

Sayap di Antara Dua Dunia: Ekologi Burung Laut di Pesisir Britannia Raya

Bootcamp Data Analyst with SQL &
Python using Google Platform

Gilang Wijanarko



Keanekaragaman Hayati



Sumber: freepik.com

Keanekaragaman hayati adalah suatu istilah yang merujuk pada seluruh beragamnya bentuk kehidupan, mencakup spesies, gen, mikroorganisme, serta ekosistem yang membentuk hubungan antara makhluk hidup dan lingkungannya.

Tantangan saat ini?

Keanekaragaman hayati kadang menjadi **korban dari proses-proses globalisasi** dan pembangunan industri. Globalisasi menuntut efisiensi dan keseragaman seluruh aspek lingkungan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Keanekaragaman hayati mengalami kemerosotan. Pohon yang ditebang untuk membangun pabrik membuat komunitas makhluk hidup menyusut. Kondisi habitat menjadi semakin homogen dan hilangnya kesempatan seluruh spesies untuk berkembang secara alami.

Tujuan Analisis

Penting bagi pemangku kebijakan dan analis lingkungan untuk **memahami kondisi lingkungan** dalam proses pembangunan. Keanekaragaman hayati adalah salah satu aspek penting yang harus ditelaah, agar proses-proses pemenuhan kebutuhan manusia bisa selaras dengan keberlanjutan proses-proses lingkungan. Keanekaragaman hayati yang ditinjau adalah kelompok **burung laut**. Tujuan analisis ini di antaranya untuk menjawab pertanyaan:

- Bagaimana sebaran dan klasifikasi jenis burung laut berdasarkan lokasi pesisir?
- Bagaimana keragaman spesies berdasarkan rekaman data?
- Bagaimana visualisasi koloni burung laut dari data yang diolah?

Tinjauan Data

Dataset yang digunakan dalam analisis ini adalah sensus burung laut di **Britannia Raya** mencakup Britain dan Irlandia, menyoroti temuan pada tahun 1998 sampai 2002.

Karakteristik Wilayah

- * Jenis habitat: Pesisir (Marine)
- * Iklim: Sedang (Temperate)
- * Bioma: Ekoregion Laut
- * Garis tengah Lintang : 54.783267 LU
- * Garis tengah Bujur : -4.263030 BB
- * Durasi: 10 tahun, dari 1994 sampai 2003



Gambar: Pesisir Skotlandia
Sumber: freepik.com

Sumber Data

Data .csv dapat diunduh pada halaman: <https://biotime.st-andrews.ac.uk/selectStudy.php?study=69>

Kolom

Data terdiri dari dokumentasi sensus burung laut yang mencakup:

ABUNDANCE**Biomass****Valid_name****SAMPLE_DESC****LONGITUDE****LATITUDE****MONTH****YEAR**

Baris

Jumlah baris sebanyak 11.664 baris yang merepresentasi jumlah temuan dari sensus. Setiap temuan bias lebih dari 1 ekor (abundance).

Alert

The logo for Google Colab, featuring the word "Google" in its multi-colored font and "colab" in a bold, yellow, sans-serif font.The pandas logo, which consists of a stylized bar chart with three bars of increasing height, colored blue, yellow, and red from left to right.

pandas

The NumPy logo, featuring a 3D cube composed of smaller blue and white cubes.


NumPy

The GeoPandas logo, which is a green circle containing a stylized bar chart with three bars of increasing height, colored blue, yellow, and red from left to right.

GeoPandas

The Folium logo, which is a green leaf-like shape with a white outline.

Folium

The seaborn logo, which is a circular icon containing a stylized bar chart with three bars of increasing height, colored blue, yellow, and red from left to right.

seaborn

The SciPy logo, which is a blue circle containing a stylized 'S' shape.

SciPy

Eksplorasi Data



*Gambar Koloni Burung Cormorant
Sumber: freepik.com*

```
# Data handling
import pandas as pd
import numpy as np

# Spatial analysis
import geopandas as gpd
from shapely.geometry import Point, LineString
from shapely.ops import nearest_points

# Visualization
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
import folium

# Biodiversity indices
from scipy.stats import entropy # Shannon Index
from collections import Counter # Hitung proporsi spesies
```


5 Baris Pertama Data dan Dataframe Info

	ABUNDANCE	BIOMAS	valid_name	SAMPLE_DESC	LATITUDE	LONGITUDE	DAY	MONTH	YEAR
0	4	NaN	Alca torda	57.62_-2.33_2001_13_6	57.62	-2.33	13	6	2001
1	4	NaN	Alca torda	52.11_-4.63_2000_2_6	52.11	-4.63	2	6	2000
2	2	NaN	Alca torda	53.28_-4.7_2001_23_6	53.28	-4.70	23	6	2001
3	3	NaN	Alca torda	60.32_-1.82_1999_13_6	60.32	-1.82	13	6	1999
4	1	NaN	Alca torda	55.16_-5.14_2001_16_4	55.16	-5.14	16	4	2001

Initial exploration : menampilkan 5 baris awal data untuk mengenali pola awal yang ditampilkan oleh data.

Dataset overview : mengenali karakteristik data yang diperoleh dari *data acquisition*.

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 11663 entries, 0 to 11662
Data columns (total 9 columns):
#   Column      Non-Null Count  Dtype
---  ---
0   ABUNDANCE    11663 non-null  int64
1   BIOMAS       0 non-null      float64
2   valid_name   11663 non-null  object
3   SAMPLE_DESC  11663 non-null  object
4   LATITUDE     11663 non-null  float64
5   LONGITUDE    11663 non-null  float64
6   DAY          11663 non-null  int64
7   MONTH       11663 non-null  int64
8   YEAR        11663 non-null  int64
dtypes: float64(3), int64(4), object(2)
memory usage: 820.2+ KB
```

Data terdiri dari **11.663 entries** yang terbagi menjadi **9 kolom**. Berdasarkan dataset di samping, kolom BIOMAS merupakan kolom kosong (NaN) yang kurang relevan dalam analisis. Kolom tersebut drop.

Burung Laut yang Tersensus

Larus argentatus	1549
Fulmarus glacialis	1242
Larus marinus	1119
Larus canus	949
Cepphus grylle	780
Phalacrocorax aristotelis	744
Larus fuscus	742
Larus ridibundus	583
Sterna paradisaea	582
Alca torda	490
Rissa tridactyla	456
Uria aalge	423

Sterna hirundo	389
Stercorarius skua	351
Stercorarius parasiticus	341
Fratercula arctica	311
Phalacrocorax carbo	228
Sterna albifrons	107
Hydrobates pelagicus	96
Puffinus puffinus	57
Sterna sandvicensis	42
Ichthyophaga melanocephalus	31
Morus bassanus	20
Oceanodroma leucorhoa	17
Sterna dougallii	11
Larus michahellis	3

Distribusi Frekuensi : menampilkan jejak kehadiran jenis burung dengan array yang berbeda dan jumlah temuan (abundance*berapa kali muncul).

Larus argentatus atau **Herring Gull** adalah jenis burung camar yang umum dijumpai di Britannia Raya. Dari sensus yang dilakukan dijumpai 1.549 abundance. Jenis burung ini banyak dijumpai di kota pesisir dan daerah urban.

Sedangkan jenis *Larus michahellis* atau **Yellow-legged Gull** adalah jenis yang lebih sedikit dijumpai karena berasal dari Mediterania dan Atlantik Selatan.

ABUNDANCE	
count	11663.000000
mean	2.013461
std	1.853235
min	1.000000
25%	1.000000
50%	1.000000
75%	2.000000
max	24.000000
dtype: float64	

Statistik deskriptif digunakan untuk eksplorasi data berdasarkan ukuran pemusatan dan ukuran penyebaran data.

Dari sensus yang dilakukan, jumlah temuan mencapai 11.663 dengan kriteria:

- ❑ Rata-rata dari temuan adalah sekitar dua ekor burung (2.0123461). Peneliti hampir selalu menjumpai **burung yang berpasangan**.
- ❑ Standar deviasi 1.853235 hampir mirip dengan mean, sehingga **sebaran cukup jauh dari rata-rata**.
- ❑ Nilai Q1, Q2, dan Q3 ≤ 3 individu yang menggambarkan 75% data berada di **rentang yang homogen**.
- ❑ Nilai min pengamatan adalah 1 ekor, sedangkan nilai max mencapai 24 ekor yang menunjukkan **adanya kawanan besar** yang diamati dalam satu waktu(outlier).

Tahun Pengamatan

	count
YEAR	
1994	1
1995	5
1996	11
1997	2
1998	251
1999	3792
2000	4610
2001	1283
2002	1702
2003	6
dtype: int64	



Bar chart : visualisasi perbedaan distribusi sensus yang dilakukan dari tahun ke tahun.

Pada tahun pengamatan, sebagian besar pengamatan dilakukan pada tahun **1998 sampai 2002**. Terdapat jumlah pengamatan yang sangat kecil pada tahun 1994 sampai 1997 dan tahun 2003. Tahun dengan pengamatan yang kecil tidak dihapus, sebab bisa saja merupakan spesies tertentu yang jarang muncul.

```
[ ] #cek kordinat ekstrem  
df[['LATITUDE', 'LONGITUDE']].agg(['min', 'max'])
```

Cek batas-batas pengamatan (batas utara, selatan, barat, dan timur). Batas ekstrim lintang (LATITUDE MIN & MAX) dan batas ekstrim bujur (LONGITUDE MIN & MAX).

	LATITUDE	LONGITUDE
min	49.81	-10.62
max	61.48	1.69

Berdasarkan lokasi penelitian yang dilakukan, letak lintang penelitian berada pada 49.81 LU sampai 61.48 LU. Wilayah ini meliputi wilayah subtropis dengan **karakteristik iklim sedang (temperate) tipe maritim**. Ciri utama wilayah:

- Musim dingin sejuk
- Musim panas ringan
- Curah hujan sepanjang tahun
- Terbagi menjadi iklim maritim sedang dan maritim dingin

Pemetaan pada Folium

Titik ekstrem

```
north = df[df['LATITUDE'] == df['LATITUDE'].max()].iloc[0]
south = df[df['LATITUDE'] == df['LATITUDE'].min()].iloc[0]
east = df[df['LONGITUDE'] == df['LONGITUDE'].max()].iloc[0]
west = df[df['LONGITUDE'] == df['LONGITUDE'].min()].iloc[0]
```

Menentukan batas-batas area penelitian berdasarkan LATITUDE dan LONGITUDE pada dataset.

Peta dasar

```
center_lat = df['LATITUDE'].mean()
center_lon = df['LONGITUDE'].mean()
m = folium.Map(location=[center_lat, center_lon], zoom_start=5)
```

Load peta pada folium.map dengan pusat peta pada rata-rata LATITUDE dan LONGITUDE yang sudah ditentukan.

Tambahkan marker

```
folium.Marker([north['LATITUDE'], north['LONGITUDE']], popup='Paling Utara').add_to(m)
folium.Marker([south['LATITUDE'], south['LONGITUDE']], popup='Paling Selatan').add_to(m)
folium.Marker([east['LATITUDE'], east['LONGITUDE']], popup='Paling Timur').add_to(m)
folium.Marker([west['LATITUDE'], west['LONGITUDE']], popup='Paling Barat').add_to(m)
```

Memberi titik lokasi batas MAX & MIN pada masing - masing LATITUDE dan LONGITUDE.

Pemetaan pada Folium

```
# Cakupan penelitian
lat_min = df['LATITUDE'].min()
lat_max = df['LATITUDE'].max()
lon_min = df['LONGITUDE'].min()
lon_max = df['LONGITUDE'].max()

rectangle_coords = [
    [lat_min, lon_min], # Sudut kiri bawah
    [lat_min, lon_max], # Sudut kanan bawah
    [lat_max, lon_max], # Sudut kanan atas
    [lat_max, lon_min], # Sudut kiri atas
    [lat_min, lon_min]  # Tutup loop ke titik awal
]
```

Menggambar garis tepi pada peta berdasarkan batas-batas yang sudah ditentukan. Selain itu membuat sudut garis tepi dengan loop.

```
folium.Polyline(locations=rectangle_coords, color='green', weight=2.5, opacity=0.8).add_to(m)

# Tampilkan peta
m
```

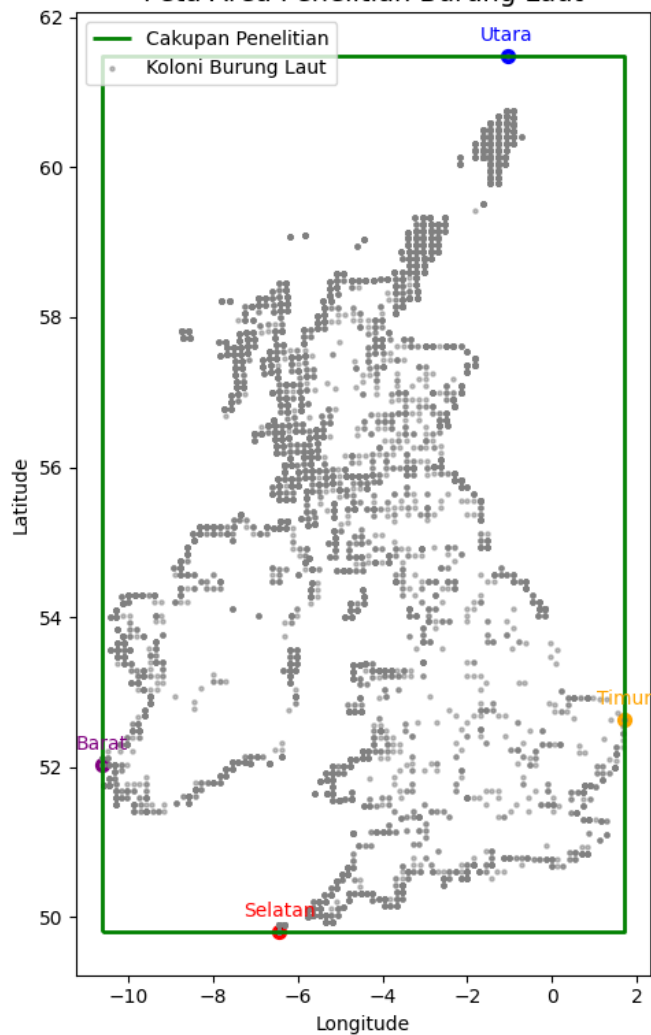
Menampilkan peta yang dibuat

Peta Wilayah Penelitian



Penelitian berfokus pada kawasan Britannia Raya, meliputi pulau **Britain dan Irlandia**, yang secara geografis terpisah dari daratan Eropa. Wilayah ini dikenal sebagai habitat penting bagi burung laut, yang menjelajahi batas antara pesisir, daratan, dan samudra terbuka.

Peta Area Penelitian Burung Laut



Sampel Distribusi Spesies Terbanyak

```
# Pengamatan species terbanyak
top_species = df['valid_name'].value_counts().nlargest(2).index.tolist()
```

Menentukan top species berdasarkan nilai count terbanyak

```
[ ] # Dataframe untuk 2 species terbatas
df_top = df[df['valid_name'].isin(top_species)]
```

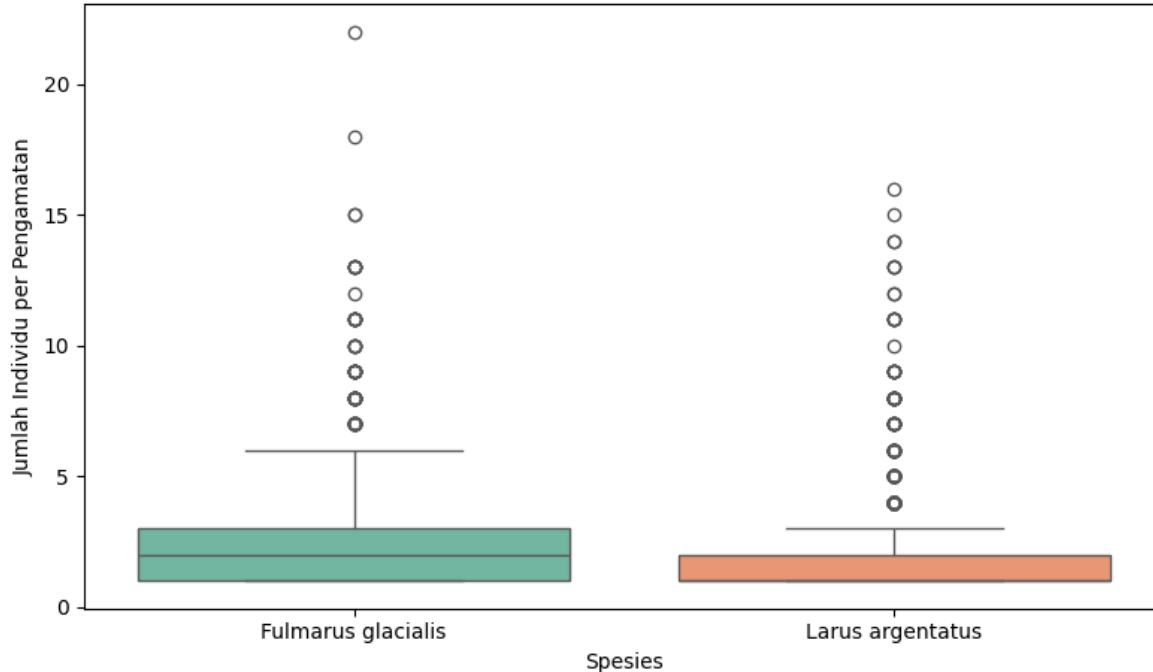
```
[ ] # Melihat distribusi data pada sampel 2 species terbatas

plt.figure(figsize=(8, 5))
sns.boxplot(data=df_top, x='valid_name', y='ABUNDANCE', palette='Set2')
plt.title('Distribusi Abundance untuk 2 Spesies Terbanyak')
plt.xlabel('Spesies')
plt.ylabel('Jumlah Individu per Pengamatan')
plt.tight_layout()
plt.show()
```

Boxplot digunakan untuk membaca ritme kehadiran: di mana burung paling sering muncul, seberapa besar variasinya, dan apakah ada individu yang melampaui distribusi normal. Spesies dengan abundance tertinggi dipilih sebagai cermin dinamika ekosistem yang paling menonjol.

Sampel Distribusi Spesies Terbanyak

Distribusi Abundance untuk 2 Spesies Terbanyak



Berdasarkan analisis boxplot pada *Fulmarus glacialis* dan *Larus argentatus*:

Fulmarus glacialis

- Rata-rata pengamatan sekitar **2 ekor per pengamatan**.
- Sebagian besar pengamatan mencatat **1 sampai 4 individu**.
- Outlier mencapai 24 individu, ada kemungkinan **konsentrasi koloni** sebagai habitat pilihan.

Larus argentatus

- Rata-rata pengamatan sekitar **1 ekor per pengamatan**.
- Pengamatan sebagian besar hanya mencatat **individu tunggal**, bisa dikaitkan dengan perilaku spesies untuk hidup sendiri.
- Outlier sapaai 10 individu pada **lokasi tertentu namun jarang**.

Klasifikasi Jenis Burung



*Gambar Camar Punggung Hitam
Sumber: freepik.com*

Unggah data Shapefile

```
[ ] # Load data shapefile
coastline = gpd.read_file('/content/ne_10m_coastline.shp')

# Atur sistem proyeksi awal untuk mendeteksi wilayah penelitian
if coastline.crs is None:
    coastline.set_crs(epsg=4326, inplace=True)

# Ubah ke British National Grid
coastline = coastline.to_crs(epsg=27700)
```

Data Acquisition : Pengambilan jenis data shp, bertujuan untuk memasukkan jenis data eksternal untuk mempermudah dalam pembangunan peta. Ekstensi shapefile (.shp) adalah jenis data vector yang menyimpan informasi geospasial berupa titik, garis atau poligon

Data shapefile dalam bentuk polygon garis pantai diperoleh dari situs :
www.naturalearthdata.com/downloads/10m-physical-vectors/10m-coastline/

Setelah load data, proses selanjutnya adalah memastikan sistem proyeksi yang sama untuk mendeteksi wilayah. Dalam hal ini sistem proyeksi yang digunakan adalah **epsg = 27700**.

Transformasi GeoDataFrame

```
# Kolom geometry yang terdiri dari rekaman latitude dan longitude
geometry = [Point(xy) for xy in zip(df['LONGITUDE'], df['LATITUDE'])]

# Buat GeoDataFrame
colonies = gpd.GeoDataFrame(df, geometry=geometry, crs='EPSG:4326') # proyeksi disesuaikan (CRS awal: WGS84)
```

Dari data LATITUDE dan LONGITUDE pada dataframe, data tersebut ditransformasikan menjadi geodataframe dengan sistem proyeksi yang disesuaikan. Data geodataframe memanfaatkan library geopandas yang dapat menyimpan data lokasi astronomis menjadi data spasial yang bisa digabung (*blend*)

```
[ ] colonies = colonies.to_crs(epsg=27700)
```

Sistem proyeksi pada geodataframe yang dibuat disamakan dengan sistem proyeksi pada shapefile yang diunggah.

Mengukur Jarak Minimum ke Garis Pantai

```
[ ] # Fungsi untuk menghitung jarak minimum ke coastline
def min_distance_to_coast(point, coastline_gdf):
    return coastline_gdf.distance(point).min()

# Terapkan ke semua titik koloni
colonies['distance_to_coast_m'] = colonies.geometry.apply(lambda pt: min_distance_to_coast(pt, coastline))
colonies['distance_to_coast_km'] = colonies['distance_to_coast_m'] / 1000
```

Formula yang diterapkan dalam menghitung jarak minimum ke garis pantai adalah menghitung setiap poin satu per satu. Fungsi return akan mengulangi proses kepada seluruh titik yang ditentukan. Proses ini membutuhkan waktu yang cukup lama.

Untuk membuat klasifikasi jenis burung laut, pertama titik lokasi sensus dibandingkan dengan shapefile (vektor) garis pantai terdekat dan dicari jaraknya (`min_distance_to_coast`). Secara default menerapkan jarak dalam meter (m), sehingga dikonversi terlebih dahulu dalam kilometer (km).

```
[ ] # Membuat klasifikasi berdasarkan jarak  
colonies['lokasi'] = colonies['distance_to_coast_km'].apply(lambda x: 'zona transisi' if x < 5 else 'daratan atau laut lepas')
```

Data classification : penyederhanaan data ke dalam kategori-kategori yang terstruktur agar dapat diakses dan dianalisis. Proses klasifikasi memungkinkan dalam pengelolaan data, penyimpanan data, manipulasi data dan keamanan informasi.

Jenis burung laut dibedakan menjadi burung laut di zona transisi dan zona daratan/lautan saja. Berikut penjelasannya:

- Burung laut di **zona transisi** (< 5 km dari garis pantai) aktif di Kawasan pertemuan lautan dan daratan. Jenis burung ini memiliki tempat mencari makan sekitar pantai dan dermaga. Umumnya jenis burung ini bersarang di darat dan aktif mencari makan di sekitar pesisir.
- Burung laut di **zona non transisi** (\geq 5 km dari garis pantai) atau daratan/laut lepas saja. Jenis burung ini memiliki habitat yang sempit, namun daya jelajah yang luas. Beberapa jenis burung dapat dijumpai di laut lepas.


```
[ ] #cek hasil
colonies[['valid_name', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'distance_to_coast_km', 'lokasi']].head()
```

	valid_name	LATITUDE	LONGITUDE	distance_to_coast_km	lokasi
0	Alca torda	57.62	-2.33	6.018667	daratan atau laut lepas
1	Alca torda	52.11	-4.63	3.039048	zona transisi
2	Alca torda	53.28	-4.70	1.630000	zona transisi
3	Alca torda	60.32	-1.82	8.062931	daratan atau laut lepas
4	Alca torda	55.16	-5.14	8.685224	daratan atau laut lepas

Feature engineering : penambahan kolom baru, seperti distance_to_coast_km dan lokasi memberikan informasi baru untuk analisis keragaman hayati. Perbedaan kelas burung laut dapat digunakan sebagai perbandingan dua jenis burung dengan kebiasaan dan pola lingkungan yang berbeda.

Pemetaan Pada Folium

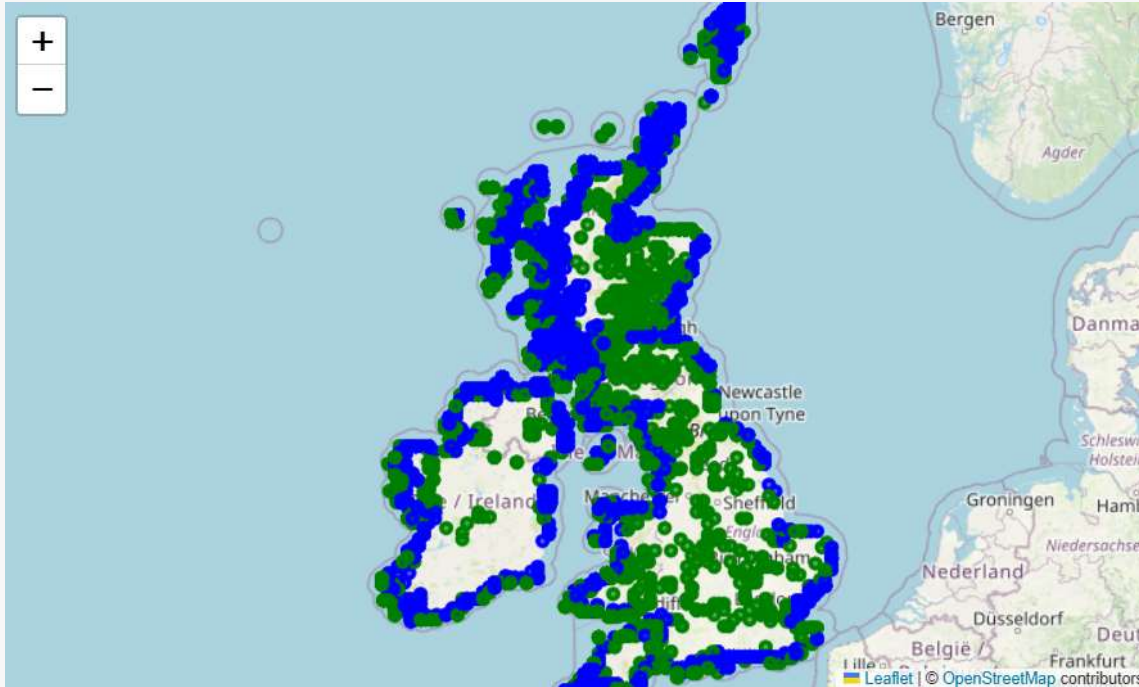
```
# Peta Visualisasi klasifikasi lokasi
m = folium.Map(location=[df['LATITUDE'].mean(), df['LONGITUDE'].mean()], zoom_start=6)

for _, row in colonies.iterrows():
    color = 'blue' if row['lokasi'] == 'zona transisi' else 'green'
    folium.CircleMarker(
        location=[row['LATITUDE'], row['LONGITUDE']],
        radius=3,
        color=color,
        fill=True,
        fill_opacity=0.6,
        popup=f"{row['valid_name']} ({row['lokasi']})"
    ).add_to(m)

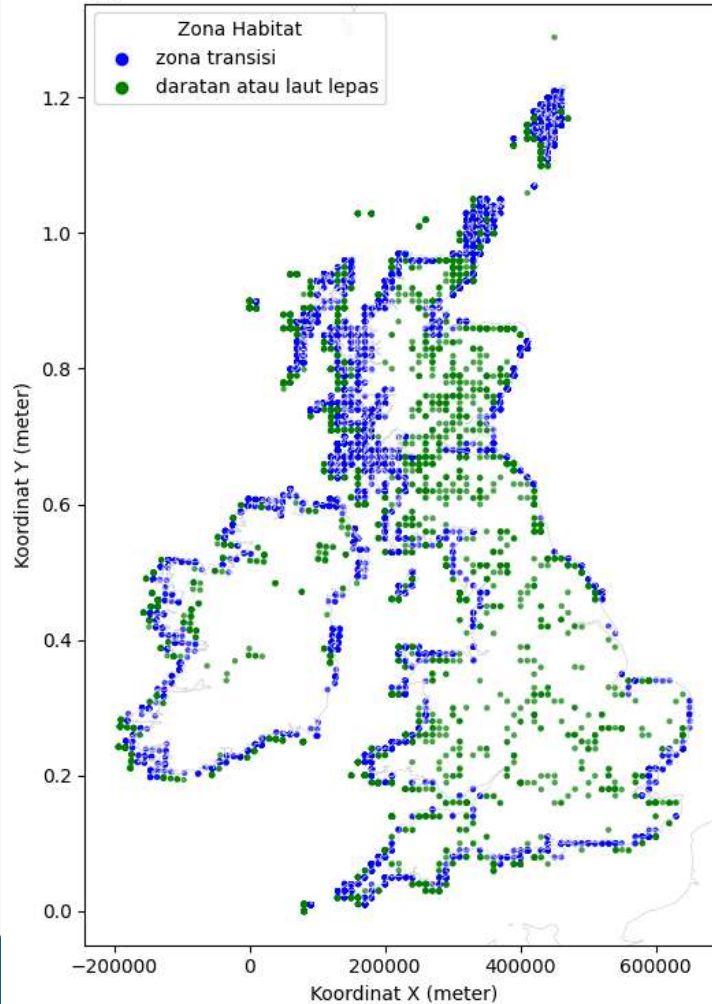
m
```

Pada pemetaan yang dilakukan dibuat dua kelas jenis burung laut dengan symbol titik yang berbeda. Perbedaan kelas ini dilakukan pada tahapan sebelumnya dengan mengukur titik pengamatan ke garis pantai.

Pemetaan Pada Folium



Berdasarkan klasifikasi spasial yang dilakukan, jenis burung laut yang berada di zona transisi cenderung lebih banyak ditemukan di **wilayah utara Pulau Britania**. Salah satu faktor penyebabnya adalah karakteristik pesisir utara yang memiliki garis pantai lebih panjang dan berlekuk-lekuk—mencapai sekitar 11.800 km, terutama di wilayah Skotlandia. Sebagai implikasi ekologis, **koloni burung laut di utara cenderung lebih tersebar** dan berdekatan dengan fitur pesisir yang kompleks, seperti teluk sempit, tanjung, dan pulau-pulau kecil, yang menyediakan habitat yang lebih beragam dan strategis.

Peta Statis Klasifikasi Lokasi Koloni Burung Laut
1e6

Distribusi kelas Burung Laut

```
[ ] colonies.groupby('lokasi')['ABUNDANCE'].describe()
```

	count	mean	std	min	25%	50%	75%	max
lokasi								
daratan atau laut lepas	4167.0	1.815935	1.601414	1.0	1.0	1.0	2.0	22.0
zona transisi	7496.0	2.123266	1.970974	1.0	1.0	1.0	2.0	24.0

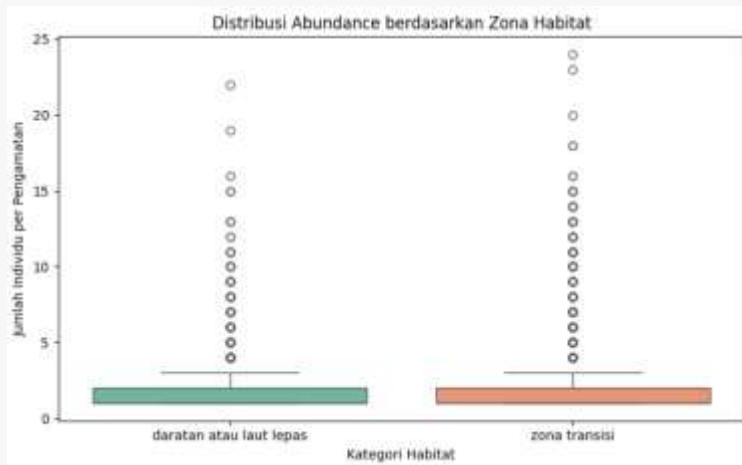
Berdasarkan statistik deskriptif, ditemukan beberapa temuan, seperti:

- Jumlah data zona transisi dan zona non transisi memiliki perbedaan dalam jumlah data, namun hampir **memiliki kemiripan pada ukuran penyebaran dan pemusatan**.
- **Rata-rata individu zona transisi lebih besar**, hal ini bisa disebabkan oleh adanya outlier.
- Standar deviasi zona transisi 1.97, menandakan **lebih banyak data yang menyebar** dari pusat.
- Kedua zona memiliki outlier yang besar, masing-masing 24 dan 22 individu menandakan di kedua wilayah **terdapat koloni besar di satu waktu**.

Distribusi Kelas Burung Laut

```
[ ] plt.figure(figsize=(8, 5))
sns.boxplot(data=colonies, x='lokasi', y='ABUNDANCE', palette='Set2')
plt.title('Distribusi Abundance berdasarkan Zona Habitat')
plt.xlabel('Kategori Habitat')
plt.ylabel('Jumlah Individu per Pengamatan')
plt.tight_layout()
plt.show()
```

Analisis boxplot digunakan untuk mengukur distribusi kedua jenis kelas zona habitat berdasarkan abundance yang teramati.



Berdasarkan analisis boxplot, kedua zona memiliki karakteristik yang **hampir mirip**. Perbedaannya ada pada **outlier data**. Zona transisi dapat menampung koloni yang lebih besar jika dibandingkan dengan zona daratan/laut lepas. Hal ini bisa menjelaskan perilaku burung laut yang cenderung membentuk koloni pada Kawasan pesisir karena makanan yang tersedia dan keberadaan sarang.

Uji Mann-Whitney U

```
from scipy.stats import mannwhitneyu

transisi = colonies[colonies['lokasi'] == 'zona transisi']['ABUNDANCE']
non_transisi = colonies[colonies['lokasi'] == 'daratan atau laut lepas']['ABUNDANCE']

stat, p = mannwhitneyu(transisi, non_transisi, alternative='two-sided')
print(f'Uji Mann-Whitney: Statistik={stat}, p-value={p}')
```

Untuk membuktikan adanya pengaruh perbedaan zona terhadap banyaknya abundance, dilakukan analisis Uji Mann-Whitney U. Jenis Analisis ini memanfaatkan library scipy yang mengimport mannwhitneyu

Uji Mann-Whitney: Statistik=17016367.5, p-value=1.780513584651321e-19

Penjelasan hasil analisis pengaruh:

Statistik = 17016367.5 menandakan nilai metode statistic non-parametrik untuk membandingkan dua kelompok.

P-value = 1.78×10^{-19} : menandakan nilai yang sangat kecil dari ambang batas umum (0.05). Artinya terdapat perbedaan nyata berupa **jumlah burung laut yang teramati dipengaruhi kelas zona**. Zona transisi memiliki lebih banyak individu karena menyediakan habitat lebih optimal.

Indeks Keanekaragaman Hayati



*Gambar Koloni Seagulls
Sumber: pexels.com*

Indeks Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman hayati dapat ditentukan berdasarkan seberapa banyak jenis individu di suatu cakupan wilayah tertentu. Semakin beragamnya jenis individu menandakan ekosistem yang semakin kompleks akibat adanya simbiosis dan jaring makanan yang terbentuk.

Pada analisis kali ini, indeks keragaman hayati yang digunakan, yaitu:

Shannon Index

Simpson Index

Indeks Keanekaragaman Hayati

Shannon Index

Tujuan : Mengukur seberapa besar tingkat keragaman spesies dalam komunitas.

Asumsi : Semakin banyak spesies dan semakin merata distribusinya, maka nilai indeks semakin tinggi.

Jika nilai mendekati 0, maka komunitas didominasi oleh **satu jenis spesies**.
Jika nilai tinggi, bisa >3 , maka komunitas **sangat beragam dan seimbang**.



Kelebihan : sensitif pada keberadaan spesies langka yang jarang dijumpai



Kekurangan : Bisa dipengaruhi oleh spesies yang jarang muncul.

Shannon Index

```
def shannon_index(df):  
    total = df['ABUNDANCE'].sum()  
    proporsi = df.groupby('valid_name')['ABUNDANCE'].sum() / total  
    return entropy(proporsi, base=2)  
  
# Data per zona  
zona_transisi = colonies[colonies['lokasi'] == 'zona transisi']  
zona_nontransisi = colonies[colonies['lokasi'] == 'daratan atau laut lepas']
```

```
# Hitung Shannon Index  
shannon_transisi = shannon_index(zona_transisi)  
shannon_nontransisi = shannon_index(zona_nontransisi)
```

```
print(f"Shannon Index Zona Transisi: {shannon_transisi:.3f}")  
print(f"Shannon Index Daratan/Laut Lepas: {shannon_nontransisi:.3f}")
```

Perhitungan Shannon index dilakukan pada data Abundance dan proporsi valid_name yang muncul. Shannon index digunakan untuk membandingkan data per zona, yaitu transisi dan non transisi berdasarkan klasifikasi yang sudah dibuat sebelumnya.

Shannon Index Zona Transisi: 3.908
Shannon Index Daratan/Laut Lepas: 3.984

Penjelasan hasil analisis indeks keanekaragaman hayati:

Kedua zona habitat menunjukkan tingkat **keanekaragaman spesies burung laut yang tinggi**, dengan nilai Shannon Index masing-masing sebesar 3.908 (zona transisi) dan 3.984 (daratan/laut lepas). Selisih sebesar 0.076 tergolong kecil dan tidak signifikan secara ekologis.

Dugaan sementara, tekanan antropogenik seperti pembangunan industri di kawasan pesisir dapat berkontribusi terhadap penurunan keragaman lokal, meskipun dampaknya tampak kecil dalam skala nasional.

Indeks Keanekaragaman Hayati

Simpson Index

Tujuan : Mengukur seberapa besar dominasi spesies dalam komunitas.

Asumsi : Probabilitas dua individu yang diambil secara acak berasal dari spesies yang sama.

Jika nilai mendekati 0, maka komunitas sangat didominasi oleh satu spesies.
Jika nilai mendekati 1, maka komunitas sangat merata.



Kelebihan : stabil akibat adanya fluktuasi spesies langka.



Kekurangan : kurang sensitif pada spesies dengan jumlah kecil.

Simpson Index

```
[ ] def simpson_index(df):  
    total = df['ABUNDANCE'].sum()  
    proporsi = df.groupby('valid_name')['ABUNDANCE'].sum() / total  
    D = sum(proporsi**2)  
    return 1 - D
```

```
# Hitung Simpson Index per zona  
simpson_transisi = simpson_index(zona_transisi)  
simpson_nontransisi = simpson_index(zona_nontransisi)
```

```
print(f"Simpson Index Zona Transisi: {simpson_transisi:.3f}")  
print(f"Simpson Index Daratan/Laut Lepas: {simpson_nontransisi:.3f}")
```

Simpson index dihitung melalui kuadrat proporsi setiap spesies. Sedangkan proporsi diperoleh dari jumlah setiap individu teramati pada spesies.

Simpson Index Zona Transisi: 0.919
Simpson Index Daratan/Laut Lepas: 0.923

Penjelasan hasil analisis indeks keanekaragaman hayati:

Kedua zona habitat menunjukkan tingkat **keragaman spesies yang tinggi** berdasarkan nilai Simpson Index yang mendekati 1 (zona transisi = 0.919, daratan/laut lepas = 0.923). Ini menandakan bahwa dominasi oleh satu spesies sangat rendah, dan komunitas burung laut cenderung merata.

Zona transisi menunjukkan sedikit penurunan dalam pemerataan spesies, meskipun perbedaannya sangat kecil dan tidak signifikan secara ekologis. Dugaan sementara, beberapa spesies mungkin lebih adaptif terhadap lingkungan pesisir yang dekat dengan aktivitas manusia, seperti dermaga atau pelabuhan. Sebaliknya, spesies yang hidup jauh dari pantai cenderung memilih habitat terbuka yang relatif tidak terganggu, dengan strategi jelajah yang lebih luas.

Membandingkan Indeks Keragaman Hayati

```
[ ] # Data
zona = ['Zona Transisi', 'Daratan/Laut Lepas']
shannon = [3.908, 3.984]
simpson = [0.919, 0.923]

plt.figure(figsize=(8, 5))
```

```
# Plot Shannon Index
plt.scatter(zona, shannon, color='blue', s=100, label='Shannon Index', marker='o')
for i, val in enumerate(shannon):
    plt.text(zona[i], val + 0.02, f'{val:.3f}', ha='center', color='red', fontsize=10)

# Plot Simpson Index
plt.scatter(zona, simpson, color='green', s=100, label='Simpson Index', marker='^')
for i, val in enumerate(simpson):
    plt.text(zona[i], val + 0.02, f'{val:.3f}', ha='center', color='red', fontsize=10)
```

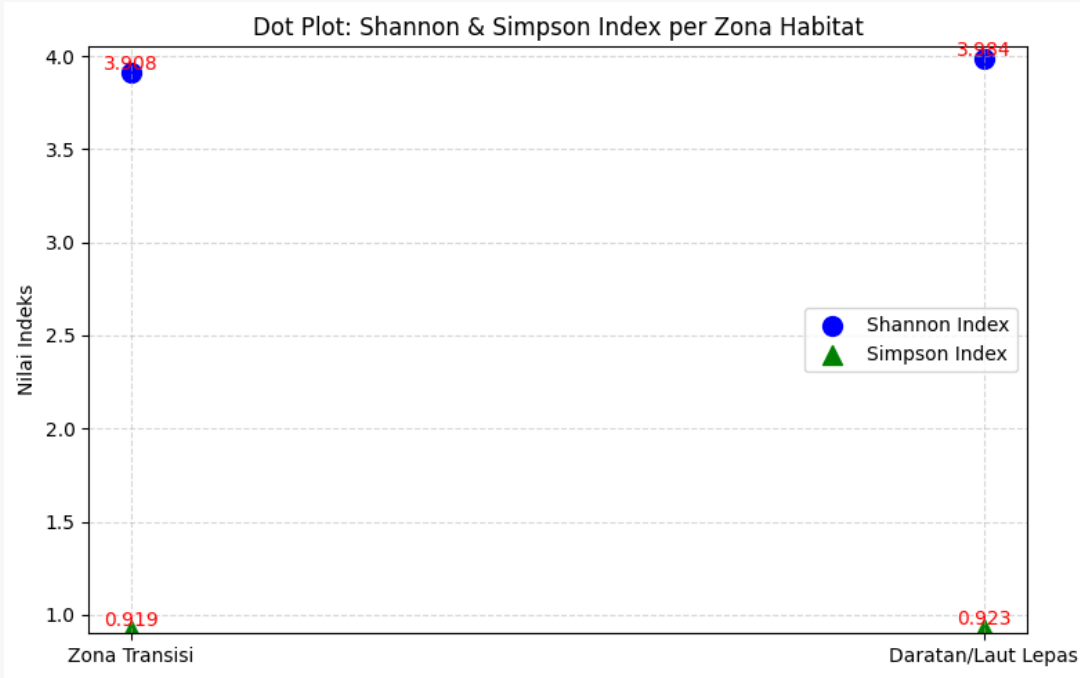
```
# Tampilan
plt.ylabel('Nilai Indeks')
plt.title('Dot Plot: Shannon & Simpson Index per Zona Habitat')
plt.ylim(0.9, 4.05)
plt.legend()
plt.grid(True, linestyle='--', alpha=0.5)
plt.tight_layout()
plt.show()
```

Masukkan kedua indeks yang sudah dihitung pada analisis sebelumnya.

Buat dot plot berdasarkan data indeks keanekaragaman hayati. Dari dot plot dapat terlihat perbandingan kedua indeks apakah meningkat atau menurun berdasarkan visualisasi data.

Tampilkan dot plot dengan marker dan legenda yang ditentukan melalui matplotlib.

Membandingkan Indeks Keragaman Hayati



Berdasarkan analisis dot plot yang dibuat, kedua jenis zona memiliki kesamaan dalam hal keanekaragaman hayati.

Shannon Index

Zona daratan/laut lepas ($3.984 > 3.908$) memiliki lebih banyak spesies berbeda yang teramati dengan **distribusi antar spesies lebih merata**.

Simpson Index

Zona daratan/laut lepas memiliki **komunitas yang lebih homogen** dengan jenis spesies tersebar lebih seimbang.

Visualisasi dan Interpretasi Data Pengamatan



Gambar Visualisasi Data
Sumber: pexels.com

Clustering

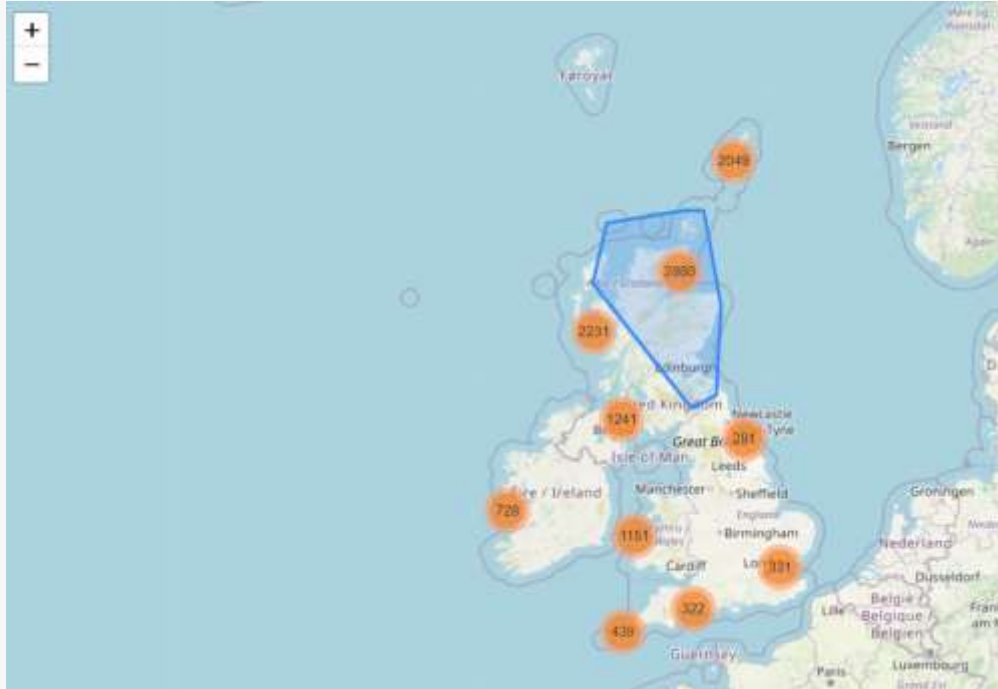
```
[ ] from folium.plugins import MarkerCluster  
  
# Peta dasar  
m = folium.Map(location=[df['LATITUDE'].mean(), df['LONGITUDE'].mean()], zoom_start=6)
```

```
# Cluster marker  
marker_cluster = MarkerCluster().add_to(m)
```

```
# Titik koloni  
for _, row in df.iterrows():  
    folium.CircleMarker(  
        location=[row['LATITUDE'], row['LONGITUDE']],  
        radius=min(row['ABUNDANCE'], 10), # batas radius  
        color='crimson',  
        fill=True,  
        fill_opacity=0.6,  
        popup=f"{row['valid_name']} ({row['ABUNDANCE']} individu)"  
    ).add_to(marker_cluster)
```

```
m
```

Buat clustering pada peta untuk menunjukkan region dengan abundance tertinggi menggunakan pugins MarkerCluster pada library folium.

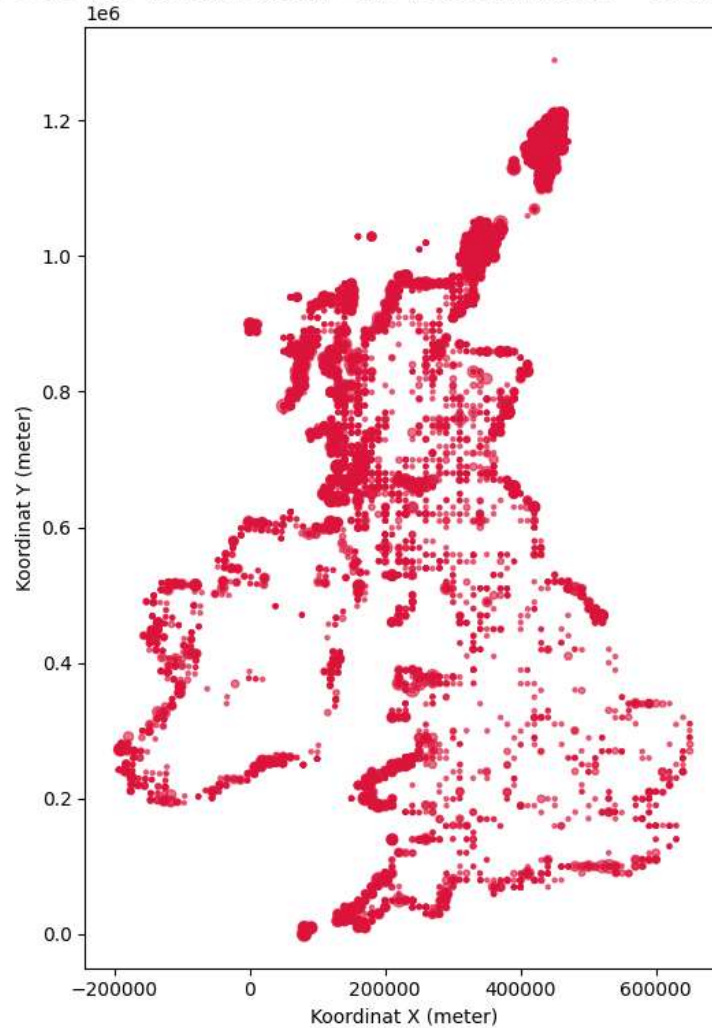


Kawasan dengan abundance tertinggi berada di **bagian timur laut dari Britania**. Kawasan ini mencakup Northern Highlands, Gampian Mountains, Orkney Islands dan The Minch.

Pada Kawasan ini termasuk sebagai **hotspot dari burung laut** dengan garis pantai yang Panjang dan kompleks. Banyak Kawasan yang ideal untuk dijadikan sebagai sarang koloni burung laut.

Wilayah sekitar The Minch dan Hebrides sangat kaya dengan nutrient dan ikan kecil. Pada Kawasan ini **dipengaruhi oleh arus laut** dari Samudra Atlantik.

Peta Statis Koloni Burung Laut (Ukuran Marker = Abundance)



Visualisasi Shannon Index

```
# Hitung Shannon Index per lokasi
def shannon_per_lokasi(df):
    grouped = df.groupby(['LATITUDE', 'LONGITUDE'])
    hasil = []
    for (lat, lon), group in grouped:
        total = group['ABUNDANCE'].sum()
        proporsi = group.groupby('valid_name')['ABUNDANCE'].sum() / total
        shannon = entropy(proporsi, base=2)
        hasil.append({'LATITUDE': lat, 'LONGITUDE': lon, 'SHANNON': shannon})
    return pd.DataFrame(hasil)

df_shannon = shannon_per_lokasi(df)
top5 = df_shannon.sort_values(by='SHANNON', ascending=False).head(5)
```

```
# Peta titik dengan keragaman tertinggi
m2 = folium.Map(location=[df['LATITUDE'].mean(), df['LONGITUDE'].mean()], zoom_start=6)
```

```
for _, row in top5.iterrows():
    folium.Marker(
        location=[row['LATITUDE'], row['LONGITUDE']],
        popup=f"Shannon Index: {row['SHANNON']:.3f}",
        icon=folium.Icon(color='green', icon='leaf')
    ).add_to(m2)
```

```
m2
```

Menentukan nilai indeks Shanon tertinggi berdasarkan data abundance dan proporsi LATITUDE dan LONGITUDE

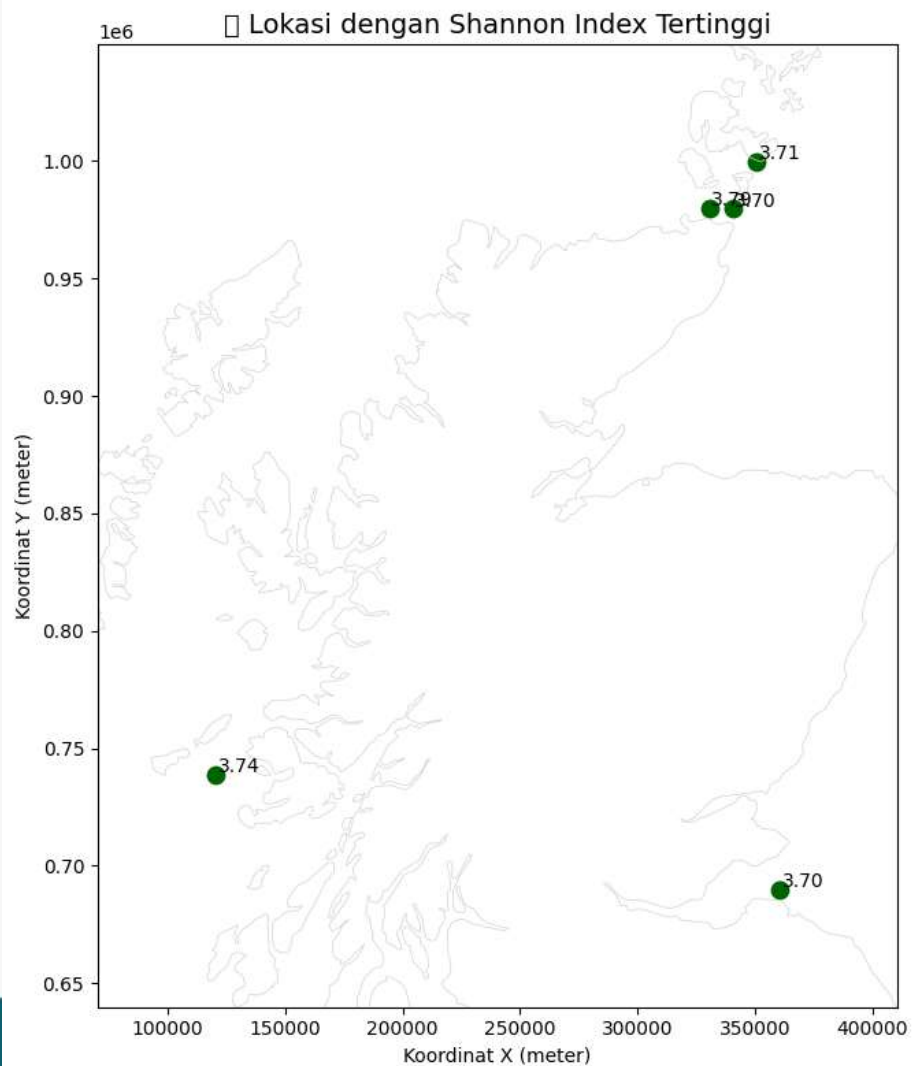
Pada peta folium dibuat titik dengan keragaman tertinggi.

Visualisasi Shannon Index



Terdapat lima titik dengan indeks shanon tertinggi. Sebagian besar ada di **bagian timur laut negara Skotlandia**. Namun ada satu titik yang berada di bagian barat Skotlandia dekat dengan Staffa National Nature Reserve yang menyimpan hotspot keragaman hayati tinggi.

Pada Staffa terdapat tebing curam dan berlapis yang dapat digunakan sebagai **sarang yang ideal**. Perairan di sekitarnya termasuk bagian dari Inner Hebrides yang memiliki arus laut dinamis dan zona frontal. Arus laut menciptakan efek upwelling yang **membawa nutrient ke permukaan laut** yang dimakan udang, ikan kecil dan plankton.



INSIGHT



Dari analisis deskriptif yang disusun, abundance pada zona transisi 7.496 lebih besar dari zona daratan atau laut lepas yang mencapai 4.167. Meskipun keduanya berdasarkan ukuran pemusatan dan penyebaran cenderung sama. Perbedaan ada pada outlier zona transisi yang lebih banyak dijumpai burung laut hidup mengelompok.



Shannon index pada zona transisi 3,908 dan zona daratan/laut lepas 3,984. Kedua zona habitat menunjukkan tingkat keanekaragaman spesies burung laut yang tinggi.



Simpson Index pada zona transisi = 0,919 dan zona daratan/laut lepas = 0,923. Kedua wilayah memiliki dominasi satu spesies yang rendah dan komunitas yang merata.



Kawasan dengan abundance tertinggi ada pada bagian timur laut Britannia yang dapat dijumpai hotspoor burung laut.



Titik dengan Shannon index tertinggi ada pada bagian barat Skotlandia di sekitar Staffa National Nature Reserve yang didukung oleh habitat yang ideal.

REKOMENDASI



Industri logistik (pelabuhan, bongkar muat dan perikanan) di zona transisi perlu mempertimbangkan buffer zona ekologis dan pengaturan lalu lintas untuk menghindari keberadaan koloni burung laut.



Tingkat keanekaragaman yang tinggi menandakan adanya ekosistem yang kompleks dan sensitive. Oleh karena itu ini sangat berpotensi sebagai industri bioteknologi yang bersumber pada data genetik dan riset biodiversitas.



Kekayaan komunitas burung dapat digunakan sebagai zona edukasi lingkungan dan industry kreatif yang berangkat dari narasi komunitas burung laut yang seimbang.



Pada Kawasan hotspot bias diterapkan zona larangan aktivitas industry transportasi laut dan energi. Hal ini dapat mengganggu aktivitas migrasi dan bersarang burung laut.



Pada wilayah dengan Shannon Index tertinggi bisa diterapkan pembangunan wilayah yang mengedepankan biomimikri, yaitu material ramah lingkungan agar dapat senantiasa menjaga integritas habitat.

Berkas CSV

ABUNDAN BIOMAS	valid_nam	SAMPLE_C	LATITUDE	LONGITUDE	DAY	MONTH	YEAR
4	Alca torda	57.62_-2.3	57.62	-2.33	13	6	2001
4	Alca torda	52.11_-4.6	52.11	-4.63	2	6	2000
2	Alca torda	53.28_-4.7	53.28	-4.7	23	6	2001
3	Alca torda	60.32_-1.8	60.32	-1.82	13	6	1999
1	Alca torda	55.16_-5.1	55.16	-5.14	16	4	2001
1	Alca torda	58.48_-5.2	58.48	-5.26	9	6	2000
2	Alca torda	57.44_-6.8	57.44	-6.83	6	6	2000
9	Alca torda	58.58_-4.9	58.58	-4.92	26	5	2000
1	Alca torda	57.63_-6.5	57.63	-6.52	15	6	2000
2	Alca torda	49.81_-6.4	49.81	-6.44	19	5	1999
4	Alca torda	57.54_-6.6	57.54	-6.68	29	5	2001
1	Alca torda	50.01_-5.7	50.01	-5.77	12	5	1999
6	Alca torda	57.36_-1.8	57.36	-1.83	23	6	2001
1	Alca torda	57.54_-6.6	57.54	-6.68	15	6	2000
1	Alca torda	56.55_-2.6	56.55	-2.65	19	6	2000
1	Alca torda	58.52_-3.2	58.52	-3.2	6	7	1999
1	Alca torda	58.97_-2.6	58.97	-2.69	12	7	1999
2	Alca torda	60.76_-1.0	60.76	-1.08	23	6	1999
1	Alca torda	56.37_-6.5	56.37	-6.53	24	6	1999
4	Alca torda	58.15_-3.5	58.15	-3.53	23	6	1999
1	Alca torda	58.06_-3.6	58.06	-3.69	18	6	1999
1	Alca torda	58.15_-3.7	58.15	-3.7	18	6	1999
2	Alca torda	58.18_-6.2	58.18	-6.25	7	6	1999
1	Alca torda	54.74_-3.8	54.74	-3.86	6	6	1998
2	Alca torda	56.03_-6.1	56.03	-6.17	15	6	2000
2	Alca torda	56.03_-6.1	56.03	-6.17	17	6	1999
4	Alca torda	60.05_-1.1	60.05	-1.1	31	5	2000
3	Alca torda	52.74_-4.8	52.74	-4.81	2	7	2000

Metadata

STUDY_ID	REALM	CLIMATE	BIOME_MAP	ID_DATASETS	TAXA	ORGANISMS	TITLE	AB_BIO	DATA_POINTS		
69	Marine	Temperate	Temperate shelf and se	23	Birds	seabirds	Seabird 2000 (EurOBIS)	A	10		
START_YEAR	END_YEAR	CENT_LAT	CENT_LONG	NUMBER_OF_SPECIES	NUMBER_OF_SAMPLES	NUMBER_LAT_LONG	TOTAL	GRAIN_SIZE_TEXT	AREA_SQ_KM		
1994	2003	54.783267	-4.26303	26	4663	1476	11663	50 ha plot	315159		
AB_TYPE	BIO_TYPE	SAMPLE_TYPE	ID_CONTACTS	CONTACT_1	CONTACT_2	CONT_1_MAIL	CONT_2_MAIL	LICENSE	WEB_LINK		
5	1	12	23	Ian Mitchell	Info at Birdwatch Ireland	ian.mitchell@jncc.gov.uk	info@birdwatchireland	ODC-by	http://www.iobis.org/mapper/?dataset=10		
DATA_SOURCE	DATE_TO_DB	ID_METHODS	METHODS	SUMMARY_METHODS	ID_CURATION	LINK_ID	COMMENTS	DATES_CHANGED	CURATOR		
OBIS	7/9/2016 11:12	23	Seabird Populations of	Counts within defined z	23		Years (1994, 1995, 1996, 1997) deleted due to Biotime				
LOC_ADDED	DATE_STUDY_ADDED	ID_ABUNDANCE	ABUNDANCE_TYPE	ID_BIOMASS	BIOMASS_TYPE	ID_SAMPLE	ID_TREAT	SAMPLE_DESC_NAME	ID_CITATION1	CITATION_ID	
	12-Oct	5	Presence/Absence	1		12		lat_long_year_day_mor	40	27	
BIB											

```

@Misc[BioTIME_cit27,
  Study_id = {69},
  Citation_id = {27},
  Address = {Peterborough, UK},
  Author = {P Ian Mitchell and Stephen F Newton and Norman Ratcliffe and Tim E Dunn},
  Publisher = {Joint Nature Conservation Committee},
  Title = {Seabird 2000},
  Year = {2016},
  Doi = {10.15468/lbm5hb},
  Url = {https://obis.org/dataset/564b07e1-4b8b-4a95-a648-bc84fd0662b3},
  Urldate = {2012-10-01}
}

```



Mari Terhubung dengan Saya!

Gilang Wijanarko

Email: gilangwjnrk@gmail.com

Whatsapp: +628823227249

Thanks!