

## **LAPORAN UAS MINI PROJECT**

### **Analisis Big Data Geospatial - Aksesibilitas Kesehatan dan Transportasi menggunakan OpenStreetMap dan OSMNX**

(Studi Kasus: Cibinong, Kabupaten Bogor)

Dosen Pengampu: Dr. Arie Wahyu Wijayanto



**Disusun oleh:**

Siti Nur Salamah

(2206048833)

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS INDONESIA**

**2025**

# DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>2</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>4</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>5</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>6</b>
1.1    Latar Belakang .....	6
1.2    Rumusan Masalah.....	6
1.3    Tujuan Penelitian .....	6
1.4    Manfaat Penelitian .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>8</b>
2.1    Big Data Geospasial .....	8
2.2 <i>Network Analysis</i> .....	8
2.3    Aksesibilitas Spasial .....	8
2.4    OpenStreetMap dan OSMNX .....	8
<b>BAB III METODOLOGI.....</b>	<b>9</b>
3.1    Lokasi Penelitian.....	9
3.2    Sumber Data.....	9
3.3 <i>Tools dan Software</i> .....	9
3.4    Tahapan Penelitian.....	9
3.5    Metode Analisis .....	9
3.5.1 <i>Network Statistics</i> .....	9
3.5.2 <i>Centrality Analysis</i> .....	9
3.5.3 <i>Accessibility Measurement</i> .....	10
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>11</b>
4.1    Karakteristik Jaringan Jalan Cibinong .....	11
4.1.1    Statistik Dasar Jaringan.....	11
4.1.2    Visualisasi Jaringan Jalan Cibinong .....	12
4.1.3    Distribusi Konektivitas <i>Nodes (Degree Nodes)</i> .....	12
4.2    Analisis <i>Network Centrality</i> .....	13
4.2.1 <i>Degree Centrality Analysis</i> .....	13
4.2.2 <i>Betweenness Centrality Analysis</i> .....	14
4.2.3 <i>Closeness Centrality Analysis</i> .....	14
4.3    Distribusi Fasilitas Kesehatan.....	15

4.3.1	Inventory Fasilitas Kesehatan .....	15
4.4	Analisis Aksesibilitas Kesehatan .....	15
4.4.1	Statistik Aksesibilitas Global .....	15
4.4.2	Klasifikasi Aksesibilitas Spasial .....	16
4.4.3	Pemetaan Aksesibilitas ( <i>Heatmap</i> ) .....	17
4.5	Visualisasi Interaktif dan <i>Spatial Analysis</i> .....	19
4.5.1	Komponen Peta Interaktif .....	19
4.5.2	<i>Insights</i> dari Visualisasi .....	20
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>21</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>22</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>22</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> Visualisasi Jaringan Jalan Cibinong .....	12
<b>Gambar 2.</b> Distribusi Degree Nodes dari Jaringan Jalan Cibinong.....	12
<b>Gambar 3.</b> Distribusi dan Box Plot Jarak ke Fasilitas Kesehatan Terdekat .....	16
<b>Gambar 4.</b> Visualisasi Klasifikasi Aksesibilitas Berdasarkan Jarak .....	17
<b>Gambar 5.</b> Heatmap Pemetaan Aksesibilitas .....	18
<b>Gambar 6.</b> Visualisasi Interaktif dan Spatial Analysis.....	19

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Statistik Dasar Jaringan Jalan Cibinong.....	11
<b>Tabel 2.</b> Data Distribusi Degree Nodes dari Jaringan Jalan Cibinong.....	13
<b>Tabel 3.</b> Top 5 Nodes - Degree Centrality .....	13
<b>Tabel 4.</b> Top 5 Nodes - Betweenness Centrality .....	14
<b>Tabel 5.</b> Top 5 Nodes - Closeness Centrality.....	14
<b>Tabel 6.</b> Jumlah Fasilitas Kesehatan .....	15
<b>Tabel 7.</b> Statistik Jarak ke Fasilitas Kesehatan Terdekat .....	15
<b>Tabel 8.</b> Klasifikasi Aksesibilitas Berdasarkan Jarak .....	16

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Aksesibilitas terhadap fasilitas kesehatan merupakan salah satu indikator kunci dalam menilai kualitas hidup masyarakat dan efektivitas sistem pelayanan kesehatan di suatu wilayah. Dalam era big data dan teknologi geospasial, analisis aksesibilitas dapat dilakukan dengan pendekatan yang lebih komprehensif dan berbasis data untuk menghasilkan *insight* yang *actionable* bagi perencanaan pembangunan infrastruktur kesehatan.

Cibinong sebagai ibu kota Kabupaten Bogor memiliki peran strategis dalam pengembangan wilayah Jabodetabek. Dengan luas wilayah yang cukup besar dan pertumbuhan populasi yang dinamis, evaluasi aksesibilitas kesehatan menjadi sangat penting untuk memastikan distribusi layanan kesehatan yang *equitable* dan efisien.

Ketersediaan data geospasial dari *OpenStreetMap* (OSM) dan kemampuan analisis yang ditawarkan oleh *library* OSMNX memungkinkan dilakukannya analisis mendalam terhadap karakteristik jaringan transportasi dan distribusi fasilitas kesehatan. Pendekatan ini memberikan *foundation* berbasis data yang dapat mendukung *evidence-based decision making* dalam perencanaan pengembangan infrastruktur kesehatan.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini akan menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut:

1. Bagaimana karakteristik jaringan jalan di Cibinong dari perspektif *network analysis*?
2. Bagaimana distribusi spasial fasilitas kesehatan (rumah sakit dan klinik) di Cibinong?
3. Bagaimana tingkat aksesibilitas masyarakat terhadap fasilitas kesehatan berdasarkan jarak jaringan jalan?
4. Area mana saja yang memiliki tingkat aksesibilitas rendah dan memerlukan prioritas pengembangan?
5. Bagaimana rekomendasi strategis untuk peningkatan aksesibilitas kesehatan di Cibinong?

### 1.3 Tujuan Penelitian

**Tujuan Umum:** Menganalisis aksesibilitas fasilitas kesehatan dan karakteristik jaringan transportasi di Kota Cibinong menggunakan pendekatan big data geospasial dengan metode *network analysis*.

**Tujuan Khusus:**

1. Menganalisis karakteristik topologi jaringan jalan Cibinong
2. Memetakan distribusi spasial rumah sakit dan klinik
3. Menghitung tingkat aksesibilitas ke fasilitas kesehatan

4. Mengidentifikasi area dengan aksesibilitas rendah
5. Membuat visualisasi interaktif untuk mendukung analisis
6. Memberikan rekomendasi untuk pengembangan infrastruktur kesehatan

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

- **Akademis:** Mengaplikasikan konsep *network analysis* pada data geospasial *real*
- **Praktis:** Memberikan *insight* untuk perencanaan pengembangan infrastruktur kesehatan
- **Kebijakan:** Mendukung pengambilan keputusan berbasis data untuk pemerintah daerah

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Big Data Geospatial

*Big data* geospasial adalah kumpulan data berukuran sangat besar yang berisi informasi lokasi geografis, seperti koordinat, alamat, atau batas wilayah. Data ini punya empat ciri utama: jumlahnya sangat banyak (*Volume*), bentuknya beragam (*Variety*), berubah dengan cepat (*Velocity*), dan kadang mengandung ketidakpastian (*Veracity*).

Salah satu contoh sumber *big data* geospasial yang terkenal adalah OpenStreetMap (OSM). OSM adalah peta digital yang dibuat dan diperbarui oleh banyak orang di seluruh dunia (*crowdsourcing*). Karena dibuat bersama-sama, datanya mencakup hampir seluruh dunia dan sering diperbarui secara berkala.

#### 2.2 Network Analysis

*Network analysis* adalah metodologi untuk menganalisis struktur dan properti jaringan yang terdiri dari *nodes* (simpul) dan *edges* (koneksi). Parameter kunci meliputi:

- ***Degree Centrality***: Mengukur jumlah koneksi langsung suatu simpul
- ***Betweenness Centrality***: Mengukur seberapa sering simpul dilalui jalur terpendek
- ***Closeness Centrality***: Mengukur kedekatan rata-rata ke semua simpul lain

#### 2.3 Aksesibilitas Spasial

Aksesibilitas spasial adalah kemudahan untuk mencapai layanan dari lokasi tertentu dengan mempertimbangkan hambatan spasial seperti jarak dan waktu tempuh. Dalam konteks kesehatan, aksesibilitas menjadi determinan penting dalam utilisasi layanan kesehatan. Dalam konteks kesehatan, aksesibilitas dipengaruhi oleh:

- Jarak geografis
- Ketersediaan transportasi
- Waktu tempuh
- Kualitas jaringan jalan

#### 2.4 OpenStreetMap dan OSMNX

OpenStreetMap adalah proyek kolaboratif untuk membuat peta dunia yang dapat diedit bebas. OSMNX adalah *library Python* yang dikembangkan untuk memfasilitasi akses, konstruksi, analisis, dan visualisasi jaringan jalan dari data OSM dengan *interface* yang *user-friendly* untuk complex network analysis.



## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Lokasi Penelitian

**Lokasi:** Cibinong, Kabupaten Bogor, Jawa Barat, Indonesia

**Alasan Pemilihan:**

- Sebagai ibu kota Kabupaten Bogor dengan dinamika pertumbuhan tinggi
- Memiliki jaringan jalan yang relatif kompleks
- Ketersediaan data OSM yang memadai

### 3.2 Sumber Data

- **Jaringan Jalan:** OpenStreetMap via OSMNX dengan *network\_type="drive"*
- **Fasilitas Kesehatan:** POI dari OSM (*amenity=hospital, amenity=clinic*)

### 3.3 Tools dan Software

- **Bahasa Pemrograman:** Python
- **Platform:** Google Colaboratory
- **Library Utama:**
  - osmnx: Akses dan analisis data OSM
  - networkx: Network analysis
  - geopandas: Manipulasi data geospasial
  - folium: Visualisasi peta interaktif
  - matplotlib, seaborn: Visualisasi data

### 3.4 Tahapan Penelitian

1. **Acquisition:** Ekstraksi jaringan jalan dan POI dari OSM
2. **Data Processing:** *Cleaning* dan *preprocessing* data geospasial
3. **Network Analysis:** Perhitungan *centrality* dan statistik jaringan
4. **Accessibility Analysis:** Analisis jarak ke fasilitas kesehatan terdekat
5. **Visualization:** Pembuatan peta interaktif dan *heatmap* aksesibilitas

### 3.5 Metode Analisis

#### 3.5.1 Network Statistics

Menggunakan *ox.basic\_stats()* untuk menghitung parameter dasar jaringan

#### 3.5.2 Centrality Analysis

- *Degree centrality:* *nx.degree\_centrality()*
- *Betweenness centrality:* *nx.betweenness\_centrality()* dengan sampling
- *Closeness centrality:* *nx.closeness\_centrality()*

### 3.5.3 *Accessibility Measurement*

Menggunakan algoritma Dijkstra untuk *shortest path* dengan klasifikasi:

- **Akses Baik:** < 1000 meter
- **Akses Sedang:** 1000-3000 meter
- **Akses Buruk:** > 3000 meter

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Karakteristik Jaringan Jalan Cibinong

##### 4.1.1 Statistik Dasar Jaringan

Berdasarkan analisis terhadap data OpenStreetMap, diperoleh karakteristik jaringan jalan Cibinong sebagai berikut:

**Tabel 1.** Statistik Dasar Jaringan Jalan Cibinong

Parameter	Nilai	Satuan
Jumlah Nodes	9,076	Simpul
Jumlah Edges	21,666	Segmen
Konektivitas Rata-rata ( $k_{avg}$ )	4.77	-
Panjang Total Jaringan	1,284,024	Meter
Rata-rata Panjang Edge	59.26	Meter
Jumlah Intersection	6,333	Simpul
Panjang Total Street	674,019	Meter
Rata-rata Panjang Street	60.36	Meter
Average Circuity	1.07	-

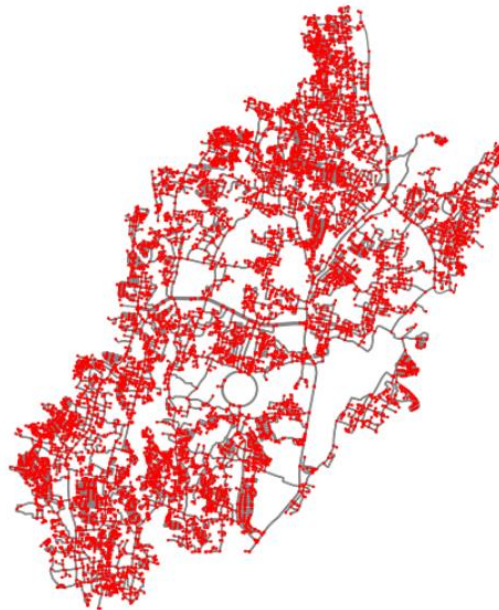
#### Interpretasi Hasil:

Jaringan jalan Cibinong menunjukkan karakteristik yang sangat berkembang dengan total 9,076 *nodes* dan 21,666 *edges*, mengindikasikan infrastruktur jalan yang kompleks dan dense. Total panjang jaringan mencapai 1.28 juta meter (1,284 km), menunjukkan *coverage* yang *extensive* untuk wilayah Cibinong.

Konektivitas rata-rata 4.77 menunjukkan bahwa setiap simpul rata-rata terhubung dengan hampir 5 simpul lain, mengindikasikan *network* yang *well-connected* dengan *redundancy* yang baik. Nilai *circuity* 1.07 yang mendekati 1.0 menunjukkan struktur jalan yang relatif efisien dengan minimal *detour*.

#### 4.1.2 Visualisasi Jaringan Jalan Cibinong

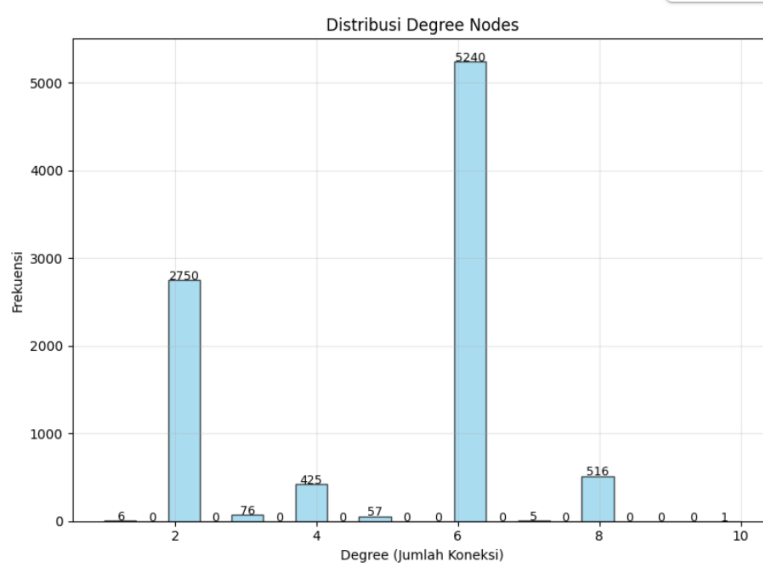
Jaringan Jalan Cibinong



**Gambar 1.** Visualisasi Jaringan Jalan Cibinong

Visualisasi jaringan jalan menunjukkan bahwa wilayah Cibinong memiliki struktur jaringan jalan yang cukup kompleks dan padat, terutama pada area tengah dan barat daya. Titik-titik simpul (*nodes*) yang terhubung dengan garis-garis jalan (*edges*) tersebar merata, menunjukkan adanya jaringan jalan lokal yang luas. Terlihat pula beberapa area dengan pola *grid* (teratur) serta area dengan percabangan lebih bebas, mengindikasikan kombinasi antara zona permukiman teratur dan jalan-jalan arteri atau utama.

#### 4.1.3 Distribusi Konektivitas *Nodes* (*Degree Nodes*)



**Gambar 2.** Distribusi *Degree Nodes* dari Jaringan Jalan Cibinong

Distribusi *degree nodes* dari jaringan jalan Cibinong ditunjukkan melalui histogram di **Gambar 2**. Data menunjukkan distribusi sebagai berikut:

**Tabel 2.** Data Distribusi *Degree Nodes* dari Jaringan Jalan Cibinong

Degree	Interpretasi	Jumlah Node	Proporsi Perkiraan
1	Dead-end (jalan buntu)	6	Sangat kecil
2	Through street (jalan lurus)	2.750	~31.2%
3	T-intersection (perempatan T)	76	<1%
4	Cross intersection (simpang 4)	425	~4.8%
5	Kompleks intersection	57	~0.6%
6	Koneksi lebih kompleks	5.240	~59.4%
8	Kompleksitas tinggi	516	~5.9%
10	Sangat kompleks	1	Sangat kecil

**Note:** Nilai proporsi dihitung berdasarkan estimasi dari visualisasi, bukan total persentase eksak.

Distribusi *degree nodes* pada jaringan jalan Cibinong menunjukkan bahwa sebagian besar simpul memiliki derajat konektivitas sebesar 6 (sekitar 59,4%), yang mencerminkan tingkat keterhubungan tinggi dan kemungkinan adanya simpul-simpul kompleks seperti bundaran atau simpang tidak sebidang. Selain itu, sekitar 31,2% simpul merupakan jalan lurus (*degree 2*), yang umum ditemukan pada jaringan jalan perumahan atau kawasan dengan pola grid sederhana. Jumlah simpul dengan *degree 3* (simpang T) dan 4 (simpang 4 arah) relatif sedikit, yang tidak lazim pada jaringan jalan perkotaan konvensional. Hal ini menunjukkan bahwa jaringan jalan di Cibinong memiliki struktur campuran antara jaringan teratur dan organik, dengan karakteristik keterhubungan yang tinggi dan relatif minim *dead-end*, sehingga mendukung mobilitas dan aksesibilitas yang baik di sebagian besar wilayah.

## 4.2 Analisis *Network Centrality*

### 4.2.1 *Degree Centrality Analysis*

**Tabel 3.** Top 5 Nodes - *Degree Centrality*

Rank	Node ID	Degree Centrality
1	1787973378	0.0011
2	1787969511	0.0009
3	1787972446	0.0009

4	1787972472	0.0009
5	1787973042	0.0009

#### 4.2.2 *Betweenness Centrality Analysis*

**Tabel 4.**Top 5 Nodes - *Betweenness Centrality*

Rank	Node ID	Betweenness Centrality
1	3120469694	0.2526
2	3120469632	0.2525
3	5209742453	0.2110
4	1787973336	0.2067
5	5309961845	0.2062

#### 4.2.3 *Closeness Centrality Analysis*

**Tabel 5.** Top 5 Nodes - *Closeness Centrality*

Rank	Node ID	Betweenness Centrality
1	3120469694	0.2526
2	3120469632	0.2525
3	5209742453	0.2110
4	1787973336	0.2067
5	5309961845	0.2062

#### **Interpretasi:**

Analisis *centrality* pada jaringan jalan Cibinong mengungkapkan bahwa simpul dengan *degree centrality* tertinggi (Node 1787973378 sebesar 0.0011) merupakan titik dengan koneksi langsung terbanyak yang menunjukkan peran simpul tersebut sebagai pusat aktivitas lokal atau simpang utama. Sementara itu, nilai *betweenness centrality* yang sangat tinggi (hingga 0.2526 pada Node 3120469694) menunjukkan bahwa simpul-simpul ini berfungsi sebagai penghubung kritis antara berbagai jalur dalam jaringan, menjadikannya titik-titik rawan kemacetan sekaligus vital dalam menjaga kelancaran lalu lintas. Sedangkan *closeness centrality* tertinggi (Node 7062118040 sebesar 0.0253) menunjukkan simpul dengan akses paling efisien ke seluruh jaringan, mencerminkan posisi geografis yang sangat strategis. Secara keseluruhan, simpul-simpul tersebut memainkan peran penting baik dalam keterhubungan lokal maupun aliran lalu lintas global dalam jaringan jalan Cibinong.

### 4.3 Distribusi Fasilitas Kesehatan

#### 4.3.1 Inventory Fasilitas Kesehatan

**Tabel 6.** Jumlah Fasilitas Kesehatan

Jenis Fasilitas	Jumlah	Persentase	Service Level
Rumah Sakit	7	77.8%	Secondary/Tertiary
Klinik	2	22.2%	Primary Care
Total	9	100%	Mixed

#### Analisis Distribusi:

Cibinong memiliki total 9 fasilitas kesehatan dengan komposisi yang didominasi oleh rumah sakit (77.8%). *Ratio* ini menunjukkan fokus pada *secondary* dan *tertiary care*, namun relatif terbatas untuk *primary care facilities*. Distribusi ini mengindikasikan bahwa Cibinong berfungsi sebagai regional *health hub* untuk wilayah sekitarnya.

### 4.4 Analisis Aksesibilitas Kesehatan

#### 4.4.1 Statistik Aksesibilitas Global

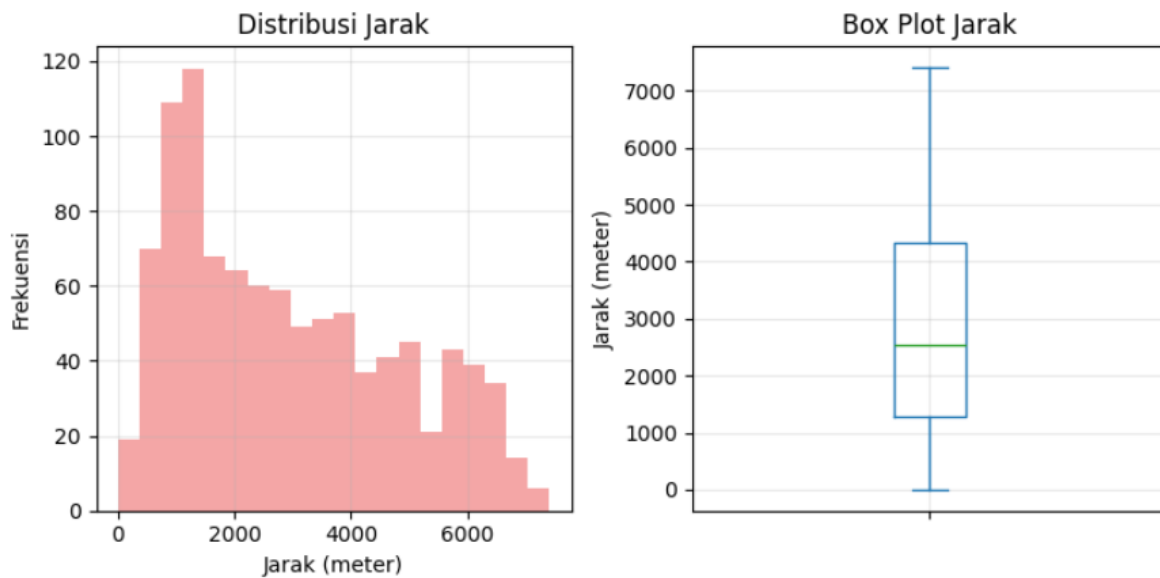
Berdasarkan analisis terhadap 1,000 *sample nodes*, diperoleh statistik aksesibilitas sebagai berikut:

**Tabel 7.** Statistik Jarak ke Fasilitas Kesehatan Terdekat

Parameter	Nilai	Satuan
Jarak Minimum	0	Meter
Jarak Maksimum	7,555	Meter
Jarak Rata-rata	2,958	Meter
Jarak Median	2,640	Meter
Range	7,555	Meter

#### Interpretasi Statistik Aksesibilitas:

Jarak rata-rata ke fasilitas kesehatan sebesar 2.958 meter (sekitar 3 kilometer) menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah di Cibinong memiliki akses yang cukup baik ke layanan kesehatan. Namun, adanya jarak maksimum hingga 7.555 meter (sekitar 7,5 km) menandakan bahwa masih ada beberapa area, terutama di pinggiran kota, yang cukup jauh dari fasilitas kesehatan. Selain itu, karena nilai rata-rata (mean) lebih besar dari nilai tengah (median), ini menunjukkan bahwa kebanyakan daerah memiliki akses lebih dekat dari rata-rata, tetapi ada beberapa lokasi yang sangat jauh, sehingga membuat nilai rata-rata menjadi lebih tinggi. Pola ini menggambarkan kondisi di mana sebagian besar penduduk cukup dekat dengan layanan kesehatan, namun ada beberapa wilayah yang perlu mendapat perhatian lebih dalam hal aksesibilitas. Berikut distribusi dan boxplot jarak ke fasilitas kesehatan terdekatnya:



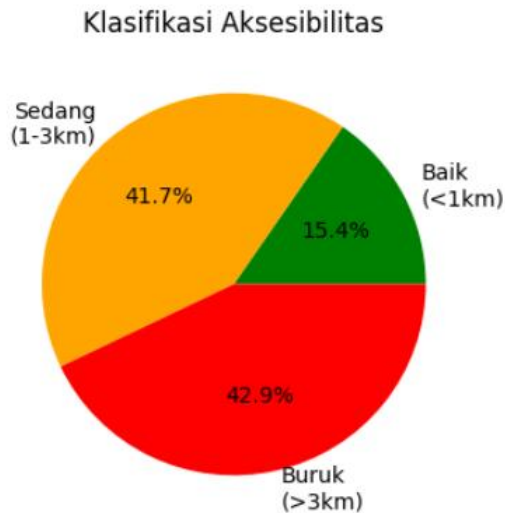
**Gambar 3.** Distribusi dan Box Plot Jarak ke Fasilitas Kesehatan Terdekat

#### 4.4.2 Klasifikasi Aksesibilitas Spasial

**Tabel 8.** Klasifikasi Aksesibilitas Berdasarkan Jarak

Kategori Akses	Kriteria	Jumlah Areas	Persentase	Interpretasi
Baik	< 1000m	150	15.0%	Akses sangat baik
Sedang	1000-3000m	409	40.9%	Akses cukup memadai
Buruk	> 3000m	441	44.1%	Akses buruk/perlu perhatian
Total	-	1,000	100%	Kondisi aksesibilitas campuran





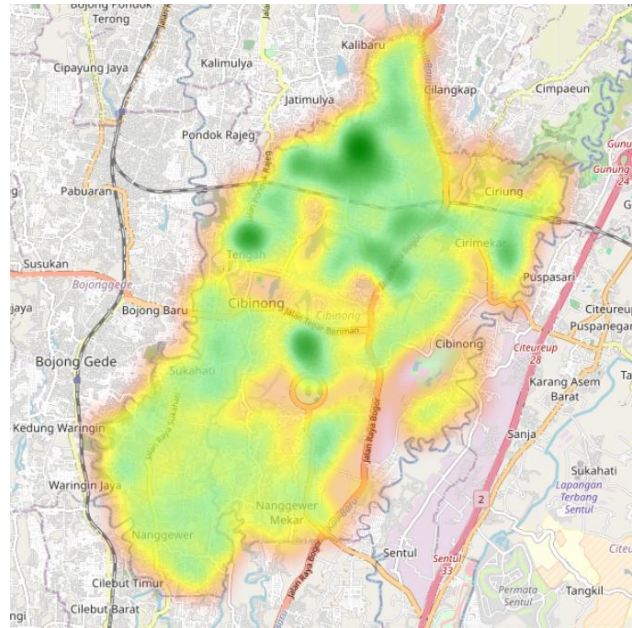
**Gambar 4.** Visualisasi Klasifikasi Aksesibilitas Berdasarkan Jarak

**Interpretasi:**

Distribusi klasifikasi aksesibilitas menunjukkan bahwa hanya 15.4% area yang memiliki akses sangat baik ke fasilitas kesehatan (jarak < 1 km). Sebagian besar wilayah (41.7%) tergolong dalam akses sedang (1–3 km), sementara proporsi terbanyak yaitu 42.9% termasuk dalam kategori akses buruk (jarak > 3 km). Hal ini menandakan bahwa lebih dari 40% area di Cibinong masih menghadapi tantangan akses dan perlu menjadi fokus perhatian dalam perencanaan infrastruktur kesehatan, terutama di wilayah pinggiran yang kemungkinan menjadi kontributor utama dalam kategori akses buruk.

**4.4.3 Pemetaan Aksesibilitas (*Heatmap*)**

Pemetaan spasial berbasis *heatmap* digunakan untuk menggambarkan tingkat aksesibilitas penduduk terhadap fasilitas kesehatan di wilayah Kecamatan Cibinong dan sekitarnya. Warna pada peta merepresentasikan intensitas aksesibilitas berdasarkan jarak minimum dari masing-masing simpul jaringan jalan ke fasilitas kesehatan terdekat (rumah sakit dan klinik). Berikut hasil pemetaannya:

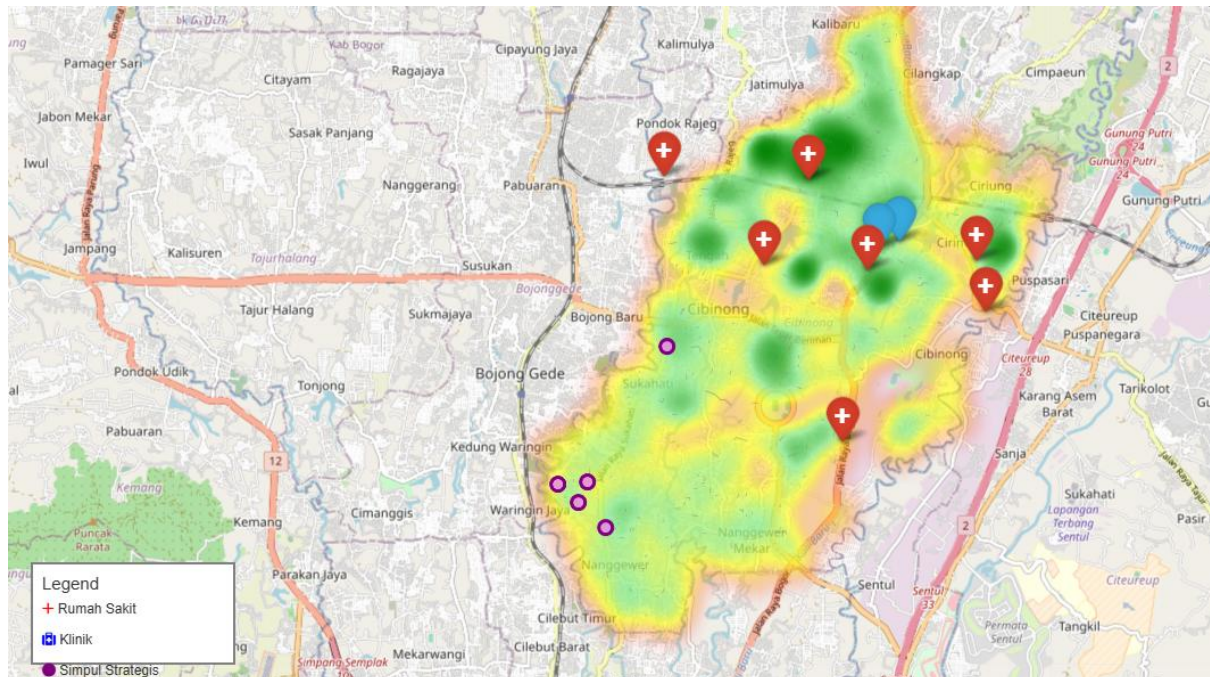


**Gambar 5.** Heatmap Pemetaan Aksesibilitas

- Area berwarna **hijau tua** menunjukkan wilayah yang memiliki akses paling baik, yaitu jarak yang relatif sangat dekat ke fasilitas kesehatan. Area ini terutama terkonsentrasi di bagian utara dan tengah Kecamatan Cibinong, termasuk Kelurahan Cirimekar, Ciriung, dan sekitarnya. Kepadatan fasilitas kesehatan dan keterhubungan jaringan jalan di wilayah ini cukup tinggi, memungkinkan penduduk untuk mencapai layanan kesehatan dalam waktu yang singkat.
- **Warna kuning hingga jingga** menggambarkan wilayah dengan tingkat aksesibilitas sedang hingga rendah, yang tersebar di bagian barat dan selatan wilayah studi seperti Kelurahan Nanggewer Mekar, Sukahati, dan Bojong Baru. Di area ini, meskipun terdapat beberapa jaringan jalan, distribusi fasilitas kesehatan tidak merata sehingga meningkatkan jarak tempuh penduduk ke titik layanan terdekat.
- Area berwarna **merah** mengindikasikan wilayah yang memiliki akses paling buruk, di mana simpul-simpul jaringan jalan relatif jauh dari fasilitas kesehatan. Wilayah dengan warna ini umumnya berada di perbatasan selatan dan barat daya wilayah studi. Hal ini menunjukkan bahwa penduduk di wilayah tersebut perlu waktu lebih lama untuk menjangkau rumah sakit atau klinik yang bisa menjadi perhatian dalam penyusunan rencana pembangunan fasilitas baru.

## 4.5 Visualisasi Interaktif dan *Spatial Analysis*

Berikut adalah hasil visualisasi interaktif dan *spatial analysis* dari daerah Cibinong:



**Gambar 6.** Visualisasi Interaktif dan *Spatial Analysis*

Berikut penjelasan lengkapnya:

### 4.5.1 Komponen Peta Interaktif

Peta interaktif yang ditampilkan memuat beberapa lapisan informasi spasial yang berkontribusi dalam analisis distribusi dan aksesibilitas fasilitas kesehatan di wilayah Cibinong dan sekitarnya:

- **Health Facilities Layer:**
  - **7 Rumah Sakit**, ditandai dengan **marker merah berikon plus (+)**, tersebar merata di wilayah tengah dan timur Cibinong.
  - **Klinik**, ditunjukkan dengan **marker biru berikon medkit**, terkonsentrasi di wilayah yang sama dengan rumah sakit, menunjukkan adanya pengelompokan fasilitas layanan kesehatan di area tersebut.
- **Accessibility Heatmap:**
  - **Warna hijau** menunjukkan area dengan aksesibilitas tinggi terhadap fasilitas kesehatan.
  - **Warna kuning** menunjukkan area dengan akses sedang, dan
  - **Warna merah** menunjukkan area dengan akses rendah.
  - *Heatmap* ini menunjukkan bahwa akses terbaik terpusat di daerah Cibinong Tengah dan Timur, dengan menurunnya akses di wilayah barat dan selatan.

- **Strategic Nodes (Simpul Strategis):**
  - Ditandai dengan lingkaran ungu, mewakili 5 titik dengan *degree centrality* tertinggi yang menunjukkan simpul jaringan transportasi atau lokasi penting dalam sistem distribusi akses layanan kesehatan.
  - Titik-titik ini cenderung berada di pinggiran area dengan aksesibilitas tinggi, berfungsi sebagai penghubung antara wilayah akses tinggi dan rendah.

#### 4.5.2 *Insights* dari Visualisasi

- **Distribusi Tidak Merata:** Rumah sakit dan klinik terkonsentrasi di wilayah timur dan tengah Cibinong, meninggalkan wilayah barat dan selatan dengan akses terbatas terhadap layanan kesehatan. Hal ini tercermin dari wilayah dengan gradasi kuning-merah pada *heatmap*.
- **Ketimpangan Akses:** Peta mengindikasikan adanya ketimpangan spasial dalam akses terhadap fasilitas kesehatan. Penduduk di sekitar **Waringin Jaya dan Bojong Gede** memiliki tingkat akses yang lebih rendah dibandingkan area pusat Cibinong.
- **Peran Simpul Strategis:** Titik-titik simpul strategis berpotensi dijadikan lokasi prioritas untuk pembangunan fasilitas baru atau peningkatan infrastruktur transportasi, guna memperluas jangkauan layanan kesehatan.
- **Kepadatan vs Kebutuhan:** Meskipun fasilitas terkonsentrasi di pusat, area tersebut menunjukkan kepadatan tinggi (warna hijau pada *heatmap*), yang mungkin menandakan **beban layanan** yang besar dan kebutuhan akan fasilitas tambahan.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Penelitian ini menyimpulkan bahwa Cibinong memiliki jaringan jalan yang kompleks dan efisien dengan konektivitas tinggi, ditunjukkan oleh tingginya jumlah *node* dan *intersection* serta rasio *circuitry* yang rendah. Namun, distribusi fasilitas kesehatan masih belum merata, dengan 77,8% berupa rumah sakit dan hanya 22,2% klinik, terkonsentrasi di wilayah pusat dan menciptakan kesenjangan layanan di area pinggiran. Aksesibilitas masyarakat terhadap fasilitas kesehatan tergolong sedang, dengan jarak rata-rata hampir 3 km dan sekitar 44,1% area berada dalam kategori akses buruk ( $>3$  km), menandakan ketimpangan spasial yang signifikan. Pola aksesibilitas menunjukkan struktur konsentris, di mana pusat kota memiliki akses terbaik dan semakin menurun ke arah luar.

Sebagai langkah awal, disarankan pembangunan fasilitas primer di zona merah (jarak  $>5$  km), penyediaan layanan klinik keliling, serta peningkatan transportasi publik dan infrastruktur menuju fasilitas kesehatan. Untuk jangka menengah, perlu dikembangkan jaringan fasilitas terstruktur secara hierarkis, sistem rujukan yang jelas, serta integrasi infrastruktur digital dan transportasi multimoda. Dalam jangka panjang, pembentukan ekosistem kesehatan regional dan pemanfaatan teknologi seperti IoT dan *machine learning* menjadi penting. Penelitian ini memberikan kontribusi metodologis melalui integrasi data terbuka dan analisis spasial, serta menawarkan kerangka perencanaan berbasis bukti untuk peningkatan akses kesehatan yang merata dan berkelanjutan. Keberhasilan implementasi rekomendasi ini akan sangat bergantung pada kolaborasi antarpemangku kepentingan, termasuk pemerintah, penyedia layanan kesehatan, rencana kota, dan masyarakat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Boeing, G. (2017). OSMnx: New methods for acquiring, constructing, analyzing, and visualizing complex street networks. *Computers, Environment and Urban Systems*, 65, 126-139.
- Neutens, T. (2015). Accessibility, equity and health care: Review and research directions for transport geographers. *Journal of Transport Geography*, 43, 14-27.
- Hagberg, A., Swart, P., & Chult, D. S. (2008). Exploring network structure, dynamics, and function using NetworkX. *Proceedings of the 7th Python in Science Conference*, 11-15.
- OpenStreetMap Foundation. (2025). *OpenStreetMap*. Retrieved June 2025, from <https://www.openstreetmap.org>
- World Health Organization. (2013). *Research for universal health coverage: World health report 2013*. World Health Organization.

## LAMPIRAN

Berikut lampiran *codingannya*:

[Code UAS Andat Siti Nur Salamah](#)