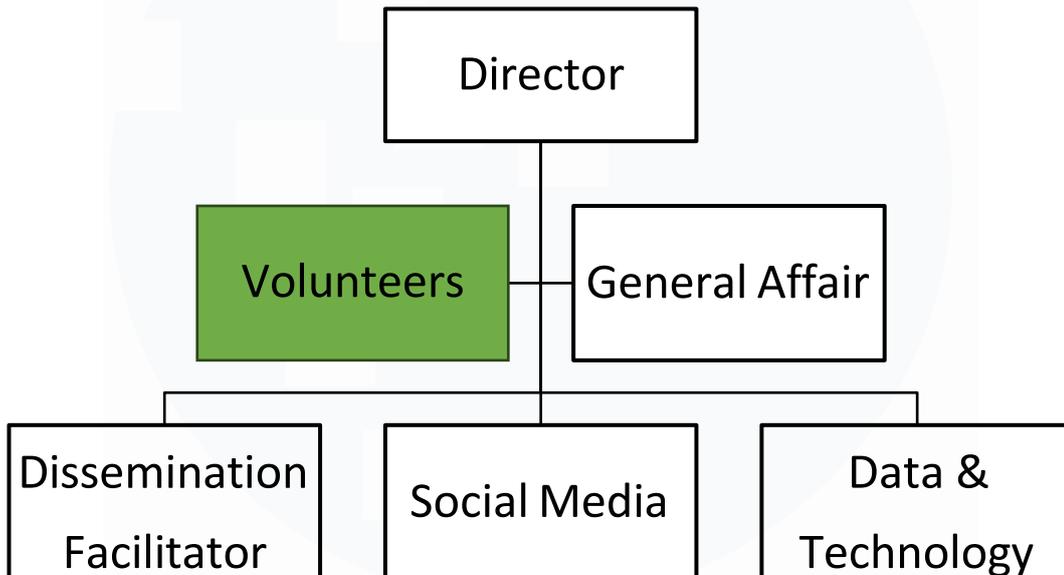


BAB III

PELAKSANAAN PROYEK KEMANUSIAAN

3.1 Tugas dan Uraian Kerja



Sebagai seorang volunteer dalam proyek “Pemanfaatan Analisis Geospasial Menggunakan Bahasa Pemrograman Python untuk Mitigasi Tsunami di Lebak Selatan”, saya berperan aktif dalam kegiatan teknis dan analisis data spasial. Proyek ini merupakan bagian dari program Kemanusiaan MBKM yang bekerja sama dengan Gugus Mitigasi Lebak Selatan (GMLS).

Dalam pelaksanaan Proyek Kemanusiaan bersama Gugus Mitigasi Lebak Selatan (GMLS), tim mahasiswa dari Universitas Multimedia Nusantara memiliki pembagian peran dan tanggung jawab yang jelas untuk mencapai tujuan proyek. Setiap mahasiswa berfokus pada pengembangan komponen spesifik yang saling terintegrasi untuk menghasilkan solusi mitigasi bencana yang komprehensif. Tabel 3.1 berikut ini adalah rincian pembagian tugas dan uraian kerja untuk setiap anggota tim mahasiswa:

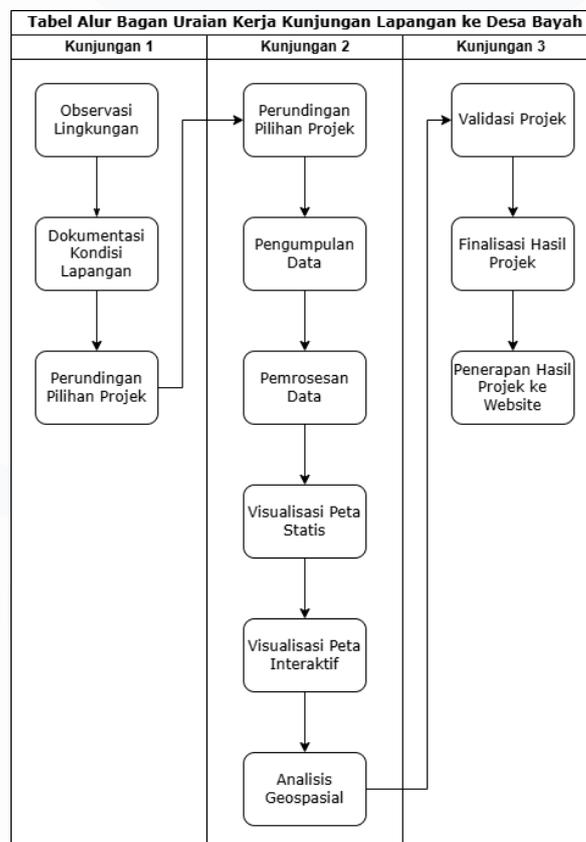
Tabel 3.1 Tabel Uraian Kerja Anggota Tim Mahasiswa

Nama Mahasiswa	Posisi	Uraian Tugas
Hans Samuel Gunawan	Geospatial Analyst	<p>1. Pengumpulan dan Pengolahan Data Spasial: Mengumpulkan, membersihkan, dan memproses berbagai data geospasial (shapefile) seperti batas administrasi, garis pantai, kontur elevasi, pemukiman, dan infrastruktur di wilayah Lebak Selatan.</p> <p>2. Analisis Risiko Bencana: Melakukan analisis geoprocessing seperti buffering dan intersection untuk mengidentifikasi dan memetakan zona bahaya tsunami dan risiko longsor.</p> <p>3. Visualisasi Peta: Mengembangkan peta risiko bencana, baik dalam bentuk statis (menggunakan Matplotlib) maupun peta interaktif berbasis web (menggunakan Folium), untuk mendukung program edukasi dan perencanaan mitigasi GMLS.</p>
Calvin Jhon	Website Developer	<p>1. Pengembangan Frontend: Merancang dan membangun antarmuka pengguna (user interface) website GMLS yang responsif, modern, dan mudah diakses oleh berbagai kalangan.</p> <p>2. Pengembangan Backend: Mengembangkan fungsionalitas sisi server, termasuk manajemen konten dan integrasi basis data, untuk memastikan website berjalan dengan lancar.</p> <p>3. Integrasi Fitur: Mengintegrasikan berbagai fitur ke dalam website, seperti dasbor visualisasi data dari Tableau dan chatbot untuk interaksi pengguna.</p>
Adryel Ethantyo Sugito	Chatbot Developer	<p>1. Desain Alur Percakapan: Merancang alur dialog (conversation flow) yang logis dan intuitif untuk chatbot, memastikan pengguna dapat dengan mudah memperoleh informasi seputar kebencanaan. 2. Pengembangan dan Pelatihan Chatbot: Membangun dan melatih chatbot menggunakan platform atau framework yang relevan untuk dapat menjawab pertanyaan umum (FAQ), memberikan informasi peringatan dini, dan memandu pengguna ke sumber daya yang tepat di website GMLS. 3. Integrasi ke Website: Bekerja sama dengan Website Developer untuk mengintegrasikan chatbot ke dalam platform website GMLS secara fungsional.</p>
Nathanael Silaban	Dashboard Developer	<p>1. Pengolahan Data: Membersihkan, mentransformasi, dan menyiapkan data kebencanaan yang relevan (misalnya, data demografi di zona risiko, statistik kejadian) untuk keperluan visualisasi.</p>

		<p>2. Pembuatan Dasbor Interaktif: Merancang dan mengembangkan dasbor (dashboard) visualisasi data menggunakan Tableau yang menampilkan metrik-metrik kunci terkait risiko dan kesiapsiagaan bencana di Lebak Selatan.</p> <p>3. Integrasi Dasbor: Bekerja sama dengan Website Developer untuk menyematkan (embed) dasbor Tableau ke dalam salah satu halaman khusus di website GMLS agar dapat diakses oleh publik dan para pemangku kepentingan.</p>
--	--	--

Selama pelaksanaan magang di Gugus Mitigasi Lebak Selatan (GMLS), saya berkontribusi dalam proyek kemanusiaan yang berfokus pada mitigasi bencana tsunami di wilayah pesisir Kabupaten Lebak. Kegiatan magang terbagi ke dalam beberapa tahap utama, yang mencakup perencanaan, pengumpulan data, analisis data geospasial menggunakan bahasa pemrograman Python, serta visualisasi dan pelaporan hasil analisis. Tabel 3.2 dibawah ini adalah rincian kegiatan yang saya lakukan:

Tabel 3.2 Tabel Alur Bagan Uraian Kerja Kunjungan Lapangan ke Desa Bayah



3.2 Solusi dari Permasalahan

Untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi oleh mitra, proyek ini menerapkan analisis geospasial menggunakan bahasa pemrograman Python. Proses analisis ini memanfaatkan beberapa pustaka (library) utama yang memiliki fungsi spesifik dalam pengolahan data spasial dan visualisasi. Tabel 3.3 berikut ini adalah rincian library yang digunakan:

Tabel 3.3 Tabel Rincian Library yang digunakan didalam project

Nama Library	Fungsi Utama dalam Proyek	Contoh Code
GeoPandas	Membaca, memproses, dan menganalisis data geospasial dalam format shapefile, seperti batas administrasi, pemukiman, dan jalan.	<code>import geopandas as gpd</code>
Folium	Membuat visualisasi peta yang interaktif dan berbasis web, memungkinkan pengguna untuk menjelajahi berbagai lapisan data secara dinamis.	<code>import folium</code>
Matplotlib	Menghasilkan visualisasi peta statis dan grafik, seperti peta sebaran penggunaan lahan dan infrastruktur.	<code>import matplotlib.pyplot as plt</code>
Shapely	Melakukan operasi dan manipulasi pada objek geometris, yang digunakan dalam proses analisis seperti buffering dan intersection.	<code>from shapely.geometry import Point</code>
os	Berinteraksi dengan sistem operasi untuk mengelola file, khususnya untuk membaca semua file shapefile dari sebuah direktori secara otomatis.	<code>import os</code>
NumPy	Melakukan operasi numerik yang efisien, digunakan dalam visualisasi data untuk mengatur rasio aspek peta agar tidak terdistorsi.	<code>import numpy as np</code>

1. Tugas dan Kontribusi Saya:

- a. Pengolahan Data Geospasial
 - i. Mengumpulkan, membersihkan, dan memproses data spasial berupa titik koordinat rawan tsunami serta data wilayah administratif (shapefile).
 - ii. Melakukan konversi data menjadi format yang kompatibel dengan Python (GeoDataFrame) menggunakan Geopandas.
- b. Visualisasi Peta
 - i. Membuat visualisasi interaktif dan statis untuk menunjukkan lokasi potensi bahaya tsunami.
 - ii. Menggabungkan data spasial dari berbagai sumber untuk membuat peta final daerah prioritas mitigasi.
- c. Analisis Buffering dan Interseksi
 - i. Melakukan analisis zona bahaya menggunakan teknik buffer dengan radius tertentu dari titik-titik potensi tsunami.
 - ii. Menganalisis intersect antara zona rawan dengan wilayah administratif untuk menentukan daerah prioritas evakuasi dan penanganan bencana.
- d. Dukungan Teknis dan Kolaborasi Tim
 - i. Bekerja sama dengan tim GMLS dan pihak-pihak lain untuk memastikan interpretasi spasial sesuai konteks lokal.
 - ii. Memberikan masukan berbasis data untuk perencanaan jalur evakuasi dan penguatan mitigasi di wilayah pesisir.

2. Tujuan Utama Keterlibatan Saya:

Untuk membantu menyediakan basis data spasial dan visualisasi peta yang akurat, yang dapat digunakan oleh instansi terkait (seperti BPBD dan Pemerintah Daerah) dalam menyusun kebijakan mitigasi tsunami yang berbasis bukti (evidence-based mitigation planning).

3.2.1 Data Preparation

Untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi oleh mitra, proyek ini menerapkan analisis geospasial menggunakan bahasa pemrograman Python. Proses analisis ini memanfaatkan beberapa pustaka (library) utama yang memiliki fungsi spesifik dalam pengolahan data spasial dan visualisasi. Berikut adalah rincian library yang digunakan:

```
In [1]: import os
import geopandas as gpd
import folium
import matplotlib.pyplot as plt
from shapely.geometry import Point

In [2]: data_path = r"C:\Users\Hans\Data Analysis\Humanity Project\KAB. LEBAK\KAB. LEBAK"

shapefiles = [f for f in os.listdir(data_path) if f.endswith('.shp')]

gdf_dict = {shp: gpd.read_file(os.path.join(data_path, shp)) for shp in shapefiles}

print("Loaded Shapefiles:", list(gdf_dict.keys()))

Loaded Shapefiles: ['ADMINISTRASIDESA_AR_25K.shp', 'ADMINISTRASI_LN_25K.shp', 'AGRIKEBUN_AR_25K.shp', 'AGRILADANG_AR_25K.shp',
'AGRISAWAH_AR_25K.shp', 'BANGUNAN_AR_25K.shp', 'BANGUNAN_PT_25K.shp', 'BENDUNGAN_PT_25K.shp', 'CAGARBUDAYA_PT_25K.shp', 'DANAU_
AR_25K.shp', 'DEPOMINYAK_PT_25K.shp', 'EMPANG_AR_25K.shp', 'GARDUTELPON_PT_25K.shp', 'GARISRPANTAI_LN_25K.shp', 'intersection_r
esult.shp', 'IRIGASI_LN_25K.shp', 'JALAN_LN_25K.shp', 'JEMBATAN_LN_25K.shp', 'JEMBATAN_PT_25K.shp', 'KANTORPOS_PT_25K.shp', 'KE
SEHATAN_PT_25K.shp', 'KONTUR_LN_25K.shp', 'LAYANANKESEHATAN_PT_25K.shp', 'MAKAM_PT_25K.shp', 'NIAGA_PT_25K.shp', 'NONAGRIALANG_
AR_25K.shp', 'NONAGRIHUTANKERING_AR_25K.shp', 'NONAGRISEMAKBEKUKAR_AR_25K.shp', 'PASIR_AR_25K.shp', 'Pemerintahan_PT_25K.shp',
'PEMUKIMAN_AR_25K.shp', 'PENDIDIKAN_AR_25K.shp', 'PENDIDIKAN_PT_25K.shp', 'PESISIR_AR_25K.shp', 'PILARBATAS_PT_25K.shp', 'PUNGG
UNBUKIT_LN_25K.shp', 'PUSKESMAS_PT_25K.shp', 'RAWA_AR_25K.shp', 'RELKA_LN_25K.shp', 'RUMAHSAKIT_PT_25K.shp', 'SARANAIBADAH_PT_
25K.shp', 'SUMBERAIRMINUM_PT_25K.shp', 'SUNGAI_AR_25K.shp', 'SUNGAI_LN_25K.shp', 'TAMBAK_AR_25K.shp', 'TAMBANGAN_LN_25K.shp',
'TERMINALBUS_PT_25K.shp', 'TONGGAKKM_PT_25K.shp', 'TOPONIMI_PT_25K.shp', 'WADUK_AR_25K.shp']
```

Gambar 3.1. Data Preparation

Kode Python yang tertera pada gambar 3.1 di atas merupakan bagian dari proses pemrosesan data geospasial menggunakan pustaka geopandas (disingkat gpd) dan os, yang berfungsi untuk membaca dan mengelola file shapefile (.shp) yang tersimpan dalam direktori tertentu. Pertama, variabel data_path menyimpan path absolut menuju folder yang berisi berbagai shapefile dari wilayah Kabupaten Lebak yang akan dianalisis. Selanjutnya, list comprehension shapefiles = [f for f in os.listdir(data_path) if f.endswith('.shp')] digunakan untuk melakukan iterasi terhadap semua file dalam folder tersebut dan hanya memilih file yang memiliki ekstensi .shp, yaitu format standar untuk file shapefile dalam sistem informasi geografis (GIS). Hasil dari proses ini adalah daftar nama file shapefile yang akan dimuat.

Kemudian, gdf_dict = {shp: gpd.read_file(os.path.join(data_path, shp)) for shp in shapefiles} membentuk sebuah dictionary (gdf_dict) yang memetakan setiap nama file shapefile ke dalam objek GeoDataFrame, yaitu struktur data milik geopandas yang menggabungkan informasi spasial (geometri) dengan

atribut non-spasial (data tabular). Fungsi `gpd.read_file()` membaca file shapefile dan mengembalikannya dalam bentuk `GeoDataFrame`. Path lengkap ke masing- masing file dibentuk menggunakan `os.path.join(data_path, shp)` untuk memastikan kompatibilitas sistem file.

Terakhir, perintah `print("Loaded Shapefiles:", list(gdf_dict.keys()))` digunakan untuk mencetak daftar file shapefile yang berhasil dimuat ke dalam `GeoDataFrame`. Berdasarkan output yang ditampilkan, terdapat total 50 file shapefile yang mencakup berbagai tema data spasial seperti batas administratif desa (`ADMINISTRASIDESA_AR_25K.shp`), jalan (`JALAN_LN_25K.shp`), sungai (`SUNGAI_LN_25K.shp`), bangunan, fasilitas umum seperti puskesmas dan rumah sakit, sarana pendidikan, pertanian, pesisir, dan topografi. Setiap shapefile mewakili jenis objek geografis tertentu (misalnya area, titik, atau garis) dan digunakan untuk analisis geospasial yang lebih lanjut seperti visualisasi peta, overlay spasial, analisis risiko bencana, dan lain sebagainya. Kode ini sangat penting sebagai tahap awal dalam proyek pemanfaatan analisis geospasial untuk mitigasi tsunami di wilayah Lebak Selatan.

3.2.2 Pemrosesan Shapefile

Kode pada gambar 3.2 dibawah merupakan kelanjutan dari proses pemrosesan shapefile dalam proyek analisis geospasial, dengan fokus pada pemeriksaan dan penyamaan sistem referensi koordinat (`Coordinate Reference System` atau `CRS`) dari seluruh shapefile yang telah dimuat sebelumnya ke dalam dictionary `gdf_dict`. `CRS` adalah komponen krusial dalam analisis spasial karena menentukan bagaimana koordinat geografis ditafsirkan di permukaan bumi. Jika shapefile memiliki `CRS` yang berbeda, maka analisis spasial seperti overlay, intersection, atau proximity analysis bisa menghasilkan kesalahan karena titik koordinat tidak saling sejajar dalam sistem koordinat yang sama.

Bagian pertama dari kode:

```
for name, gdf in gdf_dict.items():  
    print(f"Shapefile: {name}, CRS: {gdf.crs}")
```

melakukan iterasi terhadap seluruh item dalam `gdf_dict`, lalu mencetak nama masing-masing shapefile beserta nilai CRS-nya. Hasilnya menunjukkan bahwa semua shapefile menggunakan CRS EPSG:4326, yaitu sistem koordinat geografis standar berbasis latitude dan longitude yang umum digunakan dalam pemetaan global, termasuk dalam platform seperti Google Maps dan banyak aplikasi GIS lainnya.

```
for name, gdf in gdf_dict.items():
    if gdf.crs != "EPSG:4326":
        gdf_dict[name] = gdf.to_crs(epsg=4326)
```

Shapefile: ADMINISTRASIDESA_AR_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: ADMINISTRASI_LN_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: AGRIKEBUN_AR_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: AGRILADANG_AR_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: AGRISAWAH_AR_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: BANGUNAN_AR_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: BANGUNAN_PT_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: BENDUNGAN_PT_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: CAGARBUDAYA_PT_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: DANAU_AR_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: DEPOMINYAK_PT_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: EMPANG_AR_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: GARDUTELPON_PT_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: GARISRPANTAI_LN_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: intersection_result.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: IRIGASI_LN_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: JALAN_LN_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: JEMBATAN_LN_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: JEMBATAN_PT_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: KANTORPOS_PT_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: KESEHATAN_PT_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: KONTUR_LN_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: LAYANANKESEHATAN_PT_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: MAKAM_PT_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: NIAGA_PT_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: NONAGRIALANG_AR_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: NONAGRIHUTANKERING_AR_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: NONAGRISEMABELUKAR_AR_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: PASIR_AR_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: PEMERINTAHAN_PT_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: PEMUKIMAN_AR_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: PENDIDIKAN_AR_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: PENDIDIKAN_PT_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: PESISIR_AR_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: PILARBATAS_PT_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: PUNGGUNGBUKIT_LN_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: PUSKESMAS_PT_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: RAWA_AR_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: RELKA_LN_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: RUMAHSAKIT_PT_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: SARANAIBADAH_PT_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: SUMBERAIRMINUM_PT_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: SUNGAI_AR_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: SUNGAI_LN_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: TANPAK_AR_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: TAMBANGAN_LN_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: TERMINALBUS_PT_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: TONGGAKKM_PT_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: TOPONIMI_PT_25K.shp, CRS: EPSG:4326
Shapefile: WADUK_AR_25K.shp, CRS: EPSG:4326

Gambar 3.2. Pemrosesan Shapefile

Bagian kedua:

```
for name, gdf in gdf_dict.items():  
    if gdf.crs != "EPSG:4326":  
        gdf_dict[name] = gdf.to_crs(epsg=4326)
```

merupakan proses konversi atau transformasi proyeksi terhadap shapefile yang CRS-nya belum dalam format EPSG:4326. Meskipun pada output tidak ada shapefile yang perlu dikonversi (karena semuanya sudah menggunakan EPSG:4326), kode ini tetap penting sebagai praktik terbaik (best practice) untuk memastikan konsistensi CRS sebelum melanjutkan ke tahap analisis spasial lanjutan. Jika terdapat perbedaan CRS di antara shapefile, baris ini akan mengubahnya agar sesuai standar yang telah ditetapkan (EPSG:4326). Dengan demikian, kode ini memastikan bahwa seluruh data spasial memiliki sistem referensi koordinat yang seragam, sehingga aman untuk digunakan dalam operasi spasial lintas-layer dalam studi mitigasi tsunami di Kabupaten Lebak.

3.2.3 Visualisasi Peta

Kode pada gambar 3.3 dibawah bertujuan untuk menampilkan visualisasi peta keseluruhan shapefile yang telah dimuat dalam dictionary `gdf_dict` menggunakan Geopandas dan Matplotlib, dengan memperhatikan keutuhan data spasial, keseragaman sistem koordinat (CRS), serta memberikan legenda untuk tiap layer yang divisualisasikan. Kode ini juga dirancang dengan penanganan error yang baik (robust) agar tidak gagal meskipun terdapat file kosong atau CRS yang tidak terdefinisi. Pertama, kode memeriksa apakah dictionary `gdf_dict` kosong. Jika iya, maka akan mencetak pesan bahwa tidak ada shapefile yang dimuat. Jika tidak kosong, maka `fig, ax = plt.subplots(figsize=(10, 10))` membuat kanvas visualisasi dengan ukuran 10x10 inci. Kemudian, `list legend_patches` disiapkan untuk menampung legenda dari masing-masing layer.

```

In [4]: import geopandas as gpd
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import matplotlib.patches as mpatches

if not gdf_dict:
    print("Tidak ada shapefile yang dimuat.")
else:
    fig, ax = plt.subplots(figsize=(10, 10))

    legend_patches = []

    for name, gdf in gdf_dict.items():
        if gdf.empty:
            print(f"Shapefile {name} kosong, dilewati.")
            continue

        if gdf.crs is None:
            print(f"CRS tidak terdefinisi untuk {name}, menetapkan ke EPSG:4326")
            gdf.set_crs("EPSG:4326", inplace=True)

        color = plt.cm.viridis(hash(name) % 256 / 256)

        gdf.plot(ax=ax, alpha=0.5, edgecolor='k', color=color)

        patch = mpatches.Patch(color=color, label=name)
        legend_patches.append(patch)

    if any(not gdf.empty for gdf in gdf_dict.values()):
        bounds = np.array([gdf.total_bounds for gdf in gdf_dict.values() if not gdf.empty])
        if bounds.size > 0:
            y_coord = np.mean(bounds[:, [1, 3]])
            ax.set_aspect(1 / np.cos(y_coord * np.pi / 180))

    ax.set_title("Geospatial Data Overview - KAB. LEBAK")
    plt.legend(handles=legend_patches)
    plt.show()

```

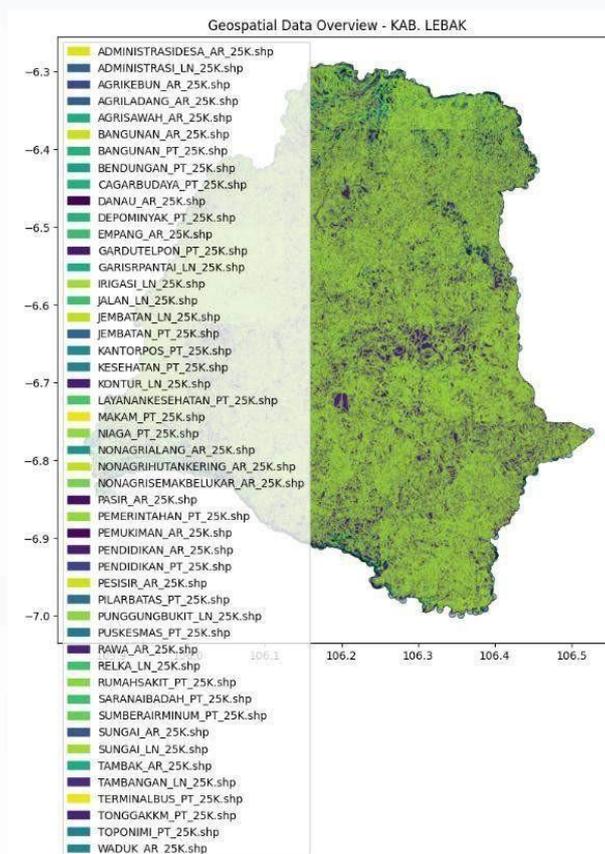
Gambar 3.3. Kode Visualisasi Peta

Selanjutnya, melalui perulangan `for name, gdf in gdf_dict.items():`, kode ini memproses setiap GeoDataFrame (gdf) dari setiap shapefile:

1. Jika shapefile kosong (`gdf.empty`), proses dilewati dan ditampilkan peringatan bahwa shapefile tersebut tidak memiliki data.
2. Jika CRS dari shapefile belum ditetapkan (`gdf.crs is None`), maka akan diatur secara langsung ke EPSG:4326, yang merupakan sistem koordinat geografis standar.
3. Untuk pewarnaan, kode menggunakan color map Viridis dengan fungsi `plt.cm.viridis()` dan menghitung warna berdasarkan hash nama shapefile agar tiap layer memiliki warna yang unik namun tetap terdistribusi secara sistematis.
4. Setiap shapefile yang lolos pemeriksaan akan digambar ke dalam sumbu `ax` dengan `alpha=0.5` (transparansi), `edgecolor='k'` (garis tepi hitam), dan warna isi berdasarkan hasil pewarnaan tadi.
5. Kemudian, `mpatches.Patch()` dibuat untuk menambahkan item legenda untuk shapefile tersebut, dan dimasukkan ke dalam `legend_patches`.

Setelah seluruh shapefile divisualisasikan, kode memeriksa kembali apakah masih ada shapefile yang tidak kosong (if any(not gdf.empty for gdf in gdf_dict.values())). Jika ya, maka dilakukan penghitungan total_bounds dari semua shapefile non-kosong, yang berisi [xmin, ymin, xmax, ymax] untuk tiap layer. Nilai koordinat y (latitude) dari batas bawah dan atas diambil rata-ratanya (y_coord) dan digunakan untuk menyesuaikan rasio aspek peta dengan ax.set_aspect(...). Ini bertujuan agar bentuk objek spasial tidak terdistorsi akibat perbedaan skala lintang.

Akhirnya, judul peta ditampilkan dengan ax.set_title(...), kemudian ditambahkan legenda dari semua layer menggunakan plt.legend(...), dan seluruh peta divisualisasikan melalui plt.show(). Dan berikut ini adalah hasil dari visualisasi tersebut:



Gambar 3.4. Visualisasi Peta

3.2.4 Visualisasi Distribusi Infrastruktur dan Penggunaan Lahan

```
sawah.plot(ax=ax, color='lightgreen', label='Sawah')
ladang.plot(ax=ax, color='tan', label='Ladang')
kebun.plot(ax=ax, color='darkgreen', label='Kebun')
pemukiman.plot(ax=ax, color='red', label='Pemukiman')

plt.legend(handles=legend_patches)
plt.title('Land Use Distribution in Kabupaten Lebak')
plt.show()

total_area = sum([geom.area for geom in gdf_dict['ADMINISTRASIDESA_AR_25K.shp'].geometry])
sawah_area = sum([geom.area for geom in sawah.geometry])
ladang_area = sum([geom.area for geom in ladang.geometry])
kebun_area = sum([geom.area for geom in kebun.geometry])

print(f"Agricultural Area Percentages:")
print(f"Sawah: {sawah_area/total_area*100:.2f}%")
print(f"Ladang: {ladang_area/total_area*100:.2f}%")
print(f"Kebun: {kebun_area/total_area*100:.2f}%")

fig, ax = plt.subplots(figsize=(15, 10))

jalan = gdf_dict['JALAN_LN_25K.shp']
jembatan = gdf_dict['JEMBATAN_PT_25K.shp']
puskesmas = gdf_dict['PUSKESMAS_PT_25K.shp']
sekolah = gdf_dict['PENDIDIKAN_PT_25K.shp']

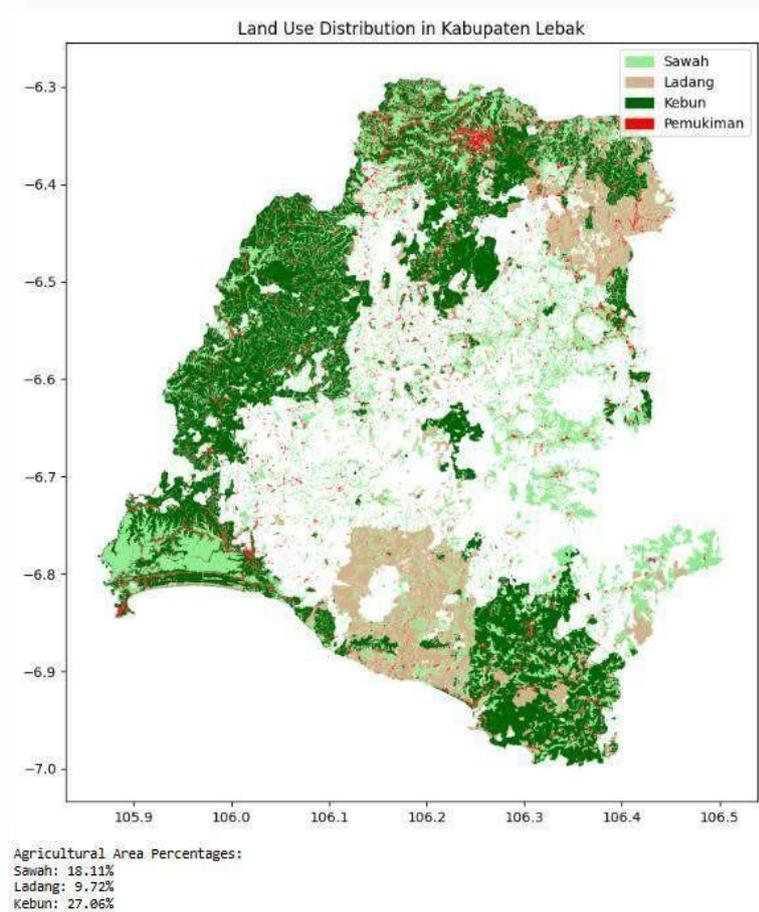
gdf_dict['ADMINISTRASIDESA_AR_25K.shp'].plot(ax=ax, color='lightgray', edgecolor='black')
jalan.plot(ax=ax, color='black', linewidth=0.5, label='Roads')
jembatan.plot(ax=ax, color='blue', markersize=50, label='Bridges')
puskesmas.plot(ax=ax, color='red', markersize=100, marker='+', label='Health Centers')
sekolah.plot(ax=ax, color='green', markersize=50, marker='^', label='Schools')

plt.legend()
plt.title('Infrastructure Distribution in Kabupaten Lebak')
plt.show()
```

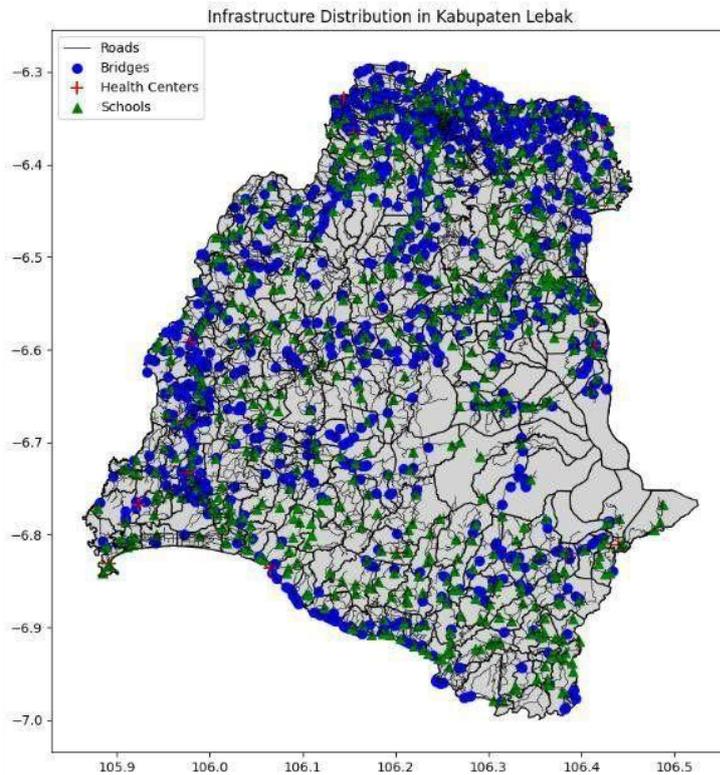
Gambar 3.5. Kode Visualisasi Distribusi Infrastruktur dan Lahan

Kode pada gambar 3.5 atas digunakan untuk melakukan analisis dan visualisasi data geospasial di Kabupaten Lebak menggunakan pustaka matplotlib di Python. Proses ini dimulai dengan memvisualisasikan distribusi penggunaan lahan. Empat jenis penggunaan lahan yang berbeda—sawah, ladang, kebun, dan pemukiman—diambil dari file shapefile yang sesuai dan diplot pada peta yang sama. Setiap jenis penggunaan lahan diberi warna yang berbeda (sawah dengan warna hijau muda, ladang dengan warna cokelat, kebun dengan warna hijau tua, dan pemukiman dengan warna merah) untuk memudahkan identifikasi visual, dan sebuah legenda disertakan untuk menjelaskan representasi warna tersebut. Selanjutnya, kode tersebut menghitung persentase luas dari setiap kategori lahan pertanian (sawah, ladang, dan kebun) terhadap total luas wilayah administrasi desa, kemudian mencetak hasilnya untuk memberikan gambaran kuantitatif

mengenai komposisi lahan pertanian di area tersebut. Bagian kedua dari kode berfokus pada visualisasi infrastruktur. Peta dasar wilayah administrasi desa digambar dengan warna abu-abu, dan di atasnya diplot lokasi berbagai fasilitas infrastruktur penting. Jaringan jalan ditampilkan sebagai garis hitam, jembatan ditandai dengan titik biru, pusat kesehatan (Puskesmas) ditandai dengan simbol plus berwarna merah, dan sekolah ditandai dengan segitiga hijau. Sama seperti plot pertama, sebuah legenda juga ditambahkan untuk memperjelas setiap simbol pada peta infrastruktur, memberikan pandangan komprehensif tentang sebaran fasilitas publik di seluruh Kabupaten Lebak. Lalu dibawah ini adalah hasil visualiasi dari kode tersebut:



Gambar 3.6. Visualisasi Distribusi Lahan



Gambar 3.7. Visualisasi Distribusi Infrastruktur

Peta pada gambar 3.6 diatas memberikan gambaran visual mengenai bagaimana lahan di Kabupaten Lebak dimanfaatkan. Dari legenda, kita dapat mengidentifikasi empat kategori utama:

1. Pemukiman (Merah): Area pemukiman penduduk terlihat terkonsentrasi dan membentuk pola yang cenderung mengikuti alur tertentu, kemungkinan besar mengikuti jaringan jalan utama atau lembah sungai yang tidak ditampilkan di peta ini. Klaster-klaster pemukiman ini menjadi pusat aktivitas penduduk di wilayah tersebut.
2. Kebun (Hijau Tua): Ini adalah jenis penggunaan lahan pertanian yang paling dominan dan tersebar luas di seluruh wilayah peta. Lahan perkebunan mengelilingi area pemukiman dan mengisi sebagian besar lanskap, menunjukkan bahwa perkebunan merupakan kegiatan pertanian utama di Kabupaten Lebak.

3. Sawah (Hijau Muda): Lahan persawahan tampak dalam luasan yang lebih kecil dibandingkan kebun dan cenderung mengelompok di area- area tertentu. Lokasinya yang berdekatan dengan area pemukiman mengindikasikan bahwa sawah dikelola oleh penduduk dari desa-desa terdekat.
4. Ladang (Cokelat): Sama seperti sawah, ladang juga menempati area yang tidak terlalu luas dan tersebar di beberapa lokasi.

Secara keseluruhan, peta ini menunjukkan bahwa Kabupaten Lebak memiliki struktur tata ruang dimana pemukiman dikelilingi oleh lahan pertanian yang luas, dengan kebun sebagai komoditas utamanya.

Kemudian, peta pada gambar 3.7 diatas menunjukkan sebaran infrastruktur vital di atas peta batas administrasi desa (latar belakang abu- abu).

1. Jaringan Jalan (Garis Hitam): Terdapat jaringan jalan yang menjadi tulang punggung konektivitas di wilayah ini. Jalan-jalan ini menghubungkan berbagai desa dan menjadi jalur utama untuk pergerakan barang dan orang.
2. Fasilitas Pendidikan/Sekolah (Segitiga Hijau): Sebaran sekolah terlihat cukup merata dan hampir seluruhnya berlokasi di sepanjang jaringan jalan utama. Ini menunjukkan bahwa aksesibilitas menjadi pertimbangan penting dalam penempatan fasilitas pendidikan. Hampir setiap desa yang dilalui jalan memiliki setidaknya satu sekolah.
3. Fasilitas Kesehatan/Puskesmas (Tanda Tambah Merah): Puskesmas, sebagai pusat layanan kesehatan primer, tersebar di beberapa titik strategis, juga di sepanjang jaringan jalan. Sebarannya tidak sebanyak sekolah, yang mengindikasikan bahwa satu puskesmas kemungkinan melayani beberapa desa di sekitarnya.
4. Jembatan (Titik Biru): Jembatan-jembatan terletak di sepanjang jalan, menandakan adanya rintangan geografis seperti sungai atau lembah yang perlu diatasi untuk menjaga kelancaran konektivitas.

Kesimpulannya, peta infrastruktur ini menunjukkan bahwa pengembangan fasilitas publik seperti sekolah dan puskesmas sangat bergantung pada jaringan jalan yang ada. Desa-desa yang berada di sepanjang jalan utama memiliki akses yang lebih baik ke layanan dasar dibandingkan dengan desa-desa yang mungkin lebih terpencil. Jika digabungkan dengan peta pertama, terlihat bahwa infrastruktur ini dibangun untuk melayani area-area pemukiman yang ada.

3.2.5 Map Interaktif

```
In [5]: selected_shapefiles = [
        "PUSKESMAS_PT_25K.shp", "RUMAHSAKIT_PT_25K.shp",
        "GARISRPANTAI_LN_25K.shp"
    ]

    shapefile_path = r"C:\Users\Hans\Data Analysis\Humanity Project\KAB. LEBAK\KAB. LEBAK"

    gdf_dict = {}

    for shp in selected_shapefiles:
        try:
            gdf = gpd.read_file(f"{shapefile_path}/{shp}")
            gdf_dict[shp] = gdf
        except Exception as e:
            print(f"Gagal memuat {shp}: {e}")

    if not gdf_dict:
        print("Error: Tidak ada shapefile yang berhasil dimuat!")
    else:
        print(f"Loaded {len(gdf_dict)} shapefiles.")

    map_center = [-6.5642, 106.2522]

    m = folium.Map(location=map_center, zoom_start=10)

    for name, gdf in gdf_dict.items():
        if not gdf.empty:
            folium.GeoJson(gdf.to_json(), name=name).add_to(m)

    folium.LayerControl().add_to(m)

    m

Loaded 3 shapefiles.
```

Gambar 3.8. Kode map interaktif

Kode pada gambar 3.8 digunakan untuk memuat dan memvisualisasikan secara interaktif tiga shapefile terpilih dalam format peta berbasis web menggunakan library Folium, yang cocok digunakan untuk menampilkan data geospasial di lingkungan Jupyter Notebook. Tujuannya adalah memetakan beberapa titik penting di wilayah Kabupaten Lebak, khususnya yang berkaitan dengan fasilitas kesehatan dan batas garis pantai. Pertama, variabel `selected_shapefiles` berisi tiga nama file shapefile yang akan dimuat:

1. PUSKESMAS_PT_25K.shp – titik lokasi puskesmas,
2. RUMAHSAKIT_PT_25K.shp – titik lokasi rumah sakit,
3. GARISRPANTAI_LN_25K.shp – garis batas pantai.

Kemudian `shapefile_path` menyimpan path direktori di mana ketiga shapefile ini berada. Dictionary kosong `gdf_dict` disiapkan untuk menampung setiap `GeoDataFrame` hasil pembacaan file.

Perulangan `for shp in selected_shapefiles:` digunakan untuk membaca masing-masing file dengan `gpd.read_file()`. Setiap shapefile yang berhasil dibaca akan disimpan dalam `gdf_dict` dengan key berupa nama file dan value berupa `GeoDataFrame`-nya. Jika terjadi kegagalan saat membaca (misalnya karena file tidak ditemukan atau rusak), maka akan dicetak pesan error yang jelas, termasuk nama file dan deskripsi error-nya. Jika tidak ada file yang berhasil dimuat, program menampilkan pesan error bahwa tidak ada shapefile yang berhasil dimuat. Jika berhasil, maka akan dicetak jumlah shapefile yang berhasil dimuat.

Setelah itu, `map_center` diatur ke koordinat latitude dan longitude tertentu di wilayah Kabupaten Lebak (`[-6.5642, 106.2522]`), dan peta Folium dibuat dengan titik tengah tersebut dan `zoom_start=10`. Dalam perulangan `for name, gdf in gdf_dict.items():`, setiap shapefile yang tidak kosong (`if not gdf.empty`) akan ditambahkan ke peta Folium dalam bentuk layer GeoJSON menggunakan `folium.GeoJson(...)`. Nama layer akan menggunakan nama file shapefile aslinya (`name=name`), yang akan muncul dalam kontrol layer.

Terakhir, `folium.LayerControl().add_to(m)` menambahkan kontrol lapisan (layer control) pada peta, yang memungkinkan pengguna untuk menyalakan atau mematikan tampilan masing-masing layer (misalnya hanya melihat Puskesmas saja atau hanya garis pantai). Kemudian objek `m` ditampilkan, yang akan memunculkan peta interaktif dalam Jupyter Notebook. Berikut ini adalah hasil peta interaktifnya:



Gambar 3.9. Visualisasi Map Folium Interaktif

Visualisasi peta interaktif yang ditampilkan pada gambar 3.9 diatas merupakan representasi geospasial dari tiga elemen penting di wilayah Kabupaten Lebak, yaitu titik lokasi Puskesmas, titik lokasi Rumah Sakit, dan garis batas pantai. Dalam peta ini, setiap elemen divisualisasikan dalam bentuk pointer yang dapat diaktifkan atau dinonaktifkan oleh pengguna melalui kontrol layer di pojok kanan atas peta. Titik-titik Puskesmas dan Rumah Sakit ditampilkan sebagai marker pada lokasi masing-masing fasilitas kesehatan, memungkinkan pengguna untuk mengidentifikasi sebaran layanan kesehatan di seluruh wilayah. Sementara itu, garis pantai divisualisasikan sebagai garis poligon yang mengikuti kontur pesisir Kabupaten Lebak, memberikan gambaran batas wilayah maritim. Peta ini dipusatkan pada koordinat wilayah Kabupaten Lebak dengan tingkat perbesaran (zoom) yang sesuai, sehingga seluruh fitur dapat terlihat dengan jelas. Visualisasi ini tidak hanya membantu dalam memahami distribusi spasial fasilitas kesehatan dan kondisi geografis wilayah pesisir, tetapi juga berfungsi sebagai alat pendukung pengambilan keputusan dalam konteks mitigasi bencana, perencanaan infrastruktur, maupun pelayanan publik.

3.2.6 Map Analysis Zona Rawan Tsunami

```
In [6]: data_path = r"C:\Users\Hans\Data Analysis\Humanity Project\KAB. LEBAK\KAB. LEBAK"

shapefiles = {
    "Coastline": "GARISRPANTAI_LN_25K.shp",
    "Elevation": "KONTUR_LN_25K.shp",
    "Rivers": "SUNGAI_LN_25K.shp",
    "Roads": "JALAN_LN_25K.shp",
    "Settlements": "PEMUKIMAN_AR_25K.shp"
}

gdf_dict = {}
for key, file in shapefiles.items():
    try:
        gdf_dict[key] = gpd.read_file(f"{data_path}/{file}")
        print(f"Loaded {key} successfully.")
    except Exception as e:
        print(f"Error loading {key}: {e}")

if "Coastline" in gdf_dict:
    coastline = gdf_dict["Coastline"].to_crs(epsg=32749)
    tsunami_zone = coastline.buffer(5000)
    tsunami_zone = gpd.GeoDataFrame(geometry=tsunami_zone, crs="EPSG:32749").to_crs(epsg=4326)
    print("Generated Tsunami Hazard Zone (5 km buffer).")
else:
    print("Coastline data missing!")

fig, ax = plt.subplots(figsize=(10, 8))

tsunami_zone.plot(ax=ax, color='red', alpha=0.5, edgecolor='black')
gdf_dict["Roads"].plot(ax=ax, color='black', linewidth=0.5)
gdf_dict["Settlements"].plot(ax=ax, color='blue', alpha=0.6)

legend_patches = [
    mpatches.Patch(color='red', alpha=0.5, label="Tsunami Hazard Zone"),
    mpatches.Patch(color='black', label="Roads"),
    mpatches.Patch(color='blue', alpha=0.6, label="Settlements")
]
ax.legend(handles=legend_patches, loc="upper right")

ax.set_title("Peta Zona Rawan Tsunami - Kabupaten Lebak")
plt.show()

map_center = [-6.5642, 106.2522]
m = folium.Map(location=map_center, zoom_start=10)

folium.GeoJson(tsunami_zone, name="Tsunami Hazard Zone", style_function=lambda x: {"color": "red", "fillOpacity": 0.4}).add_to(m)
folium.GeoJson(gdf_dict["Roads"], name="Roads").add_to(m)
folium.GeoJson(gdf_dict["Settlements"], name="Settlements", style_function=lambda x: {"color": "blue"}).add_to(m)

folium.LayerControl().add_to(m)

m
```

Gambar 3.10. Kode map analisis zona rawan tsunami

Kode pada gambar 3.10 digunakan untuk menganalisis dan memvisualisasikan zona rawan tsunami di wilayah Kabupaten Lebak dengan cara memuat beberapa lapisan data spasial (shapefile), menghitung area berisiko berdasarkan jarak dari garis pantai (buffer), dan kemudian menampilkannya secara visual baik dalam bentuk peta statis (Matplotlib) maupun peta interaktif (Folium). Proses ini mendukung analisis mitigasi bencana, khususnya untuk memahami sebaran infrastruktur dan permukiman yang berada dalam jarak rawan terhadap potensi tsunami.

Pertama, variabel `data_path` menyimpan path direktori tempat shapefile berada, dan `shapefiles` adalah dictionary berisi nama lapisan data (seperti `Coastline`, `Rivers`, `Roads`, `Settlements`) yang dipetakan ke nama file `.shp` yang bersesuaian.

Kemudian, kode for digunakan untuk membaca setiap shapefile menggunakan `geopandas.read_file()` dan menyimpannya ke dalam `gdf_dict` dengan key berupa nama lapisan. Jika file tidak berhasil dimuat, akan muncul pesan error.

Langkah penting selanjutnya adalah pembuatan zona rawan tsunami. Jika lapisan Coastline berhasil dimuat, maka datanya diubah terlebih dahulu ke sistem proyeksi UTM zona 49S (EPSG:32749) agar pengukuran jarak dalam meter menjadi akurat. Kemudian digunakan fungsi `.buffer(5000)` untuk membuat buffer sejauh 5 kilometer dari garis pantai, yang dianggap sebagai zona potensi bahaya tsunami. Buffer ini kemudian dikembalikan ke sistem koordinat geografis (EPSG:4326) agar kompatibel dengan visualisasi peta global.

Selanjutnya, peta statis divisualisasikan menggunakan Matplotlib. Tiga lapisan ditampilkan:

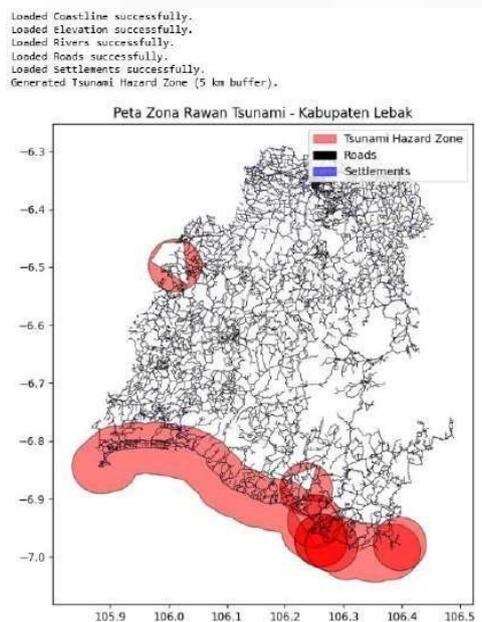
1. Zona bahaya tsunami (berwarna merah semi-transparan),
2. Jalan (berwarna hitam),
3. Permukiman (berwarna biru semi-transparan). Legenda khusus dibuat menggunakan `matplotlib.patches.Patch` agar peta lebih mudah dipahami, dan judul peta ditetapkan sebagai "Peta Zona Rawan Tsunami - Kabupaten Lebak".

Selain visualisasi statis, peta juga divisualisasikan secara interaktif menggunakan Folium. Pusat peta diatur pada koordinat Kabupaten Lebak, dan tiga lapisan ditambahkan ke dalam peta:

1. `Tsunami_zone` ditampilkan dengan warna merah dan transparansi 0.4,
2. `Roads` ditampilkan dalam default style,
3. `Settlements` ditampilkan berwarna biru.

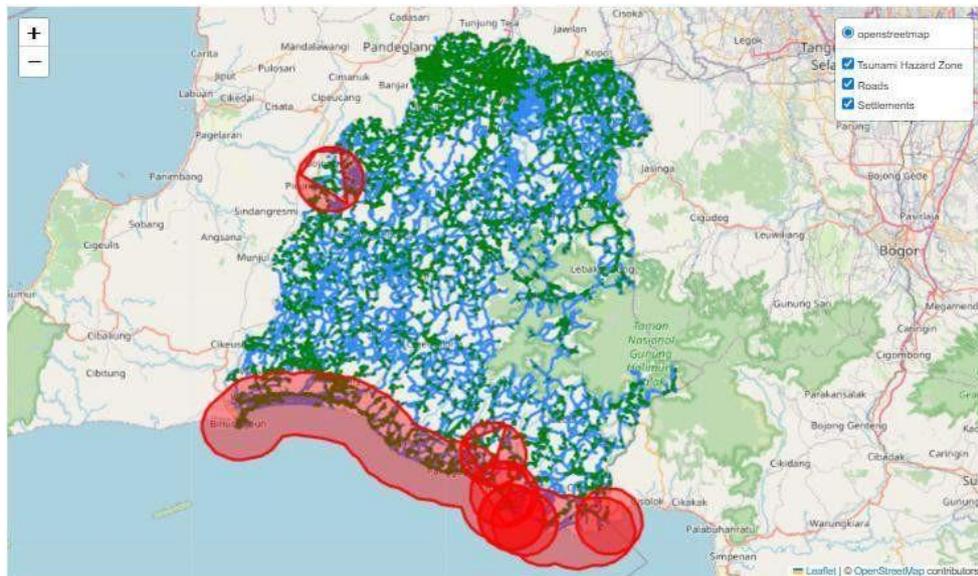
Fitur `folium.LayerControl()` memungkinkan pengguna menyalakan dan mematikan lapisan secara interaktif untuk eksplorasi data yang lebih fleksibel.

Secara keseluruhan, kode ini memberikan konteks analisis geospasial untuk mitigasi bencana, karena menyajikan peta yang menunjukkan area permukiman dan jaringan jalan yang berpotensi terdampak tsunami. Dengan demikian, kode ini sangat berguna untuk perencanaan evakuasi, pemetaan risiko, dan pengambilan kebijakan di wilayah pesisir Kabupaten Lebak. Berikut ini adalah hasil visualisasinya:

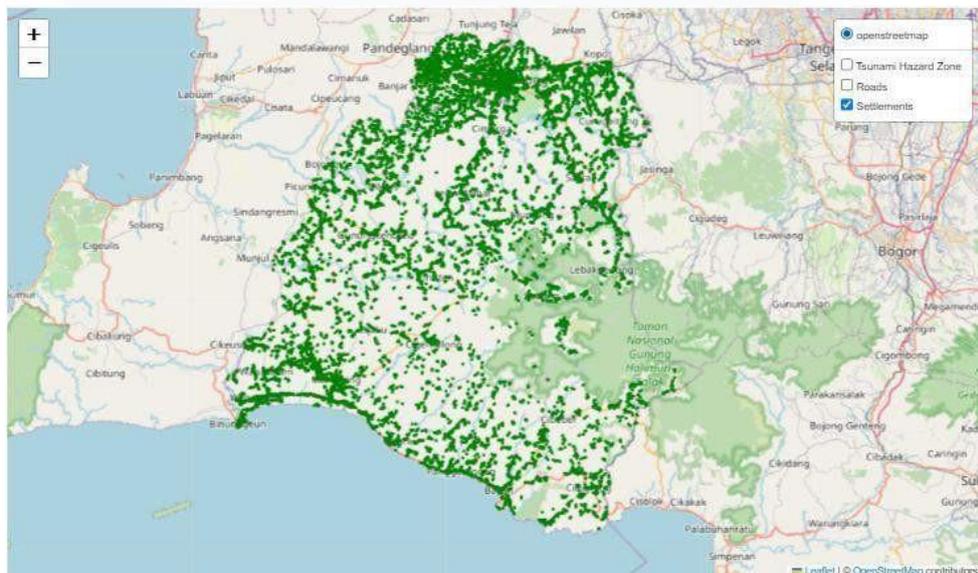


Gambar 3.11. Map Statis Zona Rawan Tsunami

Visualisasi peta pada gambar 3.11 di atas menampilkan representasi geospasial zona rawan tsunami di wilayah pesisir Kabupaten Lebak. Pada peta statis yang divisualisasikan menggunakan Matplotlib, terlihat dengan jelas area berwarna merah semi-transparan yang merepresentasikan zona potensi bahaya tsunami sejauh 5 kilometer dari garis pantai. Di atas lapisan ini, jaringan jalan (berwarna hitam) dan area permukiman (berwarna biru semi-transparan) ditampilkan untuk menunjukkan elemen infrastruktur yang berada dalam atau dekat dengan zona berisiko. Legenda disusun secara khusus agar pengguna dapat dengan mudah memahami makna dari masing-masing warna dan lapisan. Judul peta "Peta Zona Rawan Tsunami - Kabupaten Lebak" menegaskan fokus dari analisis tersebut.

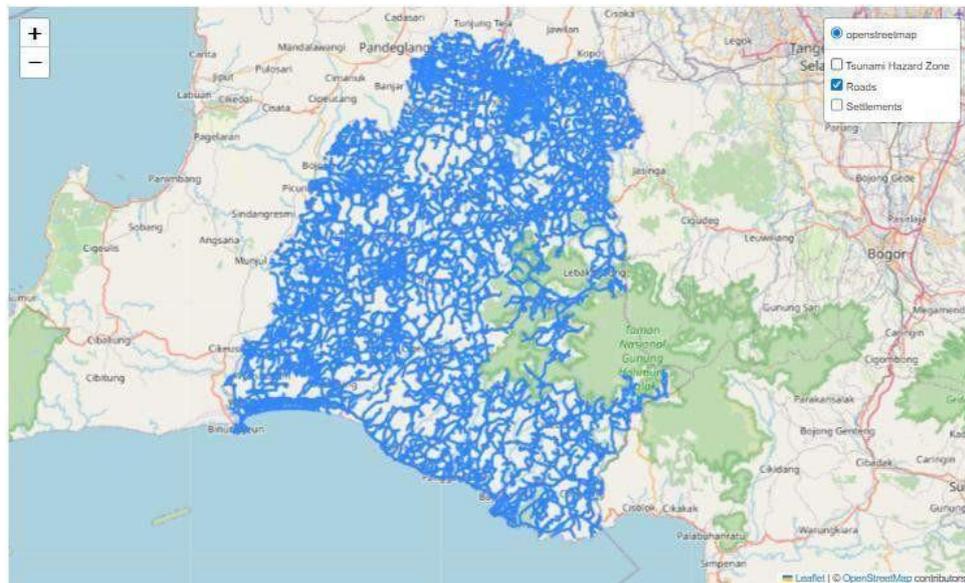


Gambar 3.12. Map Folium Interaktif Zona Rawan Tsunami

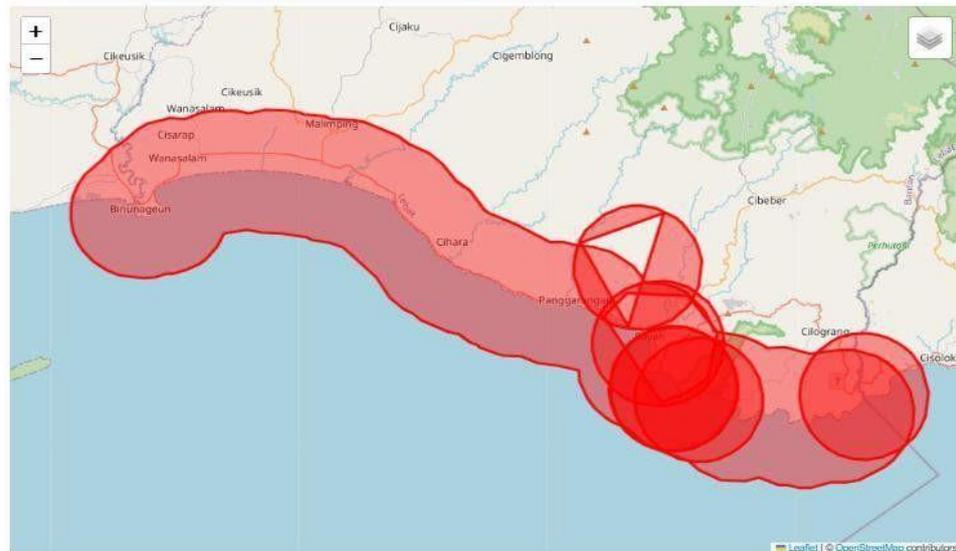


Gambar 3.13. Map Folium Interaktif Zona Rawan Tsunami (Filter Pemukiman)

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA



Gambar 3.14. Map Folium Interaktif Zona Rawan Tsunami (Filter Roads)



Gambar 3.15. Map Interaktif Zona Rawan Tsunami (Filter Zona Rawan Tsunami)

Sementara itu, pada peta interaktif yang ditunjukkan pada gambar 3.12-15, dengan menggunakan Folium, pengguna dapat menjelajahi peta dengan lebih dinamis. Peta ini menampilkan zona tsunami berwarna merah transparan, permukiman dalam warna biru, dan jaringan jalan berwarna biru, semuanya ditampilkan di atas peta dasar dengan sistem koordinat

geografis. Fitur Layer Control memungkinkan pengguna mengaktifkan atau menonaktifkan masing- masing lapisan untuk mengeksplorasi distribusi spasial infrastruktur secara lebih mendalam. Melalui peta ini, pengguna dapat dengan jelas mengidentifikasi wilayah permukiman dan jalur transportasi yang perlu diperhatikan dalam perencanaan evakuasi serta strategi mitigasi risiko tsunami di Kabupaten Lebak.

3.2.7 Analisis Peta Zona Rawan Tsunami Lanjutan

Kode pada gambar 3.16 dan 3.17 berguna untuk melakukan analisis spasial untuk memetakan zona bahaya tsunami di Kabupaten Lebak dengan menggunakan pustaka GeoPandas, Shapely, Matplotlib, dan Folium. Data yang digunakan berasal dari berbagai shapefile, termasuk garis pantai, kontur elevasi, jalan, permukiman, fasilitas kesehatan, sekolah, dan batas administrasi desa. Setiap shapefile diubah ke sistem koordinat UTM Zone 49S (EPSG:32749) untuk analisis spasial yang akurat.

```
coastline = gdf["Coastline"]
tsunami_buffer = coastline.buffer(5000)
tsunami_zone = unary_union(tsunami_buffer)

kontur = gdf["Elevation"]
kontur["elev"] = kontur["VALKNT"].astype(float)

low_elev = kontur[kontur["elev"] <= 30]
low_elev_buffered = low_elev.buffer(50)
low_elev_zone = unary_union(low_elev_buffered)

hazard_zone_geom = tsunami_zone.intersection(low_elev_zone)
hazard_gdf = gpd.GeoDataFrame(geometry=[hazard_zone_geom], crs=target_crs).to_crs("EPSG:4326")

def get_at_risk_features(layer):
    return layer[layer.intersects(hazard_gdf.geometry.iloc[0].buffer(0))]

settlements = gdf["Settlements"].to_crs("EPSG:4326")
roads = gdf["Roads"].to_crs("EPSG:4326")
health = gdf["Health"].to_crs("EPSG:4326")
schools = gdf["Schools"].to_crs("EPSG:4326")
admin = gdf["AdminVillages"].to_crs("EPSG:4326")

at_risk_settlements = get_at_risk_features(settlements)
at_risk_roads = get_at_risk_features(roads)
at_risk_health = get_at_risk_features(health)
at_risk_schools = get_at_risk_features(schools)
at_risk_admin = get_at_risk_features(admin)

fig, ax = plt.subplots(figsize=(12, 10))
```

Gambar 3.16. Kode analisis peta zona rawan tsunami lanjut

```

hazard_gdf.plot(ax=ax, color='red', alpha=0.4, edgecolor='black')
at_risk_roads.plot(ax=ax, color='black', linewidth=0.5)
at_risk_settlements.plot(ax=ax, color='blue', alpha=0.5)
at_risk_health.plot(ax=ax, color='green', markersize=10)
at_risk_schools.plot(ax=ax, color='purple', markersize=10)

legend_elements = [
    mpatches.Patch(color='red', alpha=0.4, label='Tsunami Hazard Zone'),
    mpatches.Patch(color='blue', label='Settlements'),
    mpatches.Patch(color='black', label='Roads'),
    mpatches.Patch(color='green', label='Health Facilities'),
    mpatches.Patch(color='purple', label='Schools')
]

ax.legend(handles=legend_elements, loc='upper right')
plt.title("Tsunami Hazard Zone and At-Risk Features in Kab. Lebak")
plt.show()

map_center = [-6.5642, 106.2522]
m = folium.Map(location=map_center, zoom_start=10)

folium.GeoJson(hazard_gdf, name="Tsunami Hazard Zone", style_function=lambda x: {
    "fillColor": "red", "color": "red", "weight": 1, "fillOpacity": 0.4
}).add_to(m)

folium.GeoJson(at_risk_roads, name="Roads", style_function=lambda x: {
    "color": "black", "weight": 1
}).add_to(m)

folium.GeoJson(at_risk_settlements, name="Settlements", style_function=lambda x: {
    "color": "blue", "fillOpacity": 0.5
}).add_to(m)

for _, row in at_risk_health.iterrows():
    folium.CircleMarker(
        location=[row.geometry.y, row.geometry.x],
        radius=4,
        color="green",
        fill=True,
        fill_opacity=1,
        popup="Health Facility"
    ).add_to(m)

for _, row in at_risk_schools.iterrows():
    folium.CircleMarker(
        location=[row.geometry.y, row.geometry.x],
        radius=4,
        color="cyan",
        fill=True,
        fill_opacity=1,
        popup="School"
    ).add_to(m)

folium.LayerControl().add_to(m)
m

```

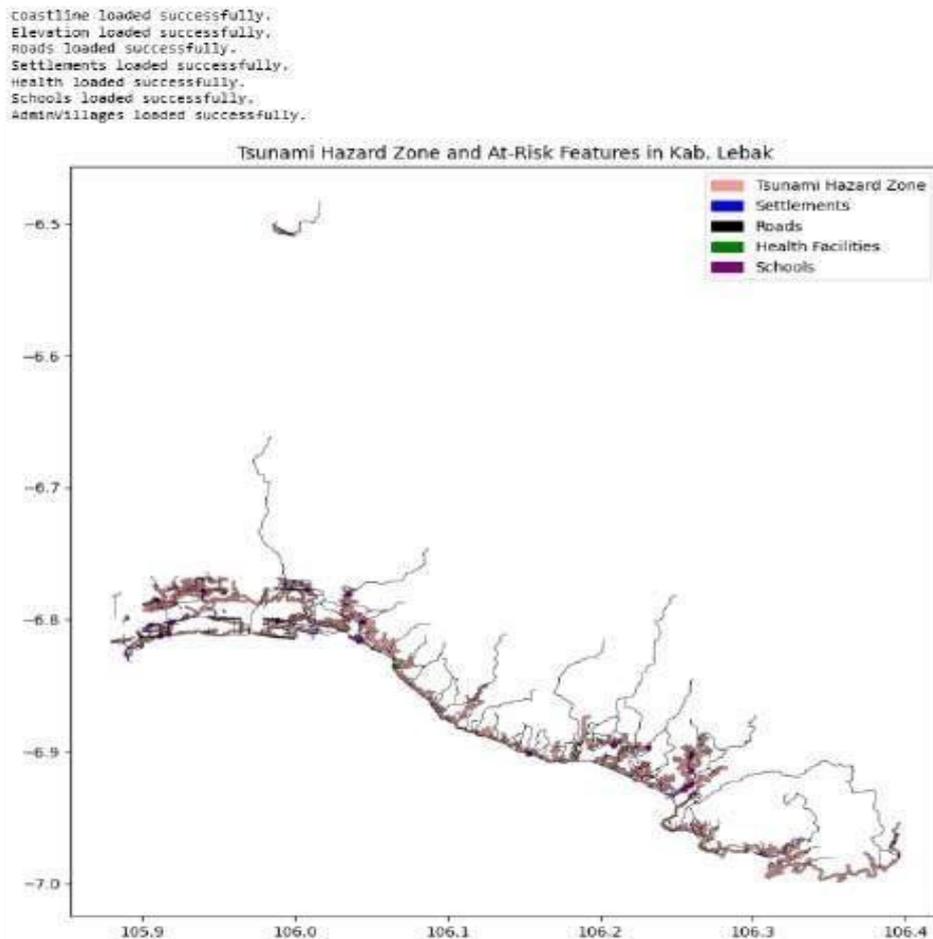
Gambar 3.17. Kode analisis peta zona rawan tsunami lanjut (Bagian 2)

MULTIMEDIA
NUSANTARA

Pertama-tama, zona bahaya tsunami ditentukan dengan membuat buffer sejauh 5 km dari garis pantai. Kemudian, kontur elevasi diproses untuk memisahkan wilayah yang memiliki ketinggian kurang dari atau sama dengan 30 meter, karena wilayah dengan elevasi rendah lebih rentan terhadap dampak tsunami. Wilayah ini juga diberikan buffer untuk memperluas cakupan zona rawan. Selanjutnya, dua wilayah tersebut—zona buffer tsunami dan zona elevasi rendah—di-intersect untuk membentuk geometry zona bahaya tsunami akhir. Hasil zona bahaya ini kemudian diubah ke sistem koordinat geografis (EPSG:4326) untuk kompatibilitas visualisasi web.

Untuk mengetahui fitur-fitur yang berada dalam zona bahaya, dilakukan seleksi spasial terhadap permukiman, jalan, fasilitas kesehatan, dan sekolah yang intersect dengan zona bahaya. Data yang terdampak kemudian divisualisasikan dalam dua bentuk: peta statik menggunakan Matplotlib dan peta interaktif menggunakan Folium. Peta Matplotlib menunjukkan zona bahaya dalam warna merah transparan dan menambahkan elemen legenda untuk membedakan masing-masing jenis fitur. Sementara itu, peta Folium menyajikan representasi interaktif dengan lapisan-lapisan GeoJSON dan penanda berbentuk lingkaran untuk sekolah dan fasilitas kesehatan, lengkap dengan kontrol lapisan agar pengguna dapat menampilkan atau menyembunyikan informasi sesuai kebutuhan.

Secara keseluruhan, skrip ini menyajikan pendekatan sistematis untuk mendeteksi dan memvisualisasikan wilayah yang berpotensi terdampak tsunami, sekaligus memberikan informasi penting tentang infrastruktur publik yang berada dalam zona rawan, yang sangat bermanfaat dalam perencanaan mitigasi bencana. Berikut ini pada gambar 3.18 merupakan hasil visualisasi dari kode tersebut:

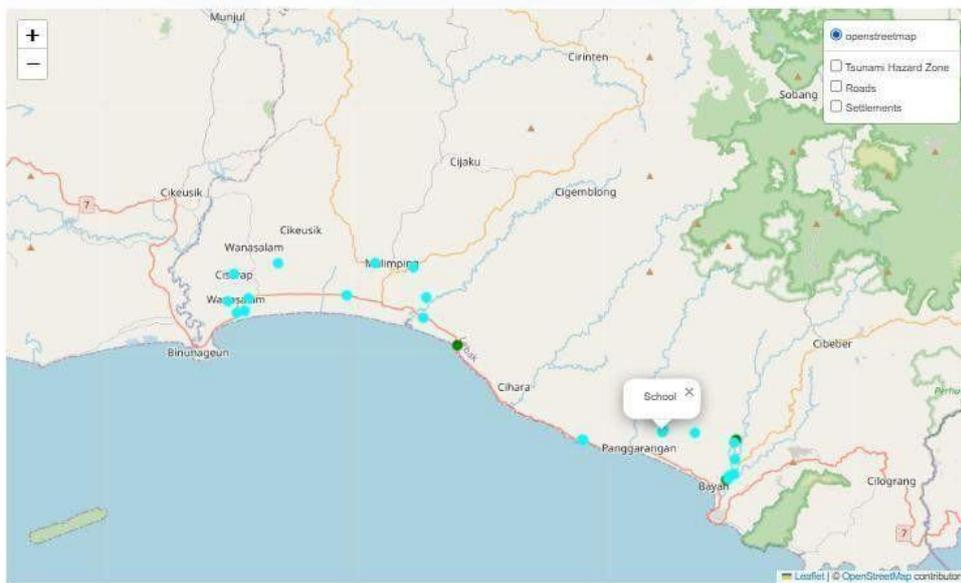


Gambar 3.18. Peta Statis Zona Rawan Tsunami Lanjut

Pada Gambar 3.18 diatas, yang merupakan peta statik dari Matplotlib, terlihat bahwa wilayah zona bahaya tsunami yang ditandai dengan warna merah transparan, mewakili hasil overlay antara buffer sejauh 5 km dari garis pantai dan area dengan elevasi ≤ 30 meter. Di atas zona ini, ditampilkan pula fitur-fitur penting seperti permukiman, jalan, fasilitas kesehatan, dan sekolah, masing- masing dengan simbol atau warna berbeda yang dijelaskan melalui legenda di sisi peta. Peta ini memberikan representasi spasial yang informatif untuk melihat sebaran infrastruktur publik yang berada dalam wilayah rawan tsunami.



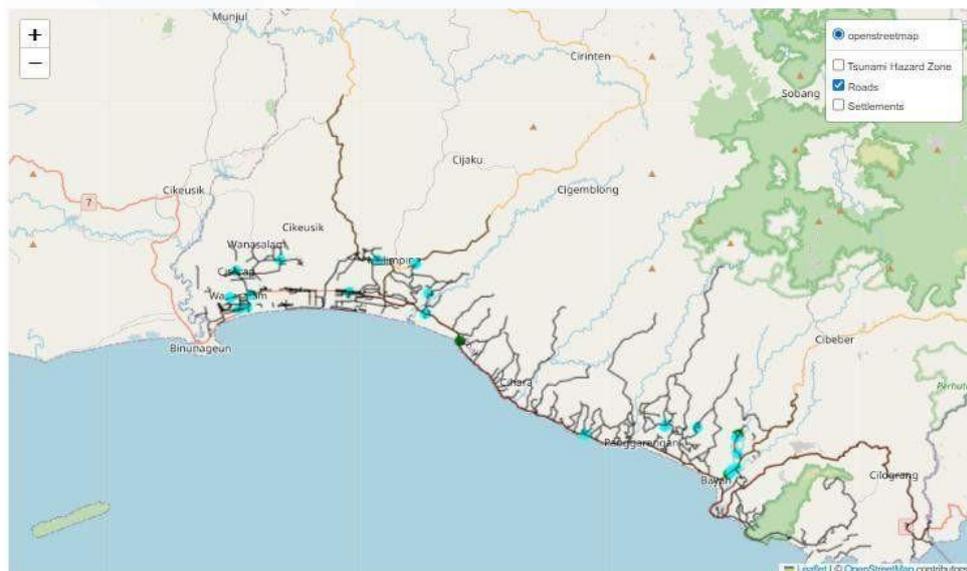
Gambar 3.19. Peta Folium Interaktif Zona Rawan Tsunami Lanjut



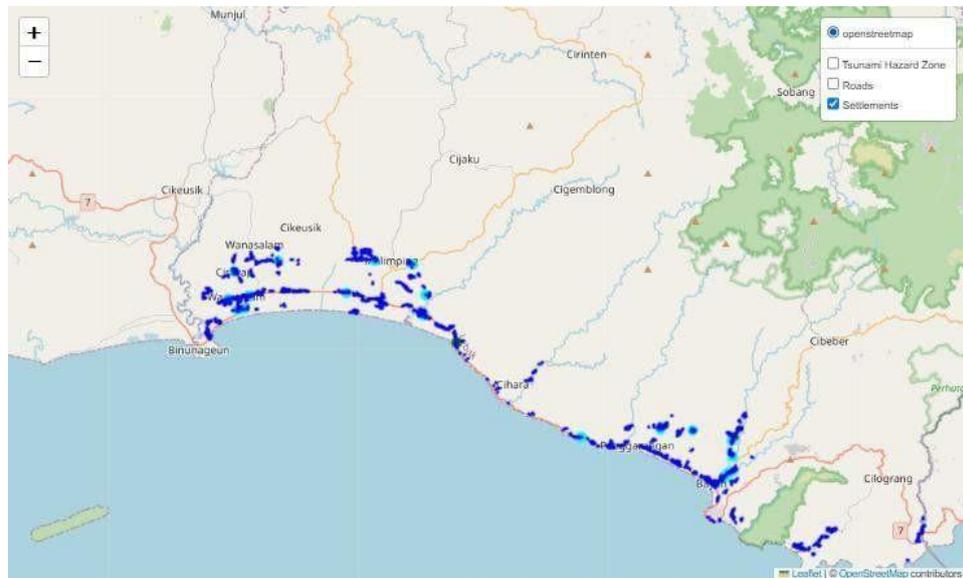
Gambar 3.20. Peta Folium Interaktif Zona Rawan Tsunami Lanjut (No Layer)



Gambar 3.21. Peta Folium Interaktif Zona Rawan Tsunami Lanjut (Filter Zona Rawan Tsunami)



Gambar 3.22. Peta Folium Interaktif Zona Rawan Tsunami Lanjut (Filter Roads)



Gambar 3.23. Peta Folium Interaktif Zona Rawan Tsunami Lanjut (Filter Pemukiman)

Sementara itu, Gambar 3.19-23 diatas merupakan peta interaktif berbasis Folium yang memungkinkan pengguna untuk mengeksplorasi lebih lanjut zona bahaya secara dinamis. Zona berisiko ditampilkan dalam layer GeoJSON, dan fitur-fitur seperti fasilitas kesehatan dan sekolah divisualisasikan dengan penanda berbentuk lingkaran, yang menampilkan informasi tambahan saat diklik. Terdapat pula kontrol lapisan (layer control) yang memudahkan pengguna untuk menampilkan atau menyembunyikan elemen-elemen peta tertentu sesuai kebutuhan. Visualisasi ini dirancang untuk mendukung pengambilan keputusan cepat dan meningkatkan pemahaman masyarakat atau pemangku kepentingan terhadap sebaran risiko tsunami di daerahnya. Kedua peta tersebut secara komplementer memberikan gambaran menyeluruh dan mendalam dalam konteks perencanaan mitigasi bencana tsunami di Kabupaten Lebak.

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

3.2.8 Peta Interaktif Kontur Elevasi dan Pemukiman

```
import geopandas as gpd
import folium
import os

data_path = r"C:\Users\Hans\Data Analysis\Humanity Project\KAB. LEBAK\KAB. LEBAK"

desa_gdf = gpd.read_file(os.path.join(data_path, 'ADMINISTRASIDESA_AR_25K.shp'))
pemukiman_gdf = gpd.read_file(os.path.join(data_path, 'PEMUKIMAN_AR_25K.shp'))
kontur_gdf = gpd.read_file(os.path.join(data_path, 'KONTUR_LN_25K.shp'))

desa_gdf = desa_gdf.to_crs(epsg=4326)
pemukiman_gdf = pemukiman_gdf.to_crs(epsg=4326)
kontur_gdf = kontur_gdf.to_crs(epsg=4326)

map_center = [-6.5642, 106.2522]
m = folium.Map(location=map_center, zoom_start=10, tiles='cartodbpositron')

folium.GeoJson(
    desa_gdf,
    name="Desa (Villages)",
    style_function=lambda feature: {
        'fillColor': 'orange',
        'color': 'black',
        'weight': 0.5,
        'fillOpacity': 0.2
    },
    tooltip=folium.GeoJsonTooltip(fields=["NAMOBJ"], aliases=["Desa:"], sticky=True)
).add_to(m)

folium.GeoJson(
    pemukiman_gdf,
    name="Pemukiman (Settlements)",
    style_function=lambda feature: {
        'fillColor': 'blue',
        'color': 'blue',
        'weight': 0.2,
        'fillOpacity': 0.4
    },
    tooltip=folium.GeoJsonTooltip(fields=["NAMOBJ"], aliases=["Pemukiman:"], sticky=True)
).add_to(m)

folium.GeoJson(
    kontur_gdf,
    name="Kontur Elevasi (Elevation Contours)",
    style_function=lambda feature: {
        'color': 'red',
        'weight': 0.1
    },
    tooltip=folium.GeoJsonTooltip(fields=["VALKNT"], aliases=["Elevasi:"], sticky=True)
).add_to(m)

folium.LayerControl().add_to(m)

m
```

Gambar 3.24. Kode Peta Interaktif Kontur Elevasi dan Pemukiman

Pada gambar 3.24 diatas, pustaka geopandas, folium, dan os diimpor untuk mengolah data spasial dan membuat peta interaktif. Kemudian, file SHP (Shapefile) yang berisi (ADMINISTRASIDESA_AR_25K.shp), (PEMUKIMAN_AR_25K.shp), dan data data batas wilayah desa pemukiman data kontur elevasi (KONTUR_LN_25K.shp) dimuat menggunakan fungsi `gpd.read_file()`. Ketiga layer ini masing-masing disimpan ke dalam GeoDataFrame bernama `desa_gdf`, `pemukiman_gdf`, dan `kontur_gdf`.

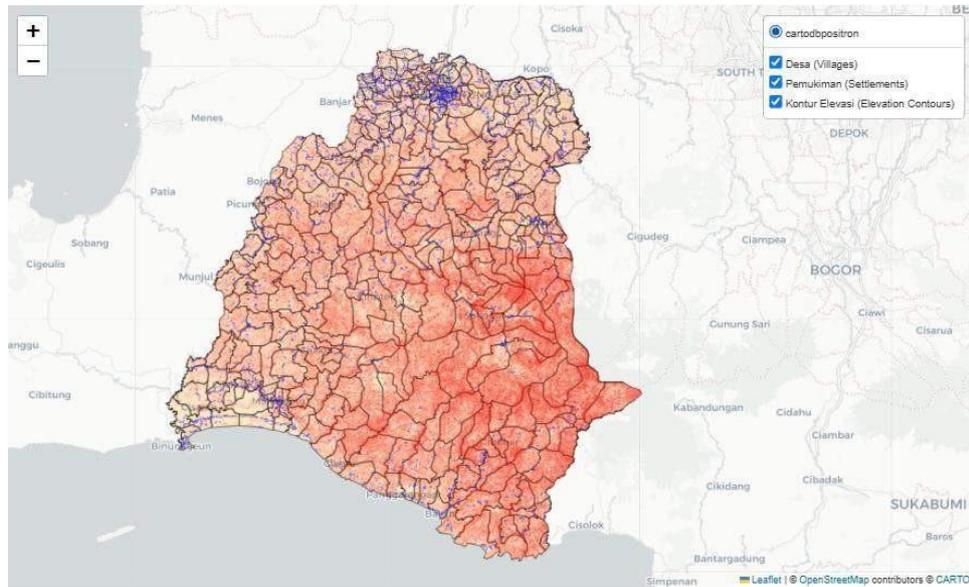
Agar data bisa ditampilkan dengan benar di Folium (yang berbasis peta online seperti Leaflet), semua layer diubah sistem proyeksinya (CRS – Coordinate Reference System) ke WGS84 (EPSG:4326) menggunakan `.to_crs(epsg=4326)`. CRS ini penting agar koordinat longitude dan latitude bisa cocok dengan peta dasar dari Folium.

Setelah data siap, peta interaktif dibuat menggunakan `folium.Map()` dengan titik tengah di sekitar Kabupaten Lebak (`[-6.5642, 106.2522]`) dan zoom awal pada tingkat 10. Peta dasar yang digunakan adalah CartoDB Positron, yaitu gaya peta ringan dan netral agar data spasial bisa terlihat jelas.

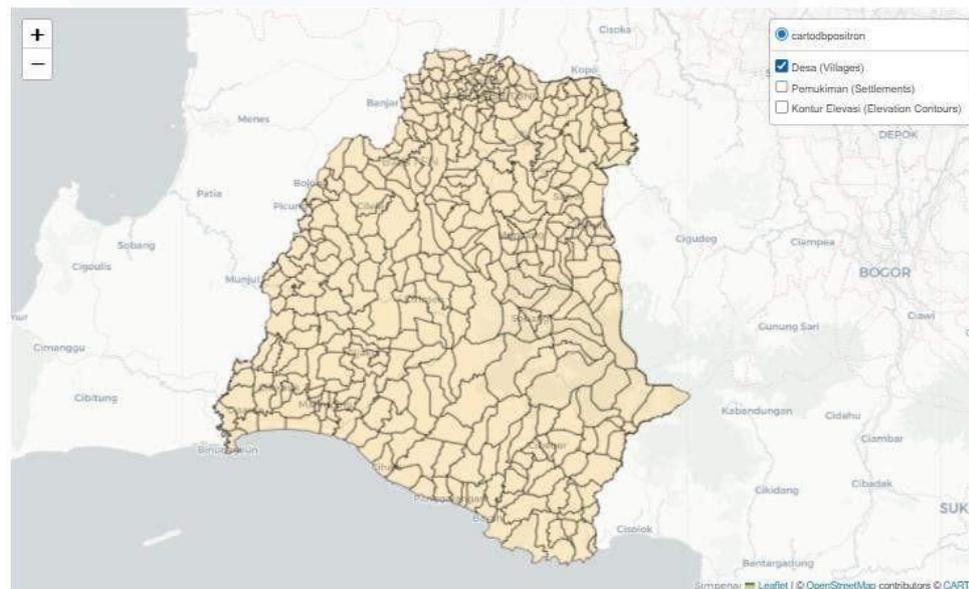
Kemudian, setiap layer ditambahkan satu per satu ke peta:

1. Batas Administratif Desa: Ditambahkan menggunakan `folium.GeoJson` dengan warna isi oranye transparan dan garis batas hitam. Tooltip disiapkan agar nama desa (`NAMOBJ`) muncul saat pengguna mengarahkan kursor.
2. Wilayah Pemukiman: Layer pemukiman ditampilkan dengan warna biru agak transparan. Tooltip akan menampilkan nama wilayah pemukiman.
3. Kontur Elevasi: Layer ini ditampilkan dengan garis sangat tipis berwarna merah, karena bertujuan untuk memberi gambaran topografi secara halus. Tooltip menampilkan nilai elevasi (`VALKNT`) tiap garis kontur.

Lalu, agar pengguna bisa memilih layer mana saja yang ingin dilihat, `folium.LayerControl()` ditambahkan ke peta. Akhirnya, objek peta `m` ditampilkan. Jika dijalankan di Jupyter Notebook, peta ini akan langsung muncul secara interaktif. Jika ingin menyimpan hasilnya ke file HTML, pengguna bisa menambahkan `m.save("peta_longsor_lebak.html")`. Berikut ini adalah hasil visualiasi dari kode diatas:

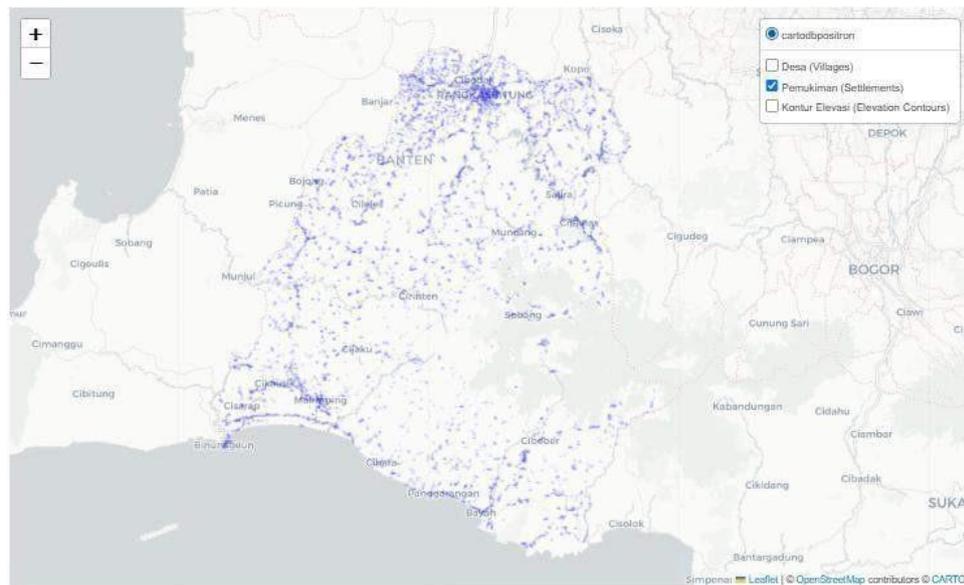


Gambar 3.25. Peta Interaktif Folium Kontur Elevasi dan Pemukiman



Gambar 3.26. Peta Interaktif Folium Kontur Elevasi dan Pemukiman
(Filter Administrasi Desa)

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA



Gambar 3.27. Peta Interaktif Folium Kontur Elevasi dan Pemukiman (Filter Pemukiman)



Gambar 3.28. Peta Interaktif Folium Kontur Elevasi dan Pemukiman (Filter Kontur Elevasi)

Visualisasi peta interaktif yang ditampilkan pada gambar 3.25-28 diatas menunjukkan wilayah Kabupaten Lebak dengan tiga layer spasial utama, yaitu batas administratif desa, wilayah pemukiman, dan kontur elevasi. Peta ini menggunakan latar belakang CartoDB Positron yang

bersifat netral sehingga data spasial dapat ditampilkan dengan lebih jelas. Batas administratif desa divisualisasikan dengan warna oranye transparan dan garis tepi hitam, memberikan pembagian wilayah administratif secara visual, lengkap dengan tooltip yang menampilkan nama desa saat kursor diarahkan ke area tersebut. Wilayah pemukiman ditunjukkan dengan warna biru semi transparan, memperlihatkan persebaran daerah hunian di Kabupaten Lebak, dilengkapi tooltip berisi nama pemukiman. Sementara itu, layer kontur elevasi divisualisasikan dalam bentuk garis tipis berwarna merah, memberikan informasi topografi wilayah secara halus. Masing-masing garis kontur memiliki tooltip yang menampilkan nilai elevasinya. Ketiga layer ini dapat diaktifkan atau dinonaktifkan sesuai kebutuhan melalui fitur kontrol layer interaktif yang tersedia pada peta. Visualisasi ini memungkinkan pengguna untuk menganalisis hubungan antara topografi, sebaran pemukiman, dan batas administratif secara intuitif dan mendalam.

3.2.9 Peta Interaktif Folium Zona Risiko Longsor

Kode pada gambar 3.29 dibawah berguna untuk pemrosesan data spasial menggunakan bahasa pemrograman Python dengan pustaka geopandas, shapely, dan folium. Proses diawali dengan memuat empat shapefile utama: kontur elevasi (KONTUR_LN_25K.shp), jaringan sungai (SUNGAI_LN_25K.shp), pemukiman (PEMUKIMAN_AR_25K.shp), dan batas administratif desa (ADMINISTRASIDESA_AR_25K.shp). Seluruh data ini diproyeksikan ke sistem koordinat UTM zona 49S (EPSG:32749) untuk memungkinkan analisis spasial berbasis meter.

Langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi area dengan elevasi rendah yang berpotensi lebih rentan terhadap longsor. Kontur dengan nilai ketinggian kurang dari atau sama dengan 30 meter dipilih dan diberi buffer sejauh 50 meter untuk merepresentasikan area rendah yang lebih luas. Di sisi lain, sungai juga diberikan buffer sejauh 200 meter untuk menggambarkan potensi bahaya longsor yang terjadi di sekitar aliran air.

Zona risiko tanah longsor kemudian dibentuk melalui operasi irisan (intersection) antara area kontur rendah dan area sekitar sungai. Hasil dari proses ini disimpan dalam bentuk GeoDataFrame dan diproyeksikan ulang ke sistem koordinat geografis WGS 84 (EPSG:4326) agar kompatibel dengan peta interaktif berbasis web.

```

import geopandas as gpd
from shapely.ops import unary_union
import folium
import matplotlib.pyplot as plt

data_path = "C:/Users/Hans/Data Analysis/Humanity Project/KAB. LEBAK/KAB. LEBAK"

kontur = gpd.read_file(f"{data_path}/KONTUR_LN_25K.shp")
sungai = gpd.read_file(f"{data_path}/SUNGAI_LN_25K.shp")
pemukinan = gpd.read_file(f"{data_path}/PEMUKINAN_AR_25K.shp")
admin = gpd.read_file(f"{data_path}/ADMINISTRASIDESA_AR_25K.shp")

for gdf in [kontur, sungai, pemukiman, admin]:
    gdf.to_crs(epsg=32749, inplace=True)

#Identifikasi area elevasi rendah (<=30m)
kontur["elev"] = kontur["VALENT"].astype(float)
low_elev = kontur[kontur["elev"] <= 30]
low_elev_buffer = low_elev.buffer(50)
zona_rendah = unary_union(low_elev_buffer)

#Buffer sungai (200 meter)
sungai_buffer = sungai.buffer(200)
zona_sungai = unary_union(sungai_buffer)

#Zona risiko = irisan kontur rendah dan sungai
zona_risiko = zona_rendah.intersection(zona_sungai)
zona_risiko_gdf = gpd.GeoDataFrame(geometry=[zona_risiko], crs="EPSG:32749").to_crs(epsg=4326)

#Identifikasi pemukiman terdampak
pemukinan_4326 = pemukiman.to_crs(epsg=4326)
terdampak = pemukiman_4326[pemukinan_4326.intersects(zona_risiko_gdf.geometry.iloc[0])]

center = admin.to_crs(epsg=4326).unary_union.centroid
m = folium.Map(location=[center.y, center.x], zoom_start=18, tiles='cartodbpositron')

folium.GeoJson(
    admin.to_crs(epsg=4326),
    name="Batas Desa",
    style_function=lambda x: {'color': 'black', 'weight': 1, 'fillOpacity': 0}
).add_to(m)

folium.GeoJson(
    zona_risiko_gdf,
    name="Zona Risiko Longsor",
    style_function=lambda x: {'fillColor': 'red', 'color': 'red', 'weight': 0.5, 'fillOpacity': 0.4}
).add_to(m)

folium.GeoJson(
    pemukiman_4326,
    name="Pemukinan",
    style_function=lambda x: {'color': 'green', 'fillColor': 'green', 'weight': 0.3, 'fillOpacity': 0.5}
).add_to(m)

folium.GeoJson(
    terdampak,
    name="Pemukinan Terdampak",
    style_function=lambda x: {'color': 'orange', 'fillColor': 'orange', 'weight': 0.3, 'fillOpacity': 0.5}
).add_to(m)

folium.LayerControl().add_to(m)

m.save("peta_risiko_longsor_kab_lebak.html")

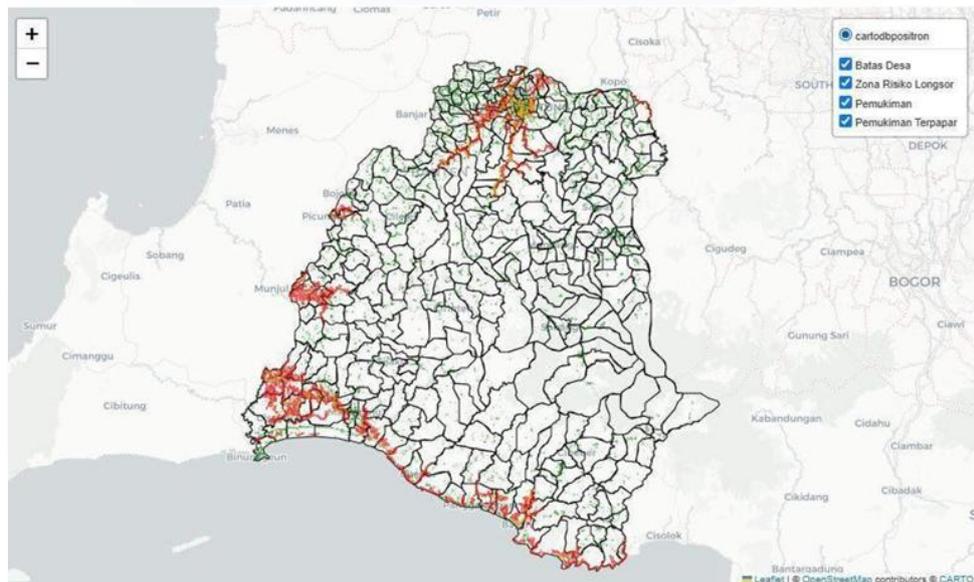
m

```

Gambar 3.29. Kode Peta Interaktif Folium Zona Risiko Longsor

Setelah zona risiko terbentuk, dilakukan identifikasi pemukiman yang berada dalam zona tersebut. Ini dilakukan dengan mengecek interseksi antara geometri zona risiko dan geometri seluruh wilayah pemukiman. Pemukiman yang memiliki bagian wilayah di dalam zona risiko dikategorikan sebagai "terdampak".

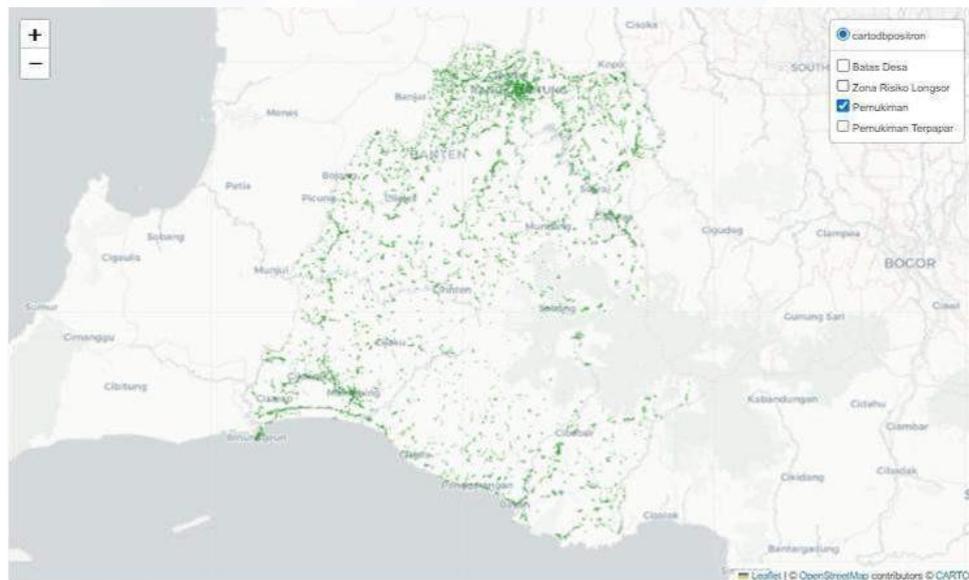
Selanjutnya, peta interaktif dibangun menggunakan pustaka folium. Peta ini berpusat pada centroid wilayah Kabupaten Lebak dan menampilkan beberapa layer: batas desa, zona risiko tanah longsor (dengan warna merah transparan), seluruh pemukiman (warna hijau), serta pemukiman terdampak (warna oranye). Semua layer tersebut disertai dengan kontrol lapisan (LayerControl) agar pengguna dapat menyalakan dan mematikan tampilan setiap layer. Lalu, dibawah ini adalah hasil visualisasi peta interaktif folium:



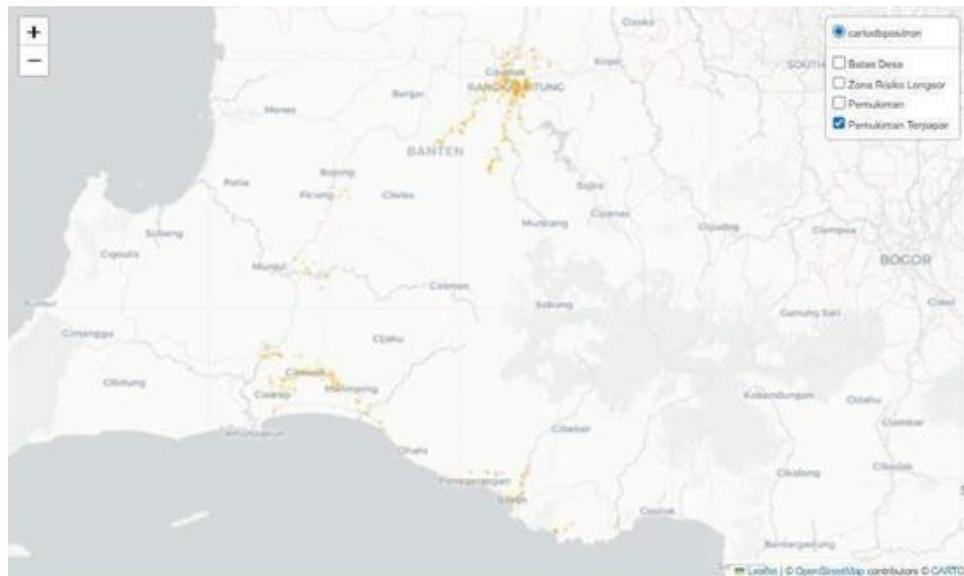
Gambar 3.30. Visualisasi Peta Interaktif Folium Zona Risiko Longsor



Gambar 3.31. Visualisasi Peta Interaktif Folium Zona Risiko Longsor (Filter Administrasi Desa)



Gambar 3.32. Visualisasi Peta Interaktif Folium Zona Risiko Longsor (Filter Pemukiman)



Gambar 3.33. Visualisasi Peta Interaktif Folium Zona Risiko Longsor(Filter Pemukiman Terpapar)



Gambar 3.34. Visualisasi Peta Interaktif Folium Zona Risiko Longsor(Filter Zona Risiko Longsor)

Visualisasi peta interaktif yang dihasilkan pada gambar 3.30-34 menunjukkan persebaran zona risiko tanah longsor di wilayah Kabupaten Lebak berdasarkan analisis spasial terhadap kontur elevasi dan jaringan sungai. Peta ini menampilkan beberapa lapisan informasi geospasial yang

dapat diaktifkan maupun dinonaktifkan sesuai kebutuhan pengguna. Batas administratif desa divisualisasikan sebagai referensi wilayah, sementara zona risiko tanah longsor ditampilkan dalam warna merah transparan untuk menunjukkan area yang memiliki potensi tinggi terhadap kejadian longsor, khususnya pada daerah dengan elevasi rendah di sekitar aliran sungai. Seluruh wilayah pemukiman ditampilkan dalam warna hijau, memberikan gambaran umum sebaran kawasan hunian. Pemukiman yang berada di dalam zona risiko—hasil dari interseksi geometri antara zona bahaya dan area permukiman—ditandai dengan warna oranye, menandakan area yang kemungkinan terdampak langsung oleh potensi bencana. Peta ini dipusatkan pada titik tengah Kabupaten Lebak dan dilengkapi dengan fitur LayerControl dari pustaka Folium, memungkinkan pengguna untuk melakukan eksplorasi visual terhadap setiap lapisan informasi secara interaktif.

3.2.10 Peta Interaktif Final

Pada proyek ini, dilakukan pemetaan zona bahaya tsunami di wilayah Kabupaten Lebak menggunakan data spasial vektor dalam format shapefile, yang mencakup garis pantai, kontur elevasi, sungai, jalan, pemukiman, dan batas administratif desa yang berada pada gambar 3.35 dan 3.36 dibawah. Seluruh shapefile diimpor menggunakan GeoPandas, lalu diproyeksikan ke sistem koordinat UTM zona 49S (EPSG:32749) untuk memungkinkan analisis spasial berbasis satuan meter. Zona bahaya tsunami diidentifikasi dengan membentuk buffer sejauh 5 km dari garis pantai (coastline) dan menggabungkannya dengan area yang memiliki elevasi rendah (kontur ≤ 30 meter), yang terlebih dahulu dibuffer sejauh 50 meter untuk mewakili daerah landai rawan genangan. Hasil irisan dari dua area tersebut membentuk zona bahaya tsunami (tsunami_zone) yang kemudian disimpan sebagai GeoDataFrame dan dikonversi ke sistem koordinat geografis (EPSG:4326) agar kompatibel dengan pemetaan web menggunakan Folium.

```

import geopandas as gpd
import folium
import os
from shapely.ops import unary_union

data_path = "C:/Users/Hans/Data Analysis/Humanity Project/KAB. LEBAK/KAB. LEBAK"

shapefiles = {
    "Coastline": "GARISRPANTAI_LN_25K.shp",
    "Elevation": "KONTUR_LN_25K.shp",
    "Rivers": "SUNGAI_LN_25K.shp",
    "Roads": "JALAN_LN_25K.shp",
    "Settlements": "PEMUKIMAN_AR_25K.shp",
    "AdminVillages": "ADMINISTRASIDESA_AR_25K.shp",
}

gdf = {}
for key, file in shapefiles.items():
    try:
        gdf[key] = gpd.read_file(os.path.join(data_path, file))
    except Exception as e:
        gdf[key] = None

target_crs = "EPSG:32749"
for key in gdf:
    if gdf[key] is not None:
        gdf[key] = gdf[key].to_crs(target_crs)

coastline = gdf["Coastline"]
kontur = gdf["Elevation"]
kontur["elev"] = kontur["VALKNT"].astype(float)
low_elev = kontur[kontur["elev"] <= 30]
tsunami_buffer = coastline.buffer(5000)
low_elev_buffer = low_elev.buffer(50)
tsunami_zone = unary_union(tsunami_buffer).intersection(unary_union(low_elev_buffer))

tsunami_gdf = gpd.GeoDataFrame(geometry=[tsunami_zone], crs=target_crs).to_crs("EPSG:4326")

for key in gdf:
    if gdf[key] is not None:
        gdf[key] = gdf[key].to_crs("EPSG:4326")

def get_at_risk_features(layer):
    return layer[layer.intersects(tsunami_gdf.geometry.iloc[0].buffer(0))]

at_risk_settlements = get_at_risk_features(gdf["Settlements"])
at_risk_roads = get_at_risk_features(gdf["Roads"])
at_risk_rivers = get_at_risk_features(gdf["Rivers"])

map_center = [-6.5642, 106.2522]
m = folium.Map(location=map_center, zoom_start=10, tiles='cartodbpositron')

```

Gambar 3.35. Kode Peta Interaktif Final

```

folium.GeoJson(
    tsunami_gdf,
    name="Zona Bahaya Tsunami",
    style_function=lambda x: {"fillColor": "red", "color": "red", "weight": 1, "fillOpacity": 0.4}
).add_to(m)

folium.GeoJson(
    at_risk_settlements,
    name="Pemukiman Terpapar Zona Bahaya",
    style_function=lambda x: {"color": "blue", "fillOpacity": 0.6},
    tooltip=folium.GeoJsonTooltip(fields=["NAMAOBJ"], aliases=["Nama Pemukiman:"], sticky=True)
).add_to(m)

folium.GeoJson(
    at_risk_roads,
    name="Jalan Utama",
    style_function=lambda x: {"color": "black", "weight": 1}
).add_to(m)

folium.GeoJson(
    gdf["Elevation"],
    name="Kontur Elevasi",
    style_function=lambda x: {"color": "brown", "weight": 0.5, "opacity": 0.7}
).add_to(m)

folium.GeoJson(
    at_risk_rivers,
    name="Sungai Utama",
    style_function=lambda x: {"color": "blue", "weight": 0.8}
).add_to(m)

folium.GeoJson(
    gdf["AdminVillages"],
    name="Batas Administratif",
    style_function=lambda x: {
        "fillColor": "orange", "color": "black", "weight": 0.5, "fillOpacity": 0.2
    },
    tooltip=folium.GeoJsonTooltip(fields=["NAMAOBJ"], aliases=["Wilayah:"], sticky=True)
).add_to(m)

folium.LayerControl().add_to(m)

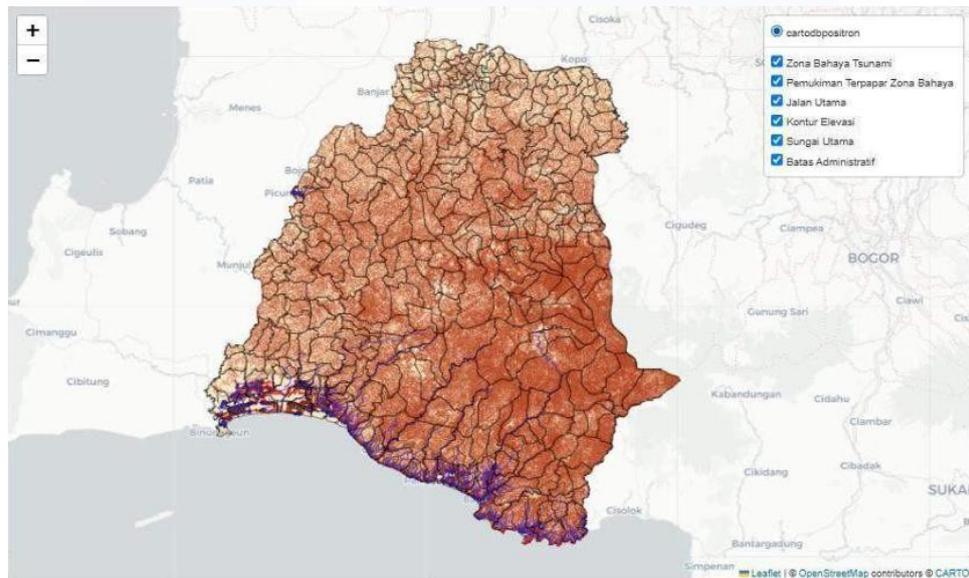
m.save("peta_terintegrasi_interaktif.html")
m

```

Gambar 3.36. Kode Peta Interaktif Final (Bagian 2)

Selanjutnya, dilakukan analisis spasial untuk mengidentifikasi fitur-fitur yang berada di dalam zona bahaya menggunakan metode `intersects()`. Fitur yang dianalisis meliputi pemukiman, jalan, dan sungai. Fitur-fitur yang terdeteksi sebagai terdampak kemudian divisualisasikan dalam peta interaktif menggunakan Folium. Pada peta ini, zona bahaya tsunami ditampilkan sebagai area berwarna merah transparan, pemukiman terdampak ditampilkan dalam warna biru dengan tooltip yang menampilkan nama pemukiman, jalan ditampilkan dalam warna hitam, sungai utama dalam warna biru, dan kontur elevasi dalam warna coklat untuk memberikan informasi topografi tambahan. Batas administratif desa juga ditampilkan dalam warna oranye semi-transparan dengan tooltip nama wilayah.

Seluruh layer dikendalikan melalui kontrol layer interaktif (LayerControl) yang memungkinkan pengguna untuk mengaktifkan atau menonaktifkan layer tertentu. Peta akhir disimpan sebagai file HTML interaktif (peta_terintegrasi_interaktif.html) yang dapat dibuka di browser untuk eksplorasi lebih lanjut, dan dibawah ini adalah visualisasi peta interaktif final tersebut:



Gambar 3.37. Visualisasi Peta Interaktif Final



Gambar 3.38. Visualisasi Peta Interaktif Final (Filter Administrasi Desa)

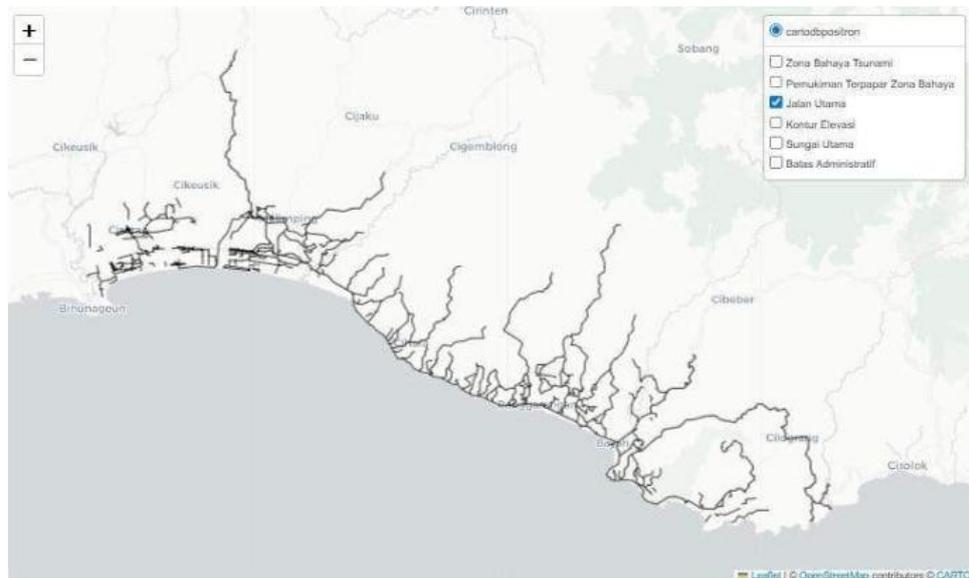


Gambar 3.39. Visualisasi Peta Interaktif Final (Filter Sungai Utama)

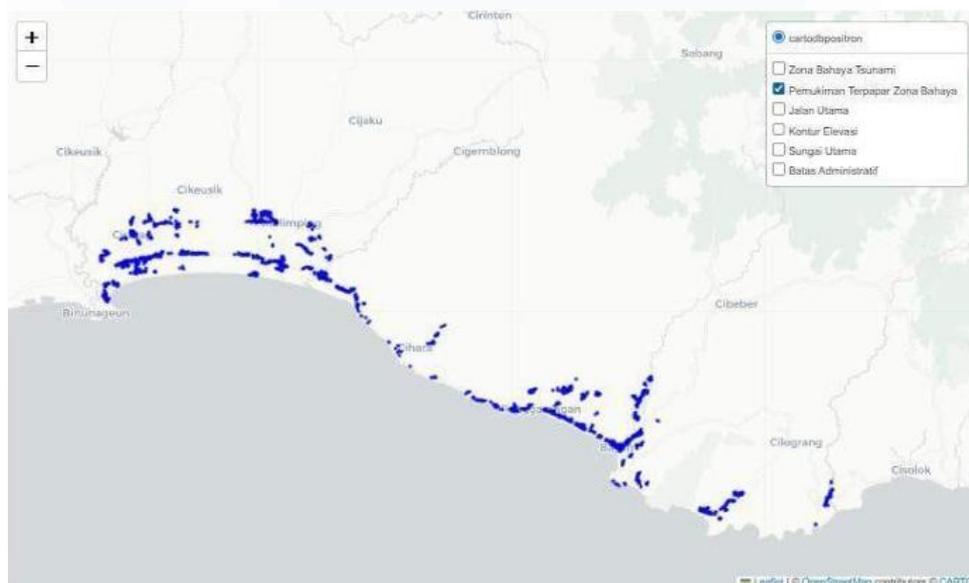


Gambar 3.40. Visualisasi Peta Interaktif Final (Filter Kontur Elevasi)

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA



Gambar 3.41. Visualisasi Peta Interaktif Final (Filter Jalan Utama)



Gambar 3.42. Visualisasi Peta Interaktif Final (Filter Pemukiman Terpapar Zona)

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA



Gambar 3.43. Visualisasi Peta Interaktif Final (Filter Zona Bahaya Tsunami)

Gambar 3.37-43 diatas merupakan peta interaktif yang menampilkan visualisasi spasial zona bahaya tsunami di wilayah Kabupaten Lebak dengan berbagai elemen penting yang saling terintegrasi. Zona bahaya tsunami ditunjukkan dalam bentuk area berwarna merah transparan yang merupakan hasil irisan dari area berjarak 5 km dari garis pantai dan wilayah dengan elevasi kurang dari atau sama dengan 30 meter. Zona ini merepresentasikan wilayah daratan yang paling berpotensi terdampak jika terjadi tsunami, terutama karena posisinya yang rendah dan dekat pantai.

Di dalam zona tersebut, terdapat titik-titik pemukiman yang teridentifikasi sebagai terpapar risiko. Pemukiman ini divisualisasikan dengan warna biru transparan, dan ketika kursor diarahkan ke area tersebut, akan muncul tooltip yang menampilkan nama pemukiman (berdasarkan atribut NAMOBJ). Selain itu, jalan utama yang berada dalam zona bahaya digambarkan dengan garis hitam tipis, menunjukkan infrastruktur transportasi yang mungkin terdampak. Sungai-sungai besar dalam zona ini juga ditampilkan dengan warna biru, memperlihatkan potensi tambahan risiko banjir atau jalur aliran air ketika tsunami melanda.

Peta juga menampilkan garis kontur elevasi berwarna coklat, yang memberikan informasi tambahan mengenai topografi dan ketinggian lahan. Kontur ini membantu menjelaskan alasan mengapa zona-zona tertentu masuk dalam area risiko (karena rendahnya elevasi). Seluruh peta dibingkai oleh batas administratif desa yang divisualisasikan dengan warna oranye semi-transparan dan garis tepi hitam, dilengkapi dengan tooltip yang menunjukkan nama wilayah administratif (desa/kelurahan).

Peta ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai potensi dampak tsunami terhadap pemukiman, infrastruktur, dan topografi lokal. Dengan adanya fitur interaktif seperti tooltip dan layer control, pengguna dapat mengeksplorasi informasi spasial secara dinamis dan memahami wilayah yang paling membutuhkan perhatian dalam upaya mitigasi bencana tsunami.

3.3 Kendala Selama Pengerjaan Proyek

Selama periode pengerjaan proyek, tim menghadapi beberapa tantangan teknis dan operasional yang memerlukan adaptasi dan strategi penyelesaian yang efektif. Kendala-kendala ini, baik yang ditemui saat kunjungan lapangan di Lebak Selatan maupun saat pengerjaan jarak jauh, meliputi:

1. Keterbatasan Infrastruktur Digital: Salah satu kendala utama, khususnya saat berada di lokasi mitra di Panggarangan, adalah keterbatasan akses dan stabilitas koneksi internet. Hal ini secara langsung menghambat proses yang membutuhkan akses daring, seperti pengunduhan dataset berukuran besar, sinkronisasi kode dengan repositori, serta koordinasi tim melalui konferensi video.
2. Keterbatasan Ruang dan Lingkungan Kerja: Saat kunjungan lapangan, ruang kerja yang tersedia di posko GMLS terbatas dan bersifat multifungsi, digunakan bersamaan dengan kegiatan operasional harian mitra. Kondisi ini menjadi tantangan untuk melakukan pekerjaan teknis yang membutuhkan fokus tinggi serta diskusi tim yang mendalam.

3. Koordinasi Tim yang Kompleks: Proyek ini melibatkan empat komponen yang berbeda (analisis geospasial, pengembangan website, chatbot, dan dasbor) yang dikerjakan oleh anggota tim yang berbeda. Mengingat model kerja yang bersifat hibrida (kombinasi kunjungan lapangan dan kerja jarak jauh), memastikan setiap komponen terintegrasi dengan baik dan sesuai jadwal menjadi sebuah tantangan tersendiri.

3.4 Solusi dan Strategi Mengatasi Kendala

Untuk mengatasi berbagai tantangan tersebut, tim menerapkan beberapa strategi dan solusi proaktif, antara lain:

1. Perencanaan Kerja Proaktif: Sebelum melakukan kunjungan lapangan, tim memastikan semua kebutuhan digital seperti dataset, dokumentasi teknis, dan library perangkat lunak telah diunduh sepenuhnya. Untuk konektivitas, tim memanfaatkan hotspot seluler sebagai cadangan dan menjadwalkan aktivitas yang memerlukan koneksi internet stabil untuk dilakukan saat periode kerja jarak jauh.
2. Adaptabilitas dan Manajemen Waktu: Tim beradaptasi dengan lingkungan kerja yang tersedia di lokasi. Diskusi kelompok yang lebih besar dijadwalkan pada waktu-waktu tertentu agar tidak mengganggu aktivitas GMLS, sementara pekerjaan individu yang memerlukan konsentrasi dilakukan secara fleksibel. Penggunaan perangkat portabel seperti laptop dan power bank juga memaksimalkan produktivitas meski dengan keterbatasan ruang dan sumber listrik.
3. Penerapan Manajemen Proyek Terstruktur: Untuk menjaga alur koordinasi tim, komunikasi rutin diadakan melalui platform daring. Tim menggunakan alat kolaborasi untuk memantau kemajuan setiap komponen, mengidentifikasi dependensi antar tugas, dan memastikan semua anggota memiliki pemahaman yang sama mengenai arsitektur sistem yang akan diintegrasikan.