut Kab. Nabire, Papua Tengah', Depth=39.2 KM, Mag=5.09)  
EQ(Date=2025-01-29 00:50, Region='Darat, ±10 km Barat Daya Kab. Poso, Sulawesi Tengah', Depth=10.0 KM, Mag=5.05)  
EQ(Date=2025-02-02 13:38, Region='Darat, ±151 km Barat Laut Kab. Kerinci, Jambi', Depth=151.2 KM, Mag=5.04)  
EQ(Date=2025-02-27 10:38, Region='Laut, ±225 km Barat Laut Kab. Kepulauan Tanimbar, Maluku', Depth=225.2 KM, Mag=5.01)  
EQ(Date=2025-01-16 01:07, Region='Darat, ±60 km Barat Daya Kab. Seluma, Bengkulu', Depth=201.0 KM, Mag=5.0)

=== 10 GEMPA TERLEMAH ===  
EQ(Date=2025-01-26 05:42, Region='Darat, ±30 km Barat Daya Kab. Ende, NTT', Depth=23.8 KM, Mag=1.3)  
EQ(Date=2025-02-23 21:36, Region='Darat, ±11 km Barat Laut Kab. Donggala, Sulawesi Tengah', Depth=11.3 KM, Mag=1.44)  
EQ(Date=2025-02-26 10:15, Region='Laut, ±18 km Barat Daya Kab. Flores Timur, NTT', Depth=17.8 KM, Mag=1.46)  
EQ(Date=2025-02-01 07:26, Region='Darat, ±10 km Barat Daya Kab. Poso, Sulawesi Tengah', Depth=10.0 KM, Mag=1.51)  
EQ(Date=2025-02-22 06:58, Region='Darat, ±10 km Selatan Kab. Garut, Jawa Barat', Depth=10.0 KM, Mag=1.51)  
EQ(Date=2025-02-19 07:45, Region='Darat, ±10 km Selatan Kab. Bantul, DI Yogyakarta', Depth=17.8 KM, Mag=1.57)  
EQ(Date=2025-02-27 13:42, Region='Darat, ±15 km Tenggara Kab. Poso, Sulawesi Tengah', Depth=14.5 KM, Mag=1.6)  
EQ(Date=2025-01-27 18:47, Region='Darat, ±10 km Barat Daya Kab. Poso, Sulawesi Tengah', Depth=11.2 KM, Mag=1.63)  
EQ(Date=2025-01-17 11:25, Region='Laut, ±110 km Timur Laut Kab. Halmahera Utara', Depth=139.1 KM, Mag=1.7)  
EQ(Date=2025-02-26 04:42, Region='Darat, ±10 km Tenggara Kab. Poso, Sulawesi Tengah', Depth=10.0 KM, Mag=1.71)

Gambar diatas menampilkan hasil pengurutan data gempa bumi berdasarkan magnitudo terbesar dan terlemah. Data ditampilkan dalam bentuk daftar yang memuat informasi waktu kejadian, wilayah gempa, kedalaman, dan magnitudo. Hasil ini menunjukkan bahwa program mampu melakukan pengurutan data dengan benar sesuai kriteria yang ditentukan.



## BAB IV

### LAMPIRAN

```
# GOOGLE COLAB: UPLOAD FILE
from google.colab import files
uploaded = files.upload() # upload: data gempa bumi di indonesia.csv

# IMPORT LIBRARY
from datetime import datetime
from typing import List
import csv

# 1. MODEL DATA GEMPA BUMI
class Earthquake:
    def __init__(self, date_time: datetime, region: str,
                  depth: float, magnitude: float):
        self.date_time = date_time
        self.region = region
        self.depth = depth
        self.magnitude = magnitude

    def __repr__(self):
        return (
            f"EQ(Date={self.date_time.strftime('%Y-%m-%d %H:%M')}, "
            f"Region='{self.region}', Depth={self.depth} KM, "
            f"Mag={self.magnitude})"
        )

    def __lt__(self, other):
        return self.date_time < other.date_time

    def __le__(self, other):
        return self.date_time <= other.date_time

# 2. IMPLEMENTASI TIMSORT KUSTOM
MIN_RUN = 32

def insertion_sort(arr: List[Earthquake], left: int, right: int) -> None:
    for i in range(left + 1, right + 1):
        key = arr[i]
        j = i - 1
        while j >= left and arr[j] > key:
            arr[j + 1] = arr[j]
            j -= 1
        arr[j + 1] = key

def merge(arr: List[Earthquake], left: int, mid: int, right: int) -> None:
    left_part = arr[left:mid + 1]
    right_part = arr[mid + 1:right + 1]

    i = j = 0
    k = left
```

```

while i < len(left_part) and j < len(right_part):
    if left_part[i] <= right_part[j]:
        arr[k] = left_part[i]
        i += 1
    else:
        arr[k] = right_part[j]
        j += 1
    k += 1

while i < len(left_part):
    arr[k] = left_part[i]
    i += 1
    k += 1

while j < len(right_part):
    arr[k] = right_part[j]
    j += 1
    k += 1

def custom_timsort(arr: List[Earthquake]) -> List[Earthquake]:
    n = len(arr)

    for start in range(0, n, MIN_RUN):
        end = min(start + MIN_RUN - 1, n - 1)
        insertion_sort(arr, start, end)

    size = MIN_RUN
    while size < n:
        for left in range(0, n, 2 * size):
            mid = min(left + size - 1, n - 1)
            right = min(left + 2 * size - 1, n - 1)
            if mid < right:
                merge(arr, left, mid, right)
        size *= 2
    return arr

# 3. PEMBACA FILE CSV (ENCODING & SIMBOL SUDAH AMAN)
def read_csv(file_name: str) -> List[Earthquakes]:
    data = []

    with open(file_name, encoding="latin-1") as file:
        reader = csv.reader(file, delimiter=';')

        for row in reader:
            # Skip baris tidak valid
            if len(row) < 5:
                continue

            try:
                # Kolom 0 → Waktu
                date_time = datetime.strptime(
                    row[0].strip(),
                    "%d/%m/%Y %H:%M"
                )
            except ValueError:
                continue

            # Kolom 1 → Lokasi
            location = row[1].strip()

            # Kolom 2 → Magnitudo
            magnitude = float(row[2].strip())

            # Kolom 3 → Kedalaman
            depth = float(row[3].strip())

            # Kolom 4 → Tipe gempa
            type = row[4].strip()

            # Kolom 5 → Status
            status = row[5].strip()

            # Kolom 6 → Keterangan
            description = row[6].strip()

            # Kolom 7 → Keterangan
            description = row[7].strip()

            # Kolom 8 → Keterangan
            description = row[8].strip()

            # Kolom 9 → Keterangan
            description = row[9].strip()

            # Kolom 10 → Keterangan
            description = row[10].strip()

            # Kolom 11 → Keterangan
            description = row[11].strip()

            # Kolom 12 → Keterangan
            description = row[12].strip()

            # Kolom 13 → Keterangan
            description = row[13].strip()

            # Kolom 14 → Keterangan
            description = row[14].strip()

            # Kolom 15 → Keterangan
            description = row[15].strip()

            # Kolom 16 → Keterangan
            description = row[16].strip()

            # Kolom 17 → Keterangan
            description = row[17].strip()

            # Kolom 18 → Keterangan
            description = row[18].strip()

            # Kolom 19 → Keterangan
            description = row[19].strip()

            # Kolom 20 → Keterangan
            description = row[20].strip()

            # Kolom 21 → Keterangan
            description = row[21].strip()

            # Kolom 22 → Keterangan
            description = row[22].strip()

            # Kolom 23 → Keterangan
            description = row[23].strip()

            # Kolom 24 → Keterangan
            description = row[24].strip()

            # Kolom 25 → Keterangan
            description = row[25].strip()

            # Kolom 26 → Keterangan
            description = row[26].strip()

            # Kolom 27 → Keterangan
            description = row[27].strip()

            # Kolom 28 → Keterangan
            description = row[28].strip()

            # Kolom 29 → Keterangan
            description = row[29].strip()

            # Kolom 30 → Keterangan
            description = row[30].strip()

            # Kolom 31 → Keterangan
            description = row[31].strip()

            # Kolom 32 → Keterangan
            description = row[32].strip()

            # Kolom 33 → Keterangan
            description = row[33].strip()

            # Kolom 34 → Keterangan
            description = row[34].strip()

            # Kolom 35 → Keterangan
            description = row[35].strip()

            # Kolom 36 → Keterangan
            description = row[36].strip()

            # Kolom 37 → Keterangan
            description = row[37].strip()

            # Kolom 38 → Keterangan
            description = row[38].strip()

            # Kolom 39 → Keterangan
            description = row[39].strip()

            # Kolom 40 → Keterangan
            description = row[40].strip()

            # Kolom 41 → Keterangan
            description = row[41].strip()

            # Kolom 42 → Keterangan
            description = row[42].strip()

            # Kolom 43 → Keterangan
            description = row[43].strip()

            # Kolom 44 → Keterangan
            description = row[44].strip()

            # Kolom 45 → Keterangan
            description = row[45].strip()

            # Kolom 46 → Keterangan
            description = row[46].strip()

            # Kolom 47 → Keterangan
            description = row[47].strip()

            # Kolom 48 → Keterangan
            description = row[48].strip()

            # Kolom 49 → Keterangan
            description = row[49].strip()

            # Kolom 50 → Keterangan
            description = row[50].strip()

            # Kolom 51 → Keterangan
            description = row[51].strip()

            # Kolom 52 → Keterangan
            description = row[52].strip()

            # Kolom 53 → Keterangan
            description = row[53].strip()

            # Kolom 54 → Keterangan
            description = row[54].strip()

            # Kolom 55 → Keterangan
            description = row[55].strip()

            # Kolom 56 → Keterangan
            description = row[56].strip()

            # Kolom 57 → Keterangan
            description = row[57].strip()

            # Kolom 58 → Keterangan
            description = row[58].strip()

            # Kolom 59 → Keterangan
            description = row[59].strip()

            # Kolom 60 → Keterangan
            description = row[60].strip()

            # Kolom 61 → Keterangan
            description = row[61].strip()

            # Kolom 62 → Keterangan
            description = row[62].strip()

            # Kolom 63 → Keterangan
            description = row[63].strip()

            # Kolom 64 → Keterangan
            description = row[64].strip()

            # Kolom 65 → Keterangan
            description = row[65].strip()

            # Kolom 66 → Keterangan
            description = row[66].strip()

            # Kolom 67 → Keterangan
            description = row[67].strip()

            # Kolom 68 → Keterangan
            description = row[68].strip()

            # Kolom 69 → Keterangan
            description = row[69].strip()

            # Kolom 70 → Keterangan
            description = row[70].strip()

            # Kolom 71 → Keterangan
            description = row[71].strip()

            # Kolom 72 → Keterangan
            description = row[72].strip()

            # Kolom 73 → Keterangan
            description = row[73].strip()

            # Kolom 74 → Keterangan
            description = row[74].strip()

            # Kolom 75 → Keterangan
            description = row[75].strip()

            # Kolom 76 → Keterangan
            description = row[76].strip()

            # Kolom 77 → Keterangan
            description = row[77].strip()

            # Kolom 78 → Keterangan
            description = row[78].strip()

            # Kolom 79 → Keterangan
            description = row[79].strip()

            # Kolom 80 → Keterangan
            description = row[80].strip()

            # Kolom 81 → Keterangan
            description = row[81].strip()

            # Kolom 82 → Keterangan
            description = row[82].strip()

            # Kolom 83 → Keterangan
            description = row[83].strip()

            # Kolom 84 → Keterangan
            description = row[84].strip()

            # Kolom 85 → Keterangan
            description = row[85].strip()

            # Kolom 86 → Keterangan
            description = row[86].strip()

            # Kolom 87 → Keterangan
            description = row[87].strip()

            # Kolom 88 → Keterangan
            description = row[88].strip()

            # Kolom 89 → Keterangan
            description = row[89].strip()

            # Kolom 90 → Keterangan
            description = row[90].strip()

            # Kolom 91 → Keterangan
            description = row[91].strip()

            # Kolom 92 → Keterangan
            description = row[92].strip()

            # Kolom 93 → Keterangan
            description = row[93].strip()

            # Kolom 94 → Keterangan
            description = row[94].strip()

            # Kolom 95 → Keterangan
            description = row[95].strip()

            # Kolom 96 → Keterangan
            description = row[96].strip()

            # Kolom 97 → Keterangan
            description = row[97].strip()

            # Kolom 98 → Keterangan
            description = row[98].strip()

            # Kolom 99 → Keterangan
            description = row[99].strip()

            # Kolom 100 → Keterangan
            description = row[100].strip()

            # Kolom 101 → Keterangan
            description = row[101].strip()

            # Kolom 102 → Keterangan
            description = row[102].strip()

            # Kolom 103 → Keterangan
            description = row[103].strip()

            # Kolom 104 → Keterangan
            description = row[104].strip()

            # Kolom 105 → Keterangan
            description = row[105].strip()

            # Kolom 106 → Keterangan
            description = row[106].strip()

            # Kolom 107 → Keterangan
            description = row[107].strip()

            # Kolom 108 → Keterangan
            description = row[108].strip()

            # Kolom 109 → Keterangan
            description = row[109].strip()

            # Kolom 110 → Keterangan
            description = row[110].strip()

            # Kolom 111 → Keterangan
            description = row[111].strip()

            # Kolom 112 → Keterangan
            description = row[112].strip()

            # Kolom 113 → Keterangan
            description = row[113].strip()

            # Kolom 114 → Keterangan
            description = row[114].strip()

            # Kolom 115 → Keterangan
            description = row[115].strip()

            # Kolom 116 → Keterangan
            description = row[116].strip()

            # Kolom 117 → Keterangan
            description = row[117].strip()

            # Kolom 118 → Keterangan
            description = row[118].strip()

            # Kolom 119 → Keterangan
            description = row[119].strip()

            # Kolom 120 → Keterangan
            description = row[120].strip()

            # Kolom 121 → Keterangan
            description = row[121].strip()

            # Kolom 122 → Keterangan
            description = row[122].strip()

            # Kolom 123 → Keterangan
            description = row[123].strip()

            # Kolom 124 → Keterangan
            description = row[124].strip()

            # Kolom 125 → Keterangan
            description = row[125].strip()

            # Kolom 126 → Keterangan
            description = row[126].strip()

            # Kolom 127 → Keterangan
            description = row[127].strip()

            # Kolom 128 → Keterangan
            description = row[128].strip()

            # Kolom 129 → Keterangan
            description = row[129].strip()

            # Kolom 130 → Keterangan
            description = row[130].strip()

            # Kolom 131 → Keterangan
            description = row[131].strip()

            # Kolom 132 → Keterangan
            description = row[132].strip()

            # Kolom 133 → Keterangan
            description = row[133].strip()

            # Kolom 134 → Keterangan
            description = row[134].strip()

            # Kolom 135 → Keterangan
            description = row[135].strip()

            # Kolom 136 → Keterangan
            description = row[136].strip()

            # Kolom 137 → Keterangan
            description = row[137].strip()

            # Kolom 138 → Keterangan
            description = row[138].strip()

            # Kolom 139 → Keterangan
            description = row[139].strip()

            # Kolom 140 → Keterangan
            description = row[140].strip()

            # Kolom 141 → Keterangan
            description = row[141].strip()

            # Kolom 142 → Keterangan
            description = row[142].strip()

            # Kolom 143 → Keterangan
            description = row[143].strip()

            # Kolom 144 → Keterangan
            description = row[144].strip()

            # Kolom 145 → Keterangan
            description = row[145].strip()

            # Kolom 146 → Keterangan
            description = row[146].strip()

            # Kolom 147 → Keterangan
            description = row[147].strip()

            # Kolom 148 → Keterangan
            description = row[148].strip()

            # Kolom 149 → Keterangan
            description = row[149].strip()

            # Kolom 150 → Keterangan
            description = row[150].strip()

            # Kolom 151 → Keterangan
            description = row[151].strip()

            # Kolom 152 → Keterangan
            description = row[152].strip()

            # Kolom 153 → Keterangan
            description = row[153].strip()

            # Kolom 154 → Keterangan
            description = row[154].strip()

            # Kolom 155 → Keterangan
            description = row[155].strip()

            # Kolom 156 → Keterangan
            description = row[156].strip()

            # Kolom 157 → Keterangan
            description = row[157].strip()

            # Kolom 158 → Keterangan
            description = row[158].strip()

            # Kolom 159 → Keterangan
            description = row[159].strip()

            # Kolom 160 → Keterangan
            description = row[160].strip()

            # Kolom 161 → Keterangan
            description = row[161].strip()

            # Kolom 162 → Keterangan
            description = row[162].strip()

            # Kolom 163 → Keterangan
            description = row[163].strip()

            # Kolom 164 → Keterangan
            description = row[164].strip()

            # Kolom 165 → Keterangan
            description = row[165].strip()

            # Kolom 166 → Keterangan
            description = row[166].strip()

            # Kolom 167 → Keterangan
            description = row
```

```

    )

    # Kolom 2 → Wilayah (perbaiki simbol ±)
    region = (
        row[2]
        .strip()
        .replace('ñ', '±')
        .replace(' ', ' ')
    )

    # Kolom 3 → Kedalaman (KM)
    depth = float(row[3].replace(',', '.'))

    # Kolom 4 → Magnitudo
    magnitude = float(row[4].replace(',', '.'))

    data.append(
        Earthquake(
            date_time=date_time,
            region=region,
            depth=depth,
            magnitude=magnitude
        )
    )

except ValueError:
    # Header / keterangan → skip
    continue
return data

```

#### # 4. PROGRAM UTAMA

```
FILE_NAME = "data gempa bumi di indonesia.csv"
```

```

earthquakes = read_csv(FILE_NAME)
print(f"Total data gempa terbaca: {len(earthquakes)}")

```

#### # HASIL OUTPUT

##### # 10 GEMPA TERKUAT

```

print("\n=== 10 GEMPA TERKUAT ===")
for eq in sorted(earthquakes, key=lambda e: e.magnitude, reverse=True)[:10]:
    print(eq)

```

##### # 10 GEMPA TERLEMAH

```

print("\n=== 10 GEMPA TERLEMAH ===")
for eq in sorted(earthquakes, key=lambda e: e.magnitude)[:10]:
    print(eq)

```

## DAFTAR PUSTAKA

Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. (2009). *Introduction to Algorithms*. MIT Press.

Peters, T. (2002). *Timsort: A Hybrid Stable Sorting Algorithm*. Python Enhancement Proposal.

Oracle. (2023). *Jawa Platform Documentation*.

Python Documentation. (2023). *Sorting HOWTO*.

GeeksforGeeks. (2023). Understanding Timsort Algorithm.

