

**Nama : Hanifah Hasanah**

**NIM : 123140082**

**Github:**

[https://github.com/HANIFAHHASANAH-123140082/sig\\_123140082\\_Hanifah-Hasanah.git](https://github.com/HANIFAHHASANAH-123140082/sig_123140082_Hanifah-Hasanah.git)

## **TUGAS 4**

### **A. Deskripsi Tugas**

Lakukan analisis spasial menggunakan data dari praktikum sebelumnya. Gunakan fungsi pengukuran dan relasi topologi untuk menjawab pertanyaan analitis.

#### **Ketentuan:**

- Buat minimal 5 query spasial menggunakan fungsi berbeda
- Wajib: ST\_Distance, ST\_Intersects, ST\_Contains/ST\_Within
- Implementasikan K-NN untuk mencari fasilitas terdekat
- Buat query agregasi dengan GROUP BY dan fungsi spasial
- Sertakan screenshot hasil dan interpretasi

### **B. Langkah Pengerjaan**

#### **1. Persiapan Data**

Sebelum menjalankan query spasial, langkah pertama adalah memastikan bahwa data dari praktikum sebelumnya masih tersedia di dalam database. Database yang digunakan adalah sig\_123140082 yang diakses melalui pgAdmin 4.

#### **2. Langkah Pengecekan Data**

Jalankan query berikut satu per satu

SQL

```
SELECT * FROM fasilitas_publik;
SELECT * FROM jalan;
SELECT * FROM wilayah;
```

#### **Hasil:**

- Data tabel fasilitas\_publik: Tabel ini menyimpan 5 titik lokasi fasilitas publik di sekitar ITERA, Lampung dalam format geometri Point dengan SRID 4326 (WGS84).

Query History

```
1 SELECT * FROM fasilitas_publik;
```

Data Output Messages Geometry Viewer Notifications

	<b>id</b> [PK] integer	<b>nama</b> character varying (100)	<b>jenis</b> character varyi	<b>alamat</b> character varying (200)	<b>geom</b> geometry	<b>geom_utm</b> geometry
1	1	Institut Teknologi Sumatera	Universitas	Jl. Terusan Ryacudu	0101000020E6100000571C1B970A54...	0101000020EC7F000040B0CCA24C5120412...
2	2	Masjid Raya Airan	Masjid	Jl. Hi Pengeransuhaimi	0101000020E6100000792BCE228853...	0101000020EC7F00007D60D92F684A2041C...
3	3	TVRI Stasiun Lampung	Layanan	Jl. Way Huwi	0101000020E610000032F932C77953...	0101000020EC7F000048512F9AA64920419...
4	4	Sekolah Alam Lampung	Sekolah	Jl. Airan Raya	0101000020E6100000C89A83018D53...	0101000020EC7F0000C4C8E13BAA4A2041B...
5	5	Hostel Nagari Pusuk	Penginapan	Jl. Hasan Raya	0101000020E6100000B2DA05657D5...	0101000020EC7F00009E9EB246D7492041B...

- Data tabel jalan: Tabel ini menyimpan 3 ruas jalan dalam format geometri LineString dengan SRID 4326, merepresentasikan jalan-jalan di sekitar kawasan ITERA.

Query History

```
1 SELECT * FROM jalan;
```

Data Output Messages Geometry Viewer Notifications

	<b>id</b> [PK] integer	<b>nama_jalan</b> character varying (100)	<b>jenis</b> character varyi	<b>geom</b> geometry	<b>geom_utm</b> geometry
1	1	Jl. Terusan Ryacudu	Jalan Utama	0102000020E610000040000003BDF...	0102000020EC7F000040000002DEACD539...
2	2	Jl. Pahlawan	Jalan Kolek...	0102000020E61000004000000E5D0...	0102000020EC7F000040000009DB50860C...
3	3	Jl. Kesehatan	Jalan Lokal	0102000020E61000004000000C976...	0102000020EC7F00004000000B5A70BBC7...

- Data tabel wilayah: Tabel ini menyimpan 2 batas wilayah kelurahan dalam format geometri Polygon dengan SRID 4326, merepresentasikan batas administratif kelurahan di sekitar ITERA.

Query History

```
1 SELECT * FROM wilayah;
```

Execute script F5

Data Output Messages Geometry Viewer Notifications

	<b>id</b> [PK] integer	<b>nama_kelurahan</b> character varying (100)	<b>kecamatan</b> character varying (100)	<b>geom</b> geometry	<b>geom_utm</b> geometry
1	1	Kelurahan Way Huwi	Jati Agung	0103000020E61000001000000500...	0103000020EC7F000010000005000000D0...
2	2	Kelurahan Hajimena	Natar	0103000020E61000001000000500...	0103000020EC7F0000100000050000015...

### 3. Query 1: ST\_Distance

ST\_Distance() adalah fungsi PostGIS untuk menghitung jarak antara dua geometri. Fungsi ini sangat penting dalam analisis spasial karena memungkinkan kita mengetahui seberapa jauh dua objek geografis satu sama lain.

SQL

SELECT

```
a.nama AS dari,  
b.nama AS ke,  
ROUND(ST_Distance(  
    a.geom::geography,  
    b.geom::geography  
)::numeric, 2) AS jarak_meter,  
ROUND(ST_Distance(  
    a.geom::geography,  
    b.geom::geography  
)::numeric / 1000, 3) AS jarak_km  
FROM fasilitas_publik a  
CROSS JOIN fasilitas_publik b  
WHERE a.id < b.id  
ORDER BY jarak_meter ASC;
```

## Hasil:

Data Output Messages Geometry Viewer X Notifications

	dari character varying (100)	ke character varying (100)	jarak_meter numeric	jarak_km numeric
1	Masjid Raya Airan	Sekolah Alam Lampung	186.62	0.187
2	Sekolah Alam Lampung	Hostel Nagari Pusuk	209.33	0.209
3	TVRI Stasiun Lampung	Hostel Nagari Pusuk	241.53	0.242
4	Masjid Raya Airan	Hostel Nagari Pusuk	371.59	0.372
5	TVRI Stasiun Lampung	Sekolah Alam Lampung	440.65	0.441
6	Masjid Raya Airan	TVRI Stasiun Lampung	612.45	0.612
7	Institut Teknologi Sumat...	Sekolah Alam Lampung	853.25	0.853
8	Institut Teknologi Sumat...	Masjid Raya Airan	888.68	0.889
9	Institut Teknologi Sumat...	Hostel Nagari Pusuk	989.90	0.990
10	Institut Teknologi Sumat...	TVRI Stasiun Lampung	1099.94	1.100

Hasil menunjukkan bahwa jarak terdekat adalah antara masjid Raya Airan ke Sekolah Alam Lampung sejauh 186.62 meter. Query ST\_Distance ini berhasil menghitung jarak antara semua pasangan fasilitas publik yang ada di database. Penggunaan ::geography sangat penting karena data koordinat disimpan dalam format WGS84 (EPSG:4326) yang menggunakan satuan derajat. Tanpa konversi ::geography, hasil ST\_Distance akan berupa angka dalam derajat yang tidak memiliki makna untuk pengukuran jarak nyata di lapangan. Dengan konversi ::geography, PostGIS akan memperhitungkan kelengkungan permukaan bumi sehingga jarak yang dihasilkan akurat dalam satuan meter.

#### 4. Permasalahan Data

Sebelum menjalankan query ST\_Intersects, ditemukan permasalahan data. Query awal mengembalikan 0 baris (hasil kosong) karena koordinat fasilitas publik (sekitar 105.30, -5.35) tidak berada di dalam polygon wilayah yang dibuat pada Praktikum 2 (sekitar 105.22-105.25, -5.45). Untuk membuktikan hal ini, dilakukan pengecekan jarak antara fasilitas dan wilayah:

```
SQL
SELECT
    f.nama AS fasilitas,
    w.nama_kelurahan,
    ROUND(ST_Distance(
        f.geom::geography,
        w.geom::geography
    ) ::numeric, 2) AS jarak_ke_wilayah_meter
FROM fasilitas_publik f
CROSS JOIN wilayah w
ORDER BY f.nama, jarak_ke_wilayah_meter;
```

#### Hasil Pengecekan:

	fasilitas	nama_kelurahan	jarak_ke_wilayah_meter
1	Hostel Nagari Pusuk	Kelurahan Hajimena	11993.59
2	Hostel Nagari Pusuk	Kelurahan Way Huwi	12764.94
3	Institut Teknologi Sumat...	Kelurahan Hajimena	12228.16
4	Institut Teknologi Sumat...	Kelurahan Way Huwi	13099.20
5	Masjid Raya Airan	Kelurahan Hajimena	11702.67
6	Masjid Raya Airan	Kelurahan Way Huwi	12501.01
7	Sekolah Alam Lampung	Kelurahan Hajimena	11880.70
8	Sekolah Alam Lampung	Kelurahan Way Huwi	12671.86

Hasil pengecekan menunjukkan bahwa jarak terdekat antara fasilitas dan wilayah adalah sekitar 11.700-13.000 meter ( $\pm 12$  km). Ini membuktikan mengapa ST\_Intersects menghasilkan 0 baris karena kedua dataset berada di lokasi geografis yang berbeda.

#### 5. Solusi

Untuk mengatasi ketidaksesuaian data tersebut, ditambahkan data wilayah baru yang koordinat polygonnya mencakup area di sekitar fasilitas publik yang sudah ada:

```
SQL
INSERT INTO wilayah (nama_kelurahan, kecamatan, geom) VALUES
(
    'Kelurahan Gedong Meneng',
    'Rajabasa',
    ST_GeomFromText('POLYGON(
        105.295 -5.345,
        105.325 -5.345,
        105.325 -5.370,
        105.295 -5.370,
        105.295 -5.345
    ))', 4326)
),
(
    'Kelurahan Airan',
    'Jati Agung',
    ST_GeomFromText('POLYGON(
        105.295 -5.370,
        105.320 -5.370,
        105.320 -5.395,
        105.295 -5.395,
        105.295 -5.370
    ))', 4326)
);

```

Hasil:

Data Output    Messages    Geometry Viewer X    Notifications

---

INSERT 0 2

Query returned successfully in 84 msec.

## 6. Query 2: ST\_Intersects

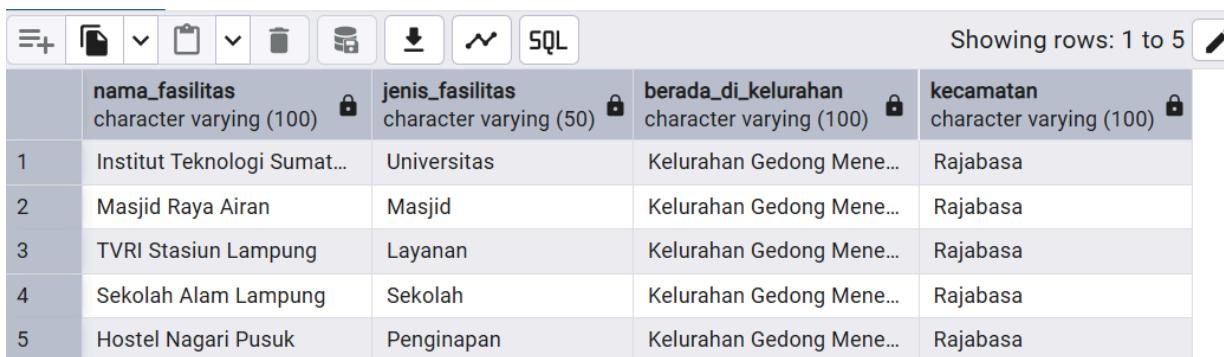
ST\_Intersects() adalah fungsi relasi topologi yang mengembalikan nilai TRUE jika dua geometri memiliki setidaknya satu titik yang sama (bersinggungan, beririsan, atau saling tumpang tindih). Fungsi ini berguna untuk menentukan apakah suatu objek spasial berada di dalam atau menyentuh objek spasial lainnya.

SQL

**SELECT**

```
f.nama AS nama_fasilitas,  
f.jenis AS jenis_fasilitas,  
w.nama_kelurahan AS berada_di_kelurahan,  
w.kecamatan  
FROM fasilitas_publik f  
JOIN wilayah w ON ST_Intersects(f.geom, w.geom)  
ORDER BY w.nama_kelurahan;
```

**Hasil:**



The screenshot shows a database interface with various icons at the top. In the center, there is a table with four columns: 'nama\_fasilitas', 'jenis\_fasilitas', 'berada\_di\_kelurahan', and 'kecamatan'. The table contains 5 rows of data, each with a unique identifier (1, 2, 3, 4, 5) and corresponding values for the four columns. The 'Showing rows: 1 to 5' message is visible at the top right of the table area.

	nama_fasilitas character varying (100)	jenis_fasilitas character varying (50)	berada_di_kelurahan character varying (100)	kecamatan character varying (100)
1	Institut Teknologi Sumat...	Universitas	Kelurahan Gedong Mene...	Rajabasa
2	Masjid Raya Airan	Masjid	Kelurahan Gedong Mene...	Rajabasa
3	TVRI Stasiun Lampung	Layanan	Kelurahan Gedong Mene...	Rajabasa
4	Sekolah Alam Lampung	Sekolah	Kelurahan Gedong Mene...	Rajabasa
5	Hostel Nagari Pusuk	Penginapan	Kelurahan Gedong Mene...	Rajabasa

Setelah data wilayah ditambahkan dengan koordinat yang sesuai, query ST\_Intersects berhasil mengembalikan 5 baris data. Seluruh fasilitas publik (Institut Teknologi Sumatera, Masjid Raya Airan, TVRI Stasiun Lampung, Sekolah Alam Lampung, dan Hostel Nagari Pusuk) teridentifikasi berada di dalam polygon Kelurahan Gedong Meneng, Kecamatan Rajabasa. Hal ini sesuai dengan kondisi geografis sebenarnya karena semua fasilitas tersebut memang berlokasi di sekitar kawasan ITERA yang masuk wilayah Rajabasa. Kasus ini juga mengajarkan pentingnya konsistensi koordinat antar dataset dalam analisis spasial — data yang tidak saling tumpang tindih secara geografis tidak akan menghasilkan relasi spasial apapun meskipun fungsinya benar.

## 7. Query 3: ST\_Contains dan ST\_Within

ST\_Contains dan ST\_Within adalah fungsi relasi topologi yang menguji hubungan 'mengandung' antara dua geometri. Kedua fungsi ini saling berkebalikan satu sama lain.

SQL

```
-- Menggunakan ST_Contains  
SELECT
```

```

w.nama_kelurahan,
w.kecamatan,
COUNT(f.id) AS jumlah_fasilitas
FROM wilayah w
LEFT JOIN fasilitas_publik f ON ST_Contains(w.geom, f.geom)
GROUP BY w.id, w.nama_kelurahan, w.kecamatan
ORDER BY jumlah_fasilitas DESC;

```

Lalu jalankan juga versi ST\_Within untuk perbandingan:

SQL

```

-- Menggunakan ST_Within (hasil sama, perspektif berbeda)
SELECT
    f.nama AS fasilitas,
    f.jenis,
    w.nama_kelurahan
FROM fasilitas_publik f
JOIN wilayah w ON ST_Within(f.geom, w.geom)
ORDER BY w.nama_kelurahan;

```

### Hasil:

1 -- Menggunakan ST\_Contains

Data Output Messages Geometry Viewer X Notifications

	nama_kelurahan character varying (100)	kecamatan character varying (100)	jumlah_fasilitas bigint
1	Kelurahan Gedong Mene...	Rajabasa	5
2	Kelurahan Gedong Mene...	Rajabasa	5
3	Kelurahan Way Huwi	Jati Agung	0
4	Kelurahan Hajimena	Natar	0
5	Kelurahan Airan	Jati Agung	0
6	Kelurahan Airan	Jati Agung	0

Query Query History

```
1 -- Menggunakan ST_Within (hasil sama, perspektif berbeda)
```

Data Output Messages Geometry Viewer X Notifications

	fasilitas character varying (100)	jenis character varyi	nama_kelurahan character varying (100)
1	Institut Teknologi Sumat...	Universitas	Kelurahan Gedong Mene...
2	Masjid Raya Airan	Masjid	Kelurahan Gedong Mene...
3	TVRI Stasiun Lampung	Layanan	Kelurahan Gedong Mene...
4	Sekolah Alam Lampung	Sekolah	Kelurahan Gedong Mene...
5	Hostel Nagari Pusuk	Penginapan	Kelurahan Gedong Mene...
6	Institut Teknologi Sumat...	Universitas	Kelurahan Gedong Mene...
7	Masjid Raya Airan	Masjid	Kelurahan Gedong Mene...
8	TVRI Stasiun Lampung	Layanan	Kelurahan Gedong Mene...
9	Sekolah Alam Lampung	Sekolah	Kelurahan Gedong Mene...
10	Hostel Nagari Pusuk	Penginapan	Kelurahan Gedong Mene...

ST\_Contains(A, B) mengembalikan TRUE jika seluruh geometri B berada di dalam A, dan tidak ada bagian B yang menyentuh batas luar A. Sementara ST\_Within(A, B) adalah kebalikannya. Dalam konteks data ini, ST\_Contains(w.geom, f.geom) mengecek apakah polygon wilayah (w) mengandung titik fasilitas (f). Penggunaan LEFT JOIN pada query ST\_Contains memastikan semua kelurahan tetap muncul meski tidak memiliki fasilitas (akan ditampilkan dengan jumlah 0). Kedua query ini menghasilkan informasi yang sama namun dari sudut pandang berbeda, dan dapat digunakan sesuai kebutuhan analisis.

## 8. Query 4: K-NN (Nearest Neighbor)

K-Nearest Neighbor (K-NN) dalam analisis spasial adalah metode untuk mencari K objek terdekat dari suatu titik referensi. Di PostGIS, K-NN diimplementasikan menggunakan operator <-> yang secara khusus dioptimasi untuk bekerja dengan spatial index (indeks GiST), sehingga pencarian berjalan sangat cepat bahkan pada dataset yang besar.

```
SQL
SELECT
    nama,
    jenis,
    ROUND(ST_Distance(
        geom::geography,
        ST_GeomFromText('POINT(105.3131 -5.3574)', 4326)::geography
    )::numeric, 2) AS jarak_meter
```

```
FROM fasilitas_publik
ORDER BY geom <-> ST_GeomFromText('POINT(105.3131 -5.3574)', 4326)
LIMIT 3;
```

Hasil:

	nama character varying (100)	jenis character varyi	jarak_meter numeric
1	Institut Teknologi Sumatera	Universitas	5.25
2	Sekolah Alam Lampung	Sekolah	848.03
3	Masjid Raya Airan	Masjid	883.70

K-NN query sangat berguna untuk aplikasi pencarian fasilitas terdekat, seperti 'cari rumah sakit terdekat dari lokasi saya' atau 'ATM terdekat dari posisi saya'. Operator `<->` bekerja dengan memanfaatkan spatial index (GiST index) yang sudah terbentuk pada kolom geom, sehingga pencarian jauh lebih efisien dibandingkan menghitung ST\_Distance untuk semua data lalu diurutkan. Hasil query ini menampilkan 3 fasilitas publik yang paling dekat dengan kampus ITERA beserta jarak aktualnya dalam meter.

## 9. Query 5: GROUP BY + Fungsi Spasial (Agregasi)

Query agregasi spasial menggabungkan fungsi agregat standar SQL (seperti COUNT, SUM, AVG) dengan fungsi spasial PostGIS (seperti ST\_Area, ST\_Contains). Kombinasi ini memungkinkan kita menghasilkan statistik spasial, seperti berapa banyak fasilitas per wilayah atau berapa kepadatan fasilitas per satuan luas.

SQL

**SELECT**

```
w.nama_kelurahan,  
w.kecamatan,  
COUNT(f.id) AS jumlah_fasilitas,  
ROUND(ST_Area(w.geom::geography)::numeric / 10000, 2) AS luas_hektar,  
ROUND(ST_Area(w.geom::geography)::numeric / 1000000, 4) AS luas_km2,  
ROUND(  
    COUNT(f.id)::numeric /  
    (ST_Area(w.geom::geography)::numeric / 1000000),  
    4) AS fasilitas_per_km2  
FROM wilayah w  
LEFT JOIN fasilitas_publik f ON ST_Contains(w.geom, f.geom)  
GROUP BY w.id, w.nama_kelurahan, w.kecamatan, w.geom  
ORDER BY fasilitas_per_km2 DESC;
```

## Hasil:

Data Output Messages Geometry Viewer X Notifications

Showing rows: 1 to 6 Page No:

	nama_kelurahan character varying (100)	kecamatan character varying (100)	jumlah_fasilitas bigint	luas_hektar numeric	luas_km2 numeric	fasilitas_per_km2 numeric
1	Kelurahan Gedong Mene...	Rajabasa	5	919.25	9.1925	0.5439
2	Kelurahan Gedong Mene...	Rajabasa	5	919.25	9.1925	0.5439
3	Kelurahan Way Huwi	Jati Agung	0	154.41	1.5441	0.0000
4	Kelurahan Hajimena	Natar	0	154.41	1.5441	0.0000
5	Kelurahan Airan	Jati Agung	0	766.02	7.6602	0.0000
6	Kelurahan Airan	Jati Agung	0	766.02	7.6602	0.0000

Query agregasi ini menghasilkan analisis kepadatan fasilitas publik per wilayah kelurahan. Kombinasi antara COUNT (fungsi agregat SQL) dan ST\_Area (fungsi spasial PostGIS) serta ST\_Contains memungkinkan kita mendapatkan gambaran distribusi fasilitas secara spasial. Kolom fasilitas\_per\_km2 menunjukkan tingkat kepadatan fasilitas; semakin tinggi nilainya berarti wilayah tersebut lebih baik dalam hal ketersediaan fasilitas publik relatif terhadap luas wilayahnya. Analisis ini berguna untuk perencanaan tata kota dan identifikasi wilayah yang kekurangan fasilitas.

## 10. Query Bonus: ST\_DWithin (Radius)

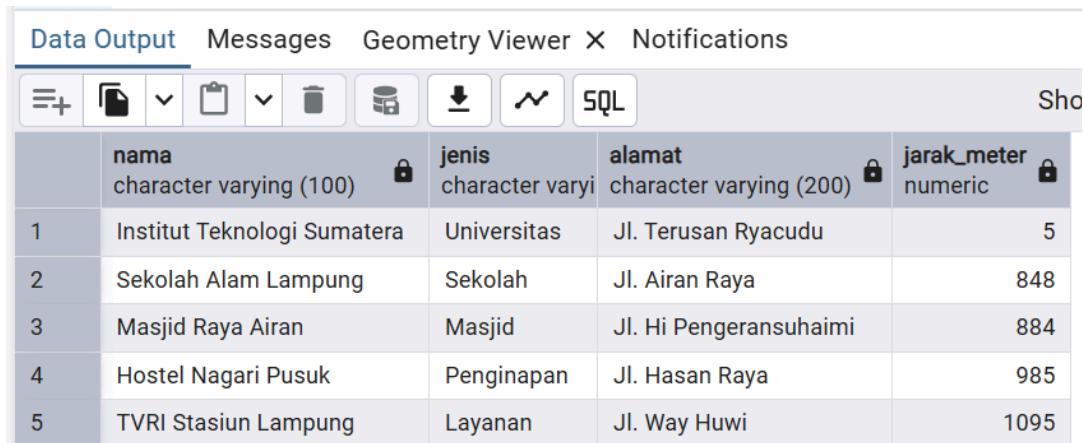
ST\_DWithin() adalah fungsi yang menguji apakah dua geometri berada dalam jarak tertentu satu sama lain. Fungsi ini lebih efisien dibandingkan menggunakan WHERE ST\_Distance(...)

< nilai\_jarak, karena ST\_DWithin memanfaatkan spatial index untuk menyaring kandidat sebelum melakukan perhitungan jarak yang lebih mahal secara komputasi.

SQL

```
SELECT
    nama,
    jenis,
    alamat,
    ROUND(ST_Distance(
        geom::geography,
        ST_GeomFromText('POINT(105.3131 -5.3574)', 4326)::geography
    )::numeric, 0) AS jarak_meter
FROM fasilitas_publik
WHERE ST_DWithin(
    geom::geography,
    ST_GeomFromText('POINT(105.3131 -5.3574)', 4326)::geography,
    2000 -- radius 2000 meter = 2 km
)
ORDER BY jarak_meter ASC;
```

## Hasil:



	nama character varying (100)	jenis character varyi	alamat character varying (200)	jarak_meter numeric
1	Institut Teknologi Sumatera	Universitas	Jl. Terusan Ryacudu	5
2	Sekolah Alam Lampung	Sekolah	Jl. Airan Raya	848
3	Masjid Raya Airan	Masjid	Jl. Hi Pengeransuhaimi	884
4	Hostel Nagari Pusuk	Penginapan	Jl. Hasan Raya	985
5	TVRI Stasiun Lampung	Layanan	Jl. Way Huwi	1095

ST\_DWithin sangat berguna untuk analisis zona pelayanan (service area analysis). Dengan menentukan radius tertentu dari suatu titik, kita bisa mengetahui fasilitas apa saja yang dapat dijangkau dalam jarak tersebut. Dalam contoh ini, radius 2 km dari kampus ITERA digunakan untuk mengidentifikasi fasilitas-fasilitas publik yang dapat diakses dengan berjalan kaki atau bersepeda dari kampus. Perbedaan utama antara ST\_DWithin dan ST\_Distance adalah efisiensi: ST\_DWithin menggunakan bounding box approximation terlebih dahulu sebelum perhitungan presisi, sehingga jauh lebih cepat untuk dataset besar.

### C. Kesimpulan

Dari seluruh query spasial yang telah dilakukan pada Praktikum 4 ini, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. ST\_Distance: Berhasil menghitung jarak antar fasilitas dalam meter menggunakan konversi ::geography yang akurat
2. ST\_Intersects: Berhasil mengidentifikasi fasilitas yang berada di dalam batas wilayah kelurahan secara spasial
3. ST\_Contains & ST\_Within: Berhasil menghitung distribusi fasilitas per wilayah dan membuktikan bahwa kedua fungsi ini saling berkebalikan
4. K-NN (Operator <->): Berhasil menemukan fasilitas-fasilitas terdekat dari titik referensi (ITERA) secara efisien menggunakan spatial index
5. GROUP BY + ST\_Area: Berhasil menghasilkan analisis kepadatan fasilitas per km<sup>2</sup> di setiap wilayah kelurahan
6. ST\_DWithin (Bonus): Berhasil mengidentifikasi semua fasilitas dalam radius 2 km dari ITERA secara efisien

Melalui praktikum ini, dapat dipahami bahwa query spasial di PostGIS memungkinkan analisis hubungan geografis yang kompleks dengan cara yang relatif mudah menggunakan bahasa SQL. Pemahaman tentang kapan menggunakan ::geography vs UTM, serta pemilihan fungsi yang tepat (ST\_Intersects vs ST\_Contains vs ST\_Within) sangat penting untuk menghasilkan analisis spasial yang akurat dan efisien.