

**ANALISIS SPASIAL KEPADATAN BANGUNAN PERMUKIMAN DI  
KECAMATAN SUKABUMI TAHUN 2014 DAN 2024 SERTA  
KESESUAIANNYA TERHADAP RTRW**

**(Skripsi)**

Oleh

**Ichlasul Adha Tonandri**

**2055013006**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2026**

**ANALISIS SPASIAL KEPADATAN BANGUNAN PERMUKIMAN DI  
KECAMATAN SUKABUMI TAHUN 2014 DAN 2024 SERTA  
KESESUAIANNYA TERHADAP RTRW**

**Oleh**

**Ichlasul Adha Tonandri**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNIK**

**Pada**

**Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2026**

## ABSTRAK

### ANALISIS SPASIAL KEPADATAN BANGUNAN PERMUKIMAN DI KECAMATAN SUKABUMI TAHUN 2014 DAN 2024 SERTA KESESUAIANNYA TERHADAP RTRW

Oleh

ICHLASUL ADHA TONANDRI

Pertumbuhan penduduk dan perkembangan Kota Bandar Lampung dalam sepuluh tahun terakhir telah mendorong peningkatan pembangunan permukiman secara signifikan di berbagai wilayah, khususnya di Kecamatan Sukabumi. Kondisi tersebut menyebabkan perubahan pola persebaran bangunan serta pergeseran tingkat kepadatan permukiman di berbagai wilayah kelurahan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perkembangan kepadatan permukiman pada tahun 2014 dan 2024 serta menganalisis kesesuaian sebaran permukiman terhadap RTRW.

Data yang digunakan meliputi batas administrasi Kecamatan Sukabumi, Citra Google Earth tahun 2014 dan 2024 dan Peta RTRW Kota Bandar Lampung. Metode yang digunakan *Kernel Density Estimation* (KDE), klasifikasi tingkat kepadatan menggunakan metode *Natural Breaks* (Jenks), serta uji kesesuaian terhadap RTRW melalui teknik *overlay*. Seluruh proses analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan bangunan permukiman di Kecamatan Sukabumi mengalami peningkatan selama periode 2014-2024. Luas wilayah dengan kepadatan bangunan permukiman meningkat dari 200,07 ha pada tahun 2014 menjadi 299,88 ha di tahun 2024 sehingga terjadi penambahan luas kepadatan bangunan permukiman sebesar 99,81 hektar selama periode sepuluh tahun. Perkembangan permukiman tidak hanya terkonsentrasi di wilayah utara, tetapi juga meluas ke wilayah tengah dan selatan kecamatan. Analisis kesesuaian terhadap RTRW menunjukkan bahwa luas permukiman sesuai RTRW meningkat dari 158,51 ha (79,22%) pada tahun 2014 menjadi 235,89 ha (78,66%) pada tahun 2024. Sementara itu, luas permukiman tidak sesuai RTRW meningkat dari 41,57 ha (20,78%) menjadi 63,99 ha (21,34%). Ketidaksesuaian tersebut didominasi oleh kawasan perdagangan dan jasa serta peruntukan industri. Secara umum, perkembangan permukiman di Kecamatan Sukabumi masih didominasi oleh kawasan sesuai RTRW, meskipun terjadi peningkatan pemanfaatan ruang pada kawasan yang tidak diperuntukkan sebagai permukiman.

**Kata kunci:** Kepadatan permukiman, *Kernel Density*, Sukabumi Bandar Lampung.

## ABSTRACT

### SPATIAL ANALYSIS OF RESIDENTIAL BUILDING DENSITY IN SUKABUMI DISTRICT IN 2014 AND 2024 AND ITS CONFORMITY WITH THE SPATIAL PLANNING (RTRW)

By

ICHLASUL ADHA TONANDRI

Population growth and urban development in Bandar Lampung City over the last decade have significantly increased residential development in various areas, particularly in Sukabumi District. This condition has led to changes in the spatial distribution of buildings and shifts in settlement density levels across different urban villages. This study aims to analyze the development of settlement density in 2014 and 2024 and to assess the conformity of settlement distribution with the Regional Spatial Plan (RTRW). The data used in this study include the administrative boundary map of Sukabumi District, Google Earth imagery from 2014 and 2024, and the RTRW map of Bandar Lampung City. The methods employed consist of Kernel Density Estimation (KDE) for density analysis, Natural Breaks (Jenks) classification for settlement density categorization, and overlay analysis to evaluate the conformity of settlement distribution with the RTRW. All analyses were conducted using Geographic Information System (GIS) software. The results showed that residential building density in Sukabumi District increased during the 2014-2024 period. The area occupied by residential buildings increased from 200.07 ha in 2014 to 299.88 ha in 2024, resulting in an additional 99.81 ha of residential built-up area over the ten-year period. Settlement development was not only concentrated in the northern part of the district but also expanded toward the central and southern areas. The conformity analysis with the RTRW shows that the area of settlements conforming to the spatial plan increased from 158.51 ha (79.22%) in 2014 to 235.89 ha (78.66%) in 2024. Meanwhile, non-conforming settlements increased from 41.57 ha (20.78%) to 63.99 ha (21.34%). These non-conforming settlements were predominantly located within commercial and service areas as well as industrial zones. Overall, settlement development in Sukabumi District remains largely aligned with the RTRW; however, the increase in settlements located within non-designated areas indicates the need for improved spatial planning control and land-use management.

**Keywords:** *Residential density, Kernel Density, Sukabumi Bandar Lampung.*

## HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Analisis Spasial Kepadatan Bangunan  
Permukiman di Kecamatan Sukabumi  
Tahun 2014 dan 2024 Serta Kesesuaiannya  
Terhadap RTRW

Nama Mahasiswa : Ichlasul Adha Tonandri

Nomor Pokok Mahasiswa : 2055013006

Jurusan : Teknik Geodesi

Fakultas : Teknik



1. Komisi Pembimbing

Pembimbing 1

Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D

NIP. 196705141993031002

Pembimbing 2

Rahma Anisa, S.T., M.Eng

NIP. 199307162020122032

## MENGETAHUI

2. Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika

Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM

NIP. 196410121992031002

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua**

**: Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.** .....



**Sekretaris**

**: Rahma Anisa, S.T., M.Eng.** .....



**Penguji Utama Bukan Pembimbing : Tika Christy Novianti, S.T., M.Eng.** .....



**2. Dekan Fakultas Teknik**



**Dr. Ahmad Herison, S.T., M.T.**

**NIP. 196910302000031001**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 21 Mei 2026**

## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ichlasul Adha Tonandri  
Nomor Pokok Mahasiswa : 2055013006  
Program Studi : Teknik Geodesi  
Jurusan : Teknik Geodesi dan Geomatika  
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis di dalam Skripsi ini adalah hasil karya yang saya kerjakan sendiri. Berdasarkan pengetahuan dan informasi yang saya dapatkan. Skripsi ini berisikan material yang saya buat sendiri dan hasil rujukan dari beberapa sumber lain seperti buku dan jurnal yang telah dipublikasikan sebelumnya dengan kata lain bukanlah hasil plagiat dari karya orang lain. Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, maka saya bersedia menanggung segala akibat yang ada dan sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 18 Juni 2026



Ichlasul Adha Tonandri

2055013006

## RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Kota Bandar Lampung pada tanggal 22 Februari 2002 yang merupakan anak kedua dari tiga bersaudara pasangan Bapak Drs. Tohir Hasyim dan Ibu Dra. Ayunandri. Jenjang akademis penulis di mulai dengan menyelesaikan pendidikan di TK Ibnurusyd Kotabumi Lampung Utara pada tahun 2008, SD Islam Ibnurusyd Kotabumi Lampung Utara pada tahun 2014, SMP Negeri 7 Kotabumi Lampung Utara pada tahun 2017, SMA Negeri 3 Kotabumi Lampung Utara pada tahun 2020, Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Perguruan Tinggi Negeri pada tahun 2020 sebagai mahasiswa Prodi S1 Teknik Geodesi, Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam berbagai organisasi kemahasiswaan diantaranya menjadi Sekretaris Dinas Kajian dan Aksi Strategis Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Universitas Lampung pada periode 2022/2023, Anggota Departemen Kaderisasi Himpunan Mahasiswa Geodesi (HIMAGES) Universitas Lampung pada periode 2022/2023. Pada Januari 2023 penulis mengikuti Kemah Kerja (KK) dalam pembuatan “Peta Batas Dusun“ tepatnya di Dusun Marga Taqwa, Kelurahan Natar, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan. Kemudian penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Bina Karya Buana, Kecamatan Rumbia, Kabupaten Lampung Tengah pada bulan Juli 2023. Agustus 2023, Penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di PT. Loeh Raya Perkasa, dengan kegiatan Pembangunan Pengaman Pantai Canti dan Banding Kabupaten Lampung Selatan. Pada bulan April 2025 penulis melaksanakan penelitian Skripsi dengan judul “Analisis Spasial Kepadatan Bangunan Permukiman di Kecamatan Sukabumi Tahun 2014 dan 2024 Serta Kesesuaiannya Terhadap RTRW“ .

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Subhanawata'ala berkat rahmat dan kuasa-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ **Analisis Spasial Kepadatan Bangunan Permukiman di Kecamatan Sukabumi Tahun 2014 dan 2024 Serta Kesesuaiannya Terhadap RTRW** ”. Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan untuk meraih gelar tingkat sarjana (S1) Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk pengembangan penulisan selanjutnya dan demi penyempurnaan penulisan skripsi ini. Harapan penulis penelitian ini dapat memberi manfaat dan berguna bagi penulis dan masyarakat luas serta dapat dipahami bagi siapapun yang membacanya.

Bandar Lampung, 17 Juni 2026

Penulis

**Ichlasul Adha Tonandri**

2055013006

## PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan segala puja dan puji syukur kepada Allah SWT Tuhan yang Maha Esa dan atas dukungan dan do'a dari orang-orang tercinta, akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, dengan rasa bangga dan bahagia saya haturkan rasa syukur dan terimakasih saya kepada :

Kedua orang tua tercinta saya Papi Tohir Hasyim dan mami Ayunandri yang selalu menjadi panutan dan penyemangat penulis, yang tak henti-hentinya mendoakan, memberikan kasih sayang dengan penuh cinta, dukungan, serta motivasi untuk penulis.

Seluruh Keluarga Tersayang yang selalu mendoakan serta memberikan tenaga, bantuan, dan semangat serta menemani penulis dalam proses menyelesaikan Skripsi ini.

Tak lupa kepada diri sendiri, terimakasih sudah bertahan sejauh ini, dan tidak pernah berhenti berusaha serta berdoa untuk menyelesaikan Skripsi ini

**ALMAMATER TERCINTA**

**UNIVERSITAS IAMPUNG**

## **MOTTO**

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

**(QS. Al-Insyirah : 5-6)**

“Aku membahayakan nyawa ibu untuk lahir ke dunia, jadi tidak mungkin aku tidak ada artinya”

“non es ad astra mollis e terris via”

“Tidak ada jalan yang mudah dari bumi menuju bintang”

**(Seneca, Filsuf Yunani Kuno)**

“Hidup yang tidak diuji, tidak layak dijalani”

**(Socrates)**

“Mimpi yang mendukung sukses itu bukan mimpi yang kita temui pada saat kita tidur, itu disebut bunga mimpi, tetapi mimpi yang mendukung sukses itu adalah mimpi yang membuat kita tidak bisa tidur”

**(Cristiano Ronaldo)**

## SANWACANA

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, yang memberikan nikmat, anugerah, dan bimbingan-Nya kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi dengan judul “**Analisis Spasial Kepadatan Bangunan Permukiman Di Kecamatan Sukabumi Tahun 2014 dan 2024 serta Kesesuaiannya terhadap RTRW**”. Skripsi ini penulis susun dengan tujuan untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan Tugas Akhir Program Strata-1 di Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik, antara lain:

1. Bapak Dr. Ahmad Herison, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik
2. Bapak Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi Geomatika Universitas Lampung.
3. Bapak Romi Fadly, S.T., M. Eng., selaku kordinator skripsi program studi S1 Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung.
4. Bapak Ir. Ahmad Zakaria, IT., M.T., PH.D., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih atas kesabaran, ilmu, serta masukan dan saran yang telah bapak berikan.
5. Ibu Rahma Anisa, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang telah mengarahkan dan membimbing, meluangkan waktu untuk memberikan ilmu pengetahuan dan wawasan selama penelitian berlangsung hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Ibu Tika Christy, S.T., M.Eng., selaku Dosen Penguji skripsi yang telah

memberikan kritik dan saran yang Ibu sampaikan, sehingga dapat menjadi masukan dan dapat membantu penulis untuk menyelesaikan penelitian dan laporan skripsi ini.

7. Ibu Rizka Mayasari, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
8. Kepada kedua orang tua dan kakakku, mami, papi, dan uwo yang selalu memberikan doa, semangat dan motivasi.
9. Kepada sahabat - sahabatku dari kecil yang telah mendengarkan keluh kesah dan membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman – teman mahasiswa Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika UNILA angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan bagi penulis.

Semoga skripsi ini dapat menjadi sumber referensi untuk meningkatkan pengetahuan bagi pembaca. Penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan atau kekurangan dalam pelaksanaan dan penulisan laporan. Demikian yang dapat penulis sampaikan, atas perhatian semua pihak dan kontribusinya penulis sampaikan terima kasih.

Bandar Lampung, 17 Juni 2026

Penulis

Ichlasul Adha Tonandri

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>iv</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	5
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian.....	6
1.5. Ruang Lingkup Penelitian .....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>8</b>
2.1. Peneliti Terdahulu .....	8
2.2. Kepadatan Bangunan Permukiman .....	13
2.3. Perubahan Penggunaan Lahan.....	15
2.4. Citra Google Earth.....	15
2.5. Metode <i>Kernel Density</i> .....	16
2.6. Sistem Informasi Geografis (SIG).....	17
2.7. Metode Klasifikasi <i>Natural Breaks (Jenks)</i> .....	18
2.8. <i>Overlay</i> .....	19
2.9. Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) .....	19
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>21</b>
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian .....	21
3.2. Alat dan Data .....	22
3.2.1. Alat yang Digunakan .....	22
3.2.2. Data yang Digunakan.....	22
3.3. Diagram Alir Penelitian.....	23
3.4. Tahap Pelaksanaan .....	24
3.4.1. Studi Literatur.....	24
3.4.2. Pengumpulan Data.....	24
3.4.3. Pengolahan Data .....	24
3.4.3.1. <i>Georeferencing</i> Citra .....	25
3.4.3.2. <i>Cropping</i> Citra .....	30
3.4.3.3. Digitasi Bangunan Permukiman .....	32
3.4.3.4. <i>Cek Topology</i> .....	33
3.4.3.5. Konversi <i>Polygon</i> ke Titik Permukiman.....	38
3.4.3.6. Pengolahan Data Menggunakan Metode <i>Kernel Density</i> .....	39
3.4.3.7. Klasifikasi Tingkat Kepadatan.....	40
3.4.3.8. Analisis Perubahan Kepadatan Permukiman .....	42
3.5. <i>Overlay</i> Peta Sebaran Permukiman terhadap Peta RTRW .....	42

<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>47</b>
4.1. Peta Persebaran Bangunan Permukiman Tahun 2014 dan 2024 .....	47
4.1.2. Perbandingan Persebaran Permukiman Tahun 2014 dan 2024.....	50
4.2. Hasil Kepadatan Bangunan Permukiman Tahun 2014 dan 2024.....	51
4.2.1. Tingkat Kepadatan Permukiman Tahun 2014 .....	52
4.2.2. Tingkat Kepadatan Permukiman Tahun 2024 .....	54
4.2.3. Perubahan Tingkat Kepadatan Bangunan Permukiman Tahun 2014 - 2024.....	57
4.3. Hasil Kesesuaian Kepadatan Permukiman terhadap RTRW .....	59
4.3.1. Kesesuaian Peta Sebaran Permukiman Tahun 2014 .....	60
4.3.2. Kesesuaian Peta Sebaran Permukiman Tahun 2024.....	65
4.3.3. Perubahan Tingkat Kesesuaian Sebaran Permukiman Terhadap RTRW .....	70
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>72</b>
5.1. Simpulan.....	72
1. Persebaran Permukiman (2014-2024).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2. Tingkat Kepadatan Bangunan Permukiman (2014-2024) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3. Hasil Kesesuaian Kepadatan Permukiman Permukiman terhadap RTRW .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2. Saran .....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>75</b>
<b>LAMPIRAN A.....</b>	<b>78</b>
<b>LAMPIRAN B .....</b>	<b>101</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Peta Lokasi Penelitian .....	21
2. Diagram Alir .....	23
3. Proses pembuatan titik acuan .....	25
4. Proses <i>add control point georeferencing</i> .....	26
5. Proses menentukan titik kontrol dengan layer shp kelurahan .....	26
6. Proses mencocokkan GCP dengan batas kelurahan.....	27
7. Proses Penyesuaian GCP dengan Layer Referensi .....	28
8. Hasil <i>RMSE Georeferencing</i> .....	28
9. Proses <i>Update Georeferencing</i> .....	29
10. Proses <i>Export citra JPEG to Tiff</i> .....	29
11. Proses <i>Blend Citra</i> .....	30
12. Proses Cropping Citra .....	31
13. Hasil Cropping Citra 2014 dan 2024 .....	31
14. Proses Digitasi Bangunan Permukiman .....	32
15. Hasil Digitasi Bangunan 2014 dan 2024.....	32
16. Proses Pembuatan <i>Feature Dataset</i> untuk Cek Topologi .....	33
17. Pemberian Sistem Koordinat pada <i>Feature Dataset</i> .....	34
18. Tahap Konversi <i>Feature Class</i> .....	34
19. Proses Pembuatan Topologi .....	35
20. Proses Penentuan <i>Rules</i> Topologi .....	35
21. Tahap <i>Select Topology</i> Pada Proses Cek Topologi Data Bangunan .....	37
22. Proses Pengecekan Topologi Menggunakan Fitur <i>Error Inspector</i> .....	37
23. Proses <i>Feature Polygon To Point</i> .....	38
24. Hasil Point Bangunan.....	39
25. Proses <i>Kernel Density</i> .....	40

26. Hasil <i>Value Kernel Density</i> .....	40
27. Proses Klasifikasi Tingkat Kepadatan .....	41
28. Peta RTRW Kecamatan Sukabumi .....	43
29. <i>Proses Add Field Kesesuaian</i> .....	43
30. Peta Kesesuaian Zona Permukiman RTRW .....	44
31. Proses <i>Intersect</i> Kepadatan dan RTRW .....	45
32. Hasil <i>Layer Intersect</i> Kepadatan dan RTRW.....	46
33. Peta Sebaran Permukiman Tahun 2014 .....	47
34. Peta Sebaran Permukiman Tahun 2024 .....	49
35. Peta Kepadatan Permukiman Tahun 2014 .....	52
36. Peta Kepadatan Permukiman Tahun 2024 .....	54
37. Peta Kesesuaian Kepadatan Permukiman Terhadap RTRW Tahun 2014 .....	60
38. Peta Kesesuaian Sebaran Permukiman Terhadap RTRW Tahun 2024 .....	65
39. Proses Penentuan Batas dan Titik Acuan Citra Google Earth Wilayah Perkelurahan.....	79
40. Proses <i>Add</i> Citra Google Earth ke <i>software</i> pengolah data spasial.....	79
41. Proses <i>Add</i> GCP ke Layer Referensi.....	80
42. Proses Penyesuaian Titik Acuan dengan Layer Referensi .....	80
43. Hasil Penyesuaian Titik Acuan dengan Layer Referensi .....	81
44. Hasil <i>Rmse Georeferencing</i> .....	81
45. Proses <i>Update Georeferencing</i> .....	82
46. Hasil Citra Google Earth Telah Memiliki Sistem Koordinat.....	82
47. Proses Export Jpg To Tiff .....	83
48. Hasil Citra Kecamatan Sukabumi .....	83
49. Proses <i>Blend</i> Citra .....	84
50. Hasil <i>Cropping</i> Citra.....	84
51. Proses Digitasi Bangunan Permukiman .....	85
52. Proses Merge Digitasi Permukiman Perkelurahan.....	85
53. Hasil Digitasi Bangunan Permukiman Kecamatan Sukabumi.....	86
54. Proses Pembuatan <i>Feature Dataset</i> .....	86
55. Proses Input Koordinat pada <i>Feature Dataset</i> .....	87
56. Proses <i>Feature Class</i> Data Shp Bangunan Permukiman .....	87

57. Proses Pembuatan Topologi .....	88
58. Proses <i>Add Rules</i> Topologi .....	88
59. Proses <i>Select</i> Topologi Pada Tool Topologi .....	89
60. Proses <i>Error Inspector</i> Topologi .....	89
61. Proses Konversi Polygon to Point.....	90
62. Hasil Point Bangunan.....	90
63. Proses <i>Kernel Density</i> .....	91
64. Proses <i>Reclassify</i> Hasil <i>Kernel Density</i> .....	91
65. Proses <i>Raster to Polygon</i> .....	92
66. Proses <i>Dissolve</i> Hasil <i>Kernel Density</i> .....	92
67. Proses <i>Add Field</i> Tingkat Kepadatan .....	93
68. Proses <i>Add Field</i> Luas Tingkat Kepadatan .....	93
69. Proses Perhitungan Luas Tingkat Kepadatan.....	94
70. Proses <i>Calculate Geometry</i> .....	94
71. Hasil Tingkat Kepadatan Permukiman Kec. Sukabumi.....	95
72. Proses <i>Add Field</i> Kesesuaian .....	95
73. Proses <i>Select by Attribute</i> Zona Permukiman .....	96
74. Hasil <i>Add Field</i> Kesesuaian Permukiman.....	96
75. Peta Kesesuaian Zona Permukiman RTRW .....	97
76. Proses <i>Intersect</i> Peta Kepadatan dan Peta RTRW .....	97
77. Hasil Layer <i>Intersect</i> Sebaran Permukiman dan RTRW .....	98
78. Proses <i>Symbology</i> Tingkat Kesesuaian Sebaran Permukiman Terhadap RTRW .....	98
79. Hasil Peta Kesesuaian Kepadatan Permukiman Terhadap RTRW .....	99
80. Proses <i>Summary Statistics</i> Luas Kesesuaian Permukiman terhadap RTRW ..	99
81. Hasil Luas Kelas Kesesuaian Sebaran Permukiman Terhadap RTRW .....	100

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Peneliti Terdahulu .....	8
2. Data penelitian .....	22
3. Luas Kepadatan Bangunan Permukiman Tahun 2014.....	53
4. Luas Kepadatan Bangunan Permukiman Tahun 2024.....	55
5. Perubahan Luas Kepadatan Bangunan Permukiman Tahun 2014 dan 2024 ....	57
6. Luas Kesesuaian Sebaran Permukiman Terhadap RTRW Tahun 2014.....	61
7. Luas Permukiman Tidak Sesuai RTRW Berdasarkan Peruntukan Ruang Tahun 2024.....	64
8. Luas Kesesuaian Sebaran Permukiman Terhadap RTRW Tahun 2024.....	66
9. Luas Permukiman Tidak Sesuai RTRW Berdasarkan Peruntukan Ruang Tahun 2024.....	69
10. Perubahan Luas Kesesuaian Permukiman Terhadap RTRW Tahun 2014 dan 2024.....	70

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Permukiman merupakan bagian dari lingkungan tempat tinggal yang terdiri atas sejumlah unit perumahan serta dilengkapi dengan prasarana, sarana, dan utilitas umum, serta fasilitas pendukung untuk fungsi lain di wilayah kota maupun desa (berdasarkan Keputusan Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah No. 534/KPTS/M/2001) tentang Standar Pelayanan Minimal Permukiman). Kawasan permukiman umumnya ditandai oleh dominasi tempat tinggal dan berfungsi utama sebagai hunian. Kawasan ini juga dilengkapi dengan infrastruktur dan fasilitas lingkungan serta area kerja yang menyediakan layanan dan peluang kerja terbatas untuk mendukung keberlangsungan hidup dan kesejahteraan (Pigawati dkk., 2017).

Perkembangan kota merujuk pada proses perubahan yang terjadi di wilayah perkotaan, yang ditandai dengan meningkatnya jumlah penduduk, perluasan area permukiman dan bangunan, serta semakin lengkapnya fasilitas penunjang kegiatan sosial dan ekonomi. Secara umum, kota merupakan tempat tinggal masyarakat yang juga berfungsi sebagai pusat aktivitas ekonomi, pemerintahan, dan layanan publik lainnya. Kota juga berperan sebagai pusat pertumbuhan (*growth centre*) karena berbagai jenis aktivitas, baik di bidang jasa, ekonomi, sosial, hingga pemerintahan, terkonsentrasi di dalamnya. Kota mencerminkan sistem kehidupan manusia yang padat, dengan struktur sosial ekonomi yang beragam serta karakteristik yang lebih materialistik dibandingkan daerah di sekitarnya. Perubahan yang terus terjadi dalam perkembangan kota berdampak langsung terhadap gaya hidup masyarakat perkotaan. Pertumbuhan kawasan pusat kota sebagai pusat ekonomi menjadi magnet yang mendorong masuknya tenaga kerja dari dalam dan luar kota, memicu tingginya laju urbanisasi (Crysta, 2017).

Pertumbuhan kota dan penduduk yang pesat di Kota Bandar Lampung telah mendorong ekspansi permukiman ke berbagai wilayah, salah satunya Kecamatan Sukabumi. Menurut data BPS (2015), pada tahun 2014 jumlah penduduk Kecamatan Sukabumi tercatat sebanyak 56.262 jiwa. Sepuluh tahun kemudian, pada tahun 2024 jumlah penduduk Kecamatan Sukabumi meningkat menjadi sekitar 72.984 jiwa dengan luas wilayah 25,05 km<sup>2</sup> (BPS, 2024). Hal ini menunjukkan tren pertumbuhan penduduk yang cukup signifikan selama satu dekade terakhir. Pertumbuhan tersebut diperkirakan didorong oleh pembangunan infrastruktur, serta peran Bandar Lampung sebagai pusat ekonomi dan transportasi di wilayah selatan Sumatera, yang memicu urbanisasi cepat dan berdampak pada peningkatan kepadatan penduduk. Maraknya pembangunan perumahan dan kompleks hunian baru turut mendorong arus migrasi, di mana penduduk baru membeli atau menyewa rumah di kawasan tersebut. Seiring dengan itu, kebutuhan akan permukiman pun meningkat. Kepadatan penduduk yang tinggi menimbulkan berbagai permasalahan keruangan akibat besarnya tekanan terhadap lahan. Daerah dengan penduduk padat dan persebaran tidak merata cenderung menghadapi masalah perumahan, pekerjaan, pendidikan, pangan, keamanan, serta peningkatan risiko kerusakan lingkungan. (Setyorini, 2012).

Pada tahun 2024, Kecamatan Sukabumi dihadapkan pada sejumlah tantangan akibat pertumbuhan kota yang cepat dan meningkatnya kepadatan permukiman. Kawasan ini berkembang menjadi salah satu lokasi hunian favorit dengan peningkatan pembangunan perumahan mencapai sekitar 30-40% pada tahun 2024 (Pamungkas, 2024). Perkembangan tersebut dipicu oleh posisi Sukabumi yang strategis dan aksesibilitasnya yang relatif mudah menuju pusat kota. Namun, pesatnya pertumbuhan permukiman di Sukabumi tidak diimbangi dengan ketersediaan infrastruktur dasar, sehingga memunculkan berbagai masalah sosial, lingkungan, dan tata ruang. Meskipun banyak perumahan baru dengan fasilitas modern, masih terdapat kawasan kumuh seperti di Kelurahan Way Laga seluas ±14,39 hektar yang mengalami keterbatasan air bersih, sanitasi buruk, dan kualitas lingkungan yang rendah (Sitanggang, 2024). Ketimpangan ini memperlihatkan adanya kesenjangan sosial di tengah perkembangan wilayah. Selain itu, alih fungsi lahan pertanian menjadi kawasan permukiman juga semakin masif, yang

mengakibatkan berkurangnya ruang terbuka hijau, menurunnya daya resapan air, serta meningkatnya risiko bencana lingkungan, terutama banjir dan tanah longsor pada musim hujan (Wulansari, 2023).

Lonjakan pembangunan perumahan hingga 40% pada tahun 2024 juga mendorong konversi lahan pertanian menjadi area permukiman, khususnya di Kecamatan Sukabumi yang mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan, berkurangnya ruang terbuka hijau, serta meningkatnya risiko bencana seperti banjir. Permasalahan dalam penataan ruang turut memperburuk kondisi ini, dengan tingginya konsentrasi permukiman di area tertentu. Perubahan yang terjadi menimbulkan tantangan baru dalam pengelolaan ruang, terutama terkait ketersediaan infrastruktur, penurunan kualitas lingkungan, dan potensi ketidaksesuaian pemanfaatan lahan. Permukiman yang berkembang secara cepat tidak selalu mengikuti arahan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Bandar Lampung. Beberapa kawasan permukiman baru ditemukan berada di zona non-permukiman seperti ruang terbuka hijau, kawasan pertanian, serta zona peruntukan lain yang tidak diperbolehkan untuk hunian. Hal ini dapat memicu konflik pemanfaatan ruang dan berdampak pada keberlanjutan tata ruang wilayah. (Mustaurida, 2024).

Dalam upaya memahami dinamika perkembangan wilayah, analisis kepadatan permukiman diperlukan untuk mengetahui pola perkembangan, intensitas hunian, serta perubahan distribusi permukiman di Kecamatan Sukabumi tahun 2014-2024. Penelitian sebelumnya umumnya menggunakan metode *Kernel Density* untuk menganalisis berbagai fenomena spasial, namun penelitian terkait perkembangan kepadatan permukiman tingkat kecamatan serta kesesuaiannya terhadap RTRW masih terbatas.

Berdasarkan penelitian terdahulu, metode *Kernel Density* telah banyak digunakan untuk menganalisis berbagai fenomena spasial. Penelitian yang dilakukan oleh Chairunisa dkk. (2019) memanfaatkan metode *Kernel Density* untuk mengidentifikasi pola persebaran dan tingkat kerawanan kriminalitas di Kota Semarang, sedangkan Wicaksono dan Papilaya (2023) menggunakan metode yang

sama untuk menganalisis sebaran spasial kasus COVID-19 di Kota Surakarta. Selain itu, Sartavie dkk. (2022) menerapkan *Kernel Density* dalam pemetaan daerah rawan kecelakaan lalu lintas di Provinsi DKI Jakarta. Ketiga penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode *Kernel Density* efektif dalam mengidentifikasi pola konsentrasi suatu fenomena spasial, namun fokus kajiannya masih terbatas pada fenomena kriminalitas, kesehatan, dan transportasi. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Latue dkk. (2023) telah mengkaji perkembangan kepadatan permukiman menggunakan metode *Kernel Density* di Kota Ambon, namun penelitian tersebut lebih menekankan pada perubahan tingkat kepadatan permukiman dalam skala kota tanpa mengaitkannya dengan kesesuaian pemanfaatan ruang terhadap rencana tata ruang wilayah yang berlaku.

Berdasarkan uraian tersebut, masih terdapat celah penelitian terkait analisis perkembangan kepadatan permukiman pada skala kecamatan yang dikaitkan dengan evaluasi kesesuaian terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW). Penelitian sebelumnya umumnya berfokus pada identifikasi pola kepadatan atau konsentrasi fenomena spasial tanpa melakukan penilaian terhadap kesesuaian pemanfaatan ruang berdasarkan arahan tata ruang. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi celah tersebut melalui analisis spasial perkembangan kepadatan permukiman di Kecamatan Sukabumi selama periode 2014 dan 2024 menggunakan metode *Kernel Density Estimation* (KDE), yang selanjutnya diintegrasikan dengan analisis *overlay* terhadap RTRW Kota Bandar Lampung. Pendekatan ini diharapkan dapat menghasilkan informasi yang tidak hanya menggambarkan perubahan tingkat kepadatan permukiman, tetapi juga mengevaluasi sejauh mana perkembangan permukiman tersebut telah sesuai dengan arahan pemanfaatan ruang yang ditetapkan, sehingga dapat menjadi masukan bagi perencanaan dan pengendalian tata ruang yang lebih berkelanjutan.

Penelitian ini menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk pengolahan dan analisis data spasial. Data yang digunakan meliputi peta administrasi Kecamatan Sukabumi, citra Google Earth tahun 2014 dan 2024, serta peta RTRW Kota Bandar Lampung. Bangunan permukiman diperoleh melalui proses digitasi *on-screen* pada citra Google Earth, kemudian dianalisis menggunakan metode

*Kernel Density Estimation (KDE)* untuk mengetahui tingkat kepadatan permukiman. Selanjutnya dilakukan *overlay* terhadap peta RTRW untuk menilai kesesuaian perkembangan permukiman dengan tata ruang wilayah. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai perkembangan kepadatan permukiman serta mendukung perencanaan wilayah yang lebih terarah dan berkelanjutan.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan data statistik, jumlah penduduk Kecamatan Sukabumi mengalami peningkatan signifikan pada periode 2014-2024. Tahun 2014 jumlah penduduk Kecamatan Sukabumi 56.262 jiwa, kemudian meningkat menjadi sekitar 72.984 jiwa pada tahun 2024 seiring dengan pembangunan infrastruktur, pertumbuhan aktivitas ekonomi, dan meningkatnya arus urbanisasi menuju Kota Bandar Lampung sebagai pusat ekonomi dan transportasi di wilayah selatan Sumatera. Kondisi ini mendorong bertambahnya kebutuhan lahan permukiman serta mempercepat perubahan kepadatan permukiman di berbagai wilayah. Perubahan tersebut perlu dianalisis untuk memahami distribusi kepadatan, dinamika perkembangan permukiman, serta kesesuaiannya dengan arahan tata ruang yang berlaku. Oleh karena itu, penelitian ini dirumuskan melalui pertanyaan berikut:

1. Bagaimana distribusi sebaran bangunan permukiman di Kecamatan Sukabumi pada tahun 2014 dan 2024 berdasarkan hasil digitasi *on screen*?
2. Bagaimana tingkat kepadatan permukiman di Kecamatan Sukabumi tahun 2014 dan 2024 berdasarkan hasil *kernel density*?
3. Bagaimana tingkat kesesuaian kepadatan permukiman di Kecamatan Sukabumi tahun 2014 dan 2024 terhadap RTRW?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini yaitu antara lain:

1. Mengidentifikasi distribusi bangunan permukiman di Kecamatan Sukabumi pada tahun 2014 dan 2024 berdasarkan hasil digitasi *on screen*.

2. Menganalisis tingkat kepadatan permukiman dalam kurun waktu 10 tahun (2014-2024) menggunakan Metode *Kernel Density*.
3. Menganalisis tingkat kesesuaian kepadatan permukiman tahun 2014 dan 2024 terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Bandar Lampung.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Bagi Pemerintah : Menjadi dasar dalam perencanaan dan pengendalian pemanfaatan ruang, terutama untuk mengidentifikasi wilayah yang mengalami peningkatan kepadatan permukiman serta mengevaluasi kesesuaiannya dengan RTRW Kota Bandar Lampung. Temuan penelitian juga dapat membantu menentukan prioritas pembangunan infrastruktur dasar.
2. Bagi Masyarakat : Memberikan informasi mengenai perkembangan permukiman dan dampaknya terhadap lingkungan serta kualitas hidup. Informasi tersebut diharapkan meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pemanfaatan ruang yang berkelanjutan dan mendorong keterlibatan mereka dalam pengawasan pembangunan.
3. Bagi Akademisi dan Peneliti : Menjadi sarana memperdalam kemampuan analisis spasial menggunakan SIG serta memberikan referensi bagi penelitian selanjutnya terkait kepadatan permukiman, perubahan penggunaan lahan, dan perencanaan tata ruang.

#### **1.5. Ruang Lingkup Penelitian**

Agar penelitian tetap fokus, ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya dilakukan di Kecamatan Sukabumi, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung.
2. Data yang dianalisis berupa data bangunan/permukiman hasil digitasi *on - screen* tahun 2014 dan 2024, sehingga fokus penelitian terbatas pada

perubahan kepadatan permukiman dalam dua periode tersebut.

3. Analisis kepadatan permukiman dilakukan menggunakan metode *Kernel Density* pada perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG), tanpa menyertakan pembahasan mengenai teknik analisis spasial lainnya.
4. Kesesuaian pemanfaatan ruang dievaluasi hanya berdasarkan overlay antara peta kepadatan permukiman dan peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Bandar Lampung.
5. Penelitian tidak menganalisis faktor sosial ekonomi secara mendalam, melainkan berfokus pada aspek spasial perubahan kepadatan permukiman dan kesesuaiannya dengan tata ruang.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Peneliti Terdahulu

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan kajian pustaka yang diambil dari jurnal penelitian sebelumnya sebagai berikut:

Tabel 1. Peneliti Terdahulu

NO	Peneliti	Judul	Metodelogi	Hasil
1.	Chairunisa Afnidya Nanda, Arief Laila Nugraha, Hana Sugiastu Firdaus	Analisis Tingkat Daerah Rawan Kriminalitas Menggunakan Metode <i>Kernel Density</i> di Wilayah Hukum POLRESTABES Kota Semarang	<i>Kernel Density</i>	Mengetahui Persebaran tindak kriminalitas yang diperoleh dari Polrestabes Kota Semarang selama tahun 2016 - 2018 yang tersebar di 16 Kecamatan. yang terjadi berdasarkan 10 jenis kasus pada tiap Kecamatan.
2.	Dwi Agung Wicaksono, Frederik Samuel Papilaya	Analisis Sebaran Spasial Tingkat Kejadian Kasus Covid-19 Dengan Metode Kernel Density di Kota Surakarta	<i>Kernel Density</i>	Sebaran spasial tingkat Kasus COVID-19 menghasilkan pola yang terkonsentrasi wilayah yang berasosiasi dengan akses transportasi seperti Pelabuhan ,Terminal, Dermanga penyebrangan Speed Boat,) dan

---

				fasilitas umum seperti Pasar, Pusat Perbelanjaan, Taman Kota).
3.	Respati Irfan Alrasyid Sartavie, Noviandi, Arif Arfan Dwi Cahyo, Saipudin Anwar	Implementasi Kernel Density Pada Analisa Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Provinsi DKI Jakarta	<i>Kernel Density</i>	Mengetahui daerah rawan kecelakaan tertinggi di provinsi DKI Jakarta yaitu Jalan Jatinegara Timur (33,33% dari keseluruhan jalan merupakan daerah rawan kecelakaan lalu lintas), kemudian Jalan Jenderal Basuki Rahmat (25,93% dari keseluruhan jalan merupakan daerah rawan kecelakaan lalu lintas), dan Jalan DI Panjaitan (20% dari keseluruhan jalan merupakan daerah rawan kecelakaan lalu lintas).
4.	Philia Christi Latue , Susan E. Manakane , Heinrich Rakuasa	Analisis Perkembangan Kepadatan Permukiman di Kota Ambon Tahun 2013 dan 2023 Menggunakan Metode <i>Kernel Density</i>	<i>Kernel Density</i>	Hasil penelitian Latue, Manakane, dan Rakuasa (2023) menunjukkan bahwa kepadatan permukiman di Kota Ambon mengalami peningkatan antara tahun 2013 dan 2023 berdasarkan analisis Kernel Density. Pada tahun 2013, wilayah dengan kepadatan rendah mendominasi

---

---

				sebesar 88,95%, kepadatan sedang 8,19%, dan kepadatan tinggi hanya 2,87%. Sementara itu, pada tahun 2023 terjadi perubahan dengan kepadatan rendah sebesar 85,17%, kepadatan sedang meningkat menjadi 10,87%, dan kepadatan tinggi bertambah menjadi 3,96%.
5.	Rizki Anyi Sevi Savitri dan Dewi Novita Sari	Analisis Sebaran Dan Aksesibilitas Puskesmas Menggunakan Metode Kernel Density Estimation, Average Nearest Neighbour (Ann), Dan Two-Step Floating Catchment Area (2sfca) Di Kabupaten Kebumen Tahun 2024	<i>Kernel Density, Average Nearest Neighbour, Two Step Floating</i>	Hasil analisis menunjukkan adanya ketidakseimbangan spasial negatif antara distribusi puskesmas dan kepadatan penduduk, terutama di Kecamatan Buayan dan Pejagoan. Pola persebaran puskesmas berdasarkan ANN menunjukkan pola seragam (dispersed) dengan nilai T 1,39 dan z-score 4,50. Analisis 2SFCA menunjukkan 6 kecamatan (Ayah, Buayan, Prembun, Pejagoan, Sempor, dan Karangsembung) termasuk wilayah underserved karena berada di luar jangkauan

---

---

				layanan 3 km, sedangkan Kecamatan Sadang dan Padureso termasuk overserved karena memiliki layanan relatif berlebih.
6.	Ichlasul Adha Tonandri	Analisis Spasial Perkembangan Kepadatan Permukiman di Kecamatan Sukabumi Tahun 2014 dan 2024 Serta Kesesuaiannya Terhadap RTRW	<i>Kernel Density</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan permukiman di Kecamatan Sukabumi mengalami peningkatan pada periode 2014-2024. Kepadatan rendah masih mendominasi, namun luasnya menurun dari 63,31% menjadi 62,04%, sedangkan kepadatan tinggi meningkat dari 9,63% menjadi 13,01%. Peningkatan ini menunjukkan adanya intensifikasi permukiman dan perluasan ke wilayah pinggiran yang mengikuti jaringan jalan. Analisis kesesuaian terhadap RTRW menunjukkan bahwa sebagian besar permukiman berada pada zona yang sesuai, namun masih terdapat beberapa

---

---

area padat yang berkembang di luar zona peruntukan.

---

Berdasarkan sejumlah penelitian terdahulu, metode *Kernel Density* telah digunakan untuk menganalisis berbagai fenomena spasial seperti kriminalitas, penyebaran COVID-19, kecelakaan lalu lintas, hingga kepadatan permukiman. Penelitian oleh Chairunisa Afnidya Nanda dkk. serta Dwi Agung Wicaksono dan Frederik Samuel Papilaya menunjukkan bahwa *Kernel Density* efektif dalam mengidentifikasi pola konsentrasi kejadian pada wilayah tertentu, terutama yang berkaitan dengan aktivitas manusia dan aksesibilitas. Sementara itu, studi Respati Irfan Alrasyid Sartavie dkk. lebih menekankan pada identifikasi lokasi spesifik dengan tingkat kerawanan tinggi, dan penelitian Philia Christi Latue dkk. mengkaji perubahan kepadatan permukiman secara temporal. Di sisi lain, Rizki Anyi Sevi Savitri dan Dewi Novita Sari mengombinasikan *Kernel Density* dengan metode lain seperti ANN dan 2SFCA untuk melihat aspek aksesibilitas layanan, sehingga menghasilkan analisis yang lebih komprehensif.

Namun demikian, terdapat beberapa celah (*gap*) dalam penelitian-penelitian tersebut. Sebagian besar studi hanya berfokus pada pemetaan pola sebaran atau identifikasi tingkat kepadatan tanpa mengaitkannya secara mendalam dengan kesesuaian terhadap rencana tata ruang wilayah (RTRW). Selain itu, meskipun ada penelitian yang mengkaji perubahan temporal, integrasi antara analisis perkembangan kepadatan permukiman dengan evaluasi kesesuaian tata ruang masih terbatas. Kebaruan (*novelty*) dalam penelitian yang dilakukan oleh peneliti terletak pada penggabungan analisis spasial perkembangan kepadatan permukiman dalam dua periode waktu (2014 dan 2024) menggunakan metode *Kernel Density* sekaligus mengevaluasi kesesuaiannya terhadap RTRW. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menggambarkan pola dan dinamika kepadatan, tetapi juga memberikan insight terhadap sejauh mana perkembangan tersebut selaras dengan perencanaan tata ruang, sehingga dapat menjadi dasar yang lebih kuat dalam pengambilan kebijakan penataan wilayah.

## 2.2. Kepadatan Bangunan Permukiman

Pertumbuhan penduduk di Indonesia berdampak pada kepadatan bangunan permukiman di perkotaan sebagai akibat dari urbanisasi. Kondisi ini seringkali tidak diimbangi dengan pembangunan fasilitas pendukung. Tidak meratanya pembangunan infrastruktur dasar mengakibatkan terjadinya kepadatan penduduk di beberapa kawasan perkotaan (Suhaeni, 2010). Lebih lanjut Suhaeni mengatakan bahwa pesatnya pertumbuhan penduduk sering kali tidak disertai dengan sarana dan prasarana kota yang memadai. Dengan kata lain dapat disimpulkan bahwa fasilitas perkotaan belum mampu memenuhi kebutuhan warganya. Keberadaan sarana dan prasarana kota sangat dibutuhkan masyarakat termasuk ruang terbuka publik sebagai fasilitas yang mewadahi berbagai aktifitas warga kota (Manurung, 2017).

Beberapa faktor utama yang mempengaruhi tingkat kepadatan bangunan permukiman antara lain:

1. **Pertumbuhan Penduduk:** Peningkatan jumlah penduduk secara alami maupun karena migrasi masuk menyebabkan bertambahnya kebutuhan tempat tinggal, yang sering kali menyebabkan peningkatan kepadatan permukiman, terutama di wilayah urban.
2. **Penggunaan Lahan:** Pola penggunaan lahan yang tidak terkendali atau konversi lahan terbuka menjadi kawasan permukiman dapat meningkatkan kepadatan. Permukiman informal atau kawasan kumuh seringkali tumbuh di lahan-lahan kosong tanpa perencanaan yang jelas.
3. **Kebijakan Perumahan dan Tata Ruang:** Peraturan pemerintah mengenai peruntukan lahan, zonasi, dan pembangunan perumahan sangat berpengaruh terhadap persebaran dan kepadatan permukiman. Misalnya, kawasan yang dibuka untuk program perumahan subsidi cenderung mengalami peningkatan kepadatan.
4. **Faktor Sosial Ekonomi:** Keterbatasan daya beli masyarakat menyebabkan sebagian penduduk memilih tinggal di area dengan biaya rendah namun padat penduduk. Selain itu, kedekatan dengan pusat ekonomi juga mendorong terjadinya pemadatan permukiman.

Selain sebagai indikator perkembangan wilayah, kepadatan bangunan permukiman juga sering digunakan dalam evaluasi kesesuaian pemanfaatan ruang terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW). Melalui analisis kepadatan bangunan permukiman, dapat diketahui apakah perkembangan kawasan bangunan permukiman masih berada pada zona yang sesuai dengan peruntukannya atau justru berkembang pada kawasan yang tidak direncanakan sebagai kawasan permukiman. Dengan demikian, analisis kepadatan bangunan dapat menjadi salah satu dasar dalam pengambilan keputusan terkait pengendalian pemanfaatan ruang serta penyusunan kebijakan pembangunan wilayah.

Pada penelitian ini, kepadatan bangunan permukiman dihitung berdasarkan luas bangunan yang terdapat pada masing-masing kelurahan di Kecamatan Sukabumi. Pendekatan ini digunakan karena mampu memberikan gambaran mengenai tingkat keterbangunan wilayah secara lebih objektif. Hasil perhitungan kepadatan bangunan selanjutnya digunakan untuk membandingkan kondisi tahun 2014 dan tahun 2024 sehingga dapat diketahui perkembangan kawasan permukiman yang terjadi selama periode tersebut. Perhitungan kepadatan bangunan dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kepadatan Bangunan} = \frac{\text{Luas bangunan permukiman}}{\text{Luas wilayah kelurahan}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

Rumus tersebut digunakan untuk mengetahui persentase luas wilayah yang telah tertutupi oleh bangunan. Nilai yang dihasilkan menunjukkan tingkat keterbangunan suatu wilayah. Semakin besar nilai persentase yang diperoleh, maka semakin tinggi tingkat kepadatan bangunan pada wilayah tersebut. Sebaliknya, semakin kecil nilai persentasenya menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah masih berupa lahan non-terbangun.

Dalam penelitian ini, nilai kepadatan bangunan pada masing-masing kelurahan digunakan untuk menganalisis perkembangan kawasan permukiman di Kecamatan Sukabumi tahun 2014 dan 2024. Selanjutnya, hasil analisis tersebut diintegrasikan dengan data Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Bandar Lampung melalui analisis spasial guna mengetahui tingkat kesesuaian kawasan permukiman terhadap

arahan pemanfaatan ruang yang telah ditetapkan. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan mampu memberikan informasi mengenai perkembangan fisik kawasan permukiman serta menjadi bahan pertimbangan dalam upaya pengendalian pemanfaatan ruang yang lebih efektif dan berkelanjutan.

### **2.3. Perubahan Penggunaan Lahan**

Perubahan penggunaan lahan adalah bertambahnya suatu penggunaan lahan dari satu sisi penggunaan ke penggunaan yang lainnya diikuti dengan berkurangnya tipe penggunaan lahan yang lain dari suatu waktu ke waktu berikutnya, atau berubahnya fungsi suatu lahan pada kurun waktu yang berbeda. Perubahan penggunaan lahan dapat mempengaruhi sistem ekologi setempat diantaranya pencemaran air, polusi udara, dan perubahan iklim lokal.

Penggunaan lahan adalah segala campur tangan manusia, baik secara permanen maupun secara siklus terhadap suatu kelompok sumberdaya alam dan sumber daya buatan secara keseluruhan disebut lahan, dengan tujuan untuk mencukupi kebutuhan-kebutuhannya baik secara kebendaan maupun spiritual ataupun keduanya (Sepyoza dan Wilis, 2024). Menurut Kusumaningrat dkk. (2017), penggunaan lahan adalah penggolongan penggunaan lahan secara umum seperti pertanian tadah hujan, pertanian beririgasi, padang rumput, kehutanan atau daerah rekreasi.

Perubahan penggunaan lahan dari lahan pertanian dan lahan yang dibangun menjadi daerah perkotaan memerlukan perencanaan secara aktif. Menurut Rosnila (2004), perubahan penggunaan lahan tidak dapat dihindari dalam suatu proses pelaksanaan pembangunan wilayah. Perubahan tersebut terjadi karena adanya keperluan untuk memenuhi kebutuhan penduduk yang semakin meningkat terhadap penggunaan tanah.

### **2.4. Citra Google Earth**

Penginderaan jauh (*remote sensing*) adalah ilmu dan teknologi yang digunakan untuk memperoleh informasi mengenai objek, wilayah, atau fenomena di

permukaan bumi melalui data rekaman yang dihasilkan oleh sensor. Sensor ini umumnya dipasang pada wahana seperti pesawat terbang atau satelit. Citra satelit yang dihasilkan dapat diinterpretasikan untuk mendapatkan informasi sesuai dengan kebutuhan tertentu, misalnya dalam bidang geografi, kehutanan, lingkungan, pertanian, dan perencanaan wilayah.

Salah satu alternatif yang memudahkan dalam memperoleh citra dengan kualitas baik adalah melalui platform Google Earth. Google Earth merupakan sebuah perangkat lunak globe virtual berbasis sistem informasi geografis (SIG) yang awalnya dikembangkan oleh perusahaan *Keyhole, Inc.* dengan nama *Earth Viewer*. Setelah diakuisisi oleh Google, perangkat lunak ini dikenal luas sebagai Google Earth. Google Earth menyajikan citra satelit permukaan bumi dengan resolusi yang bervariasi. Pengguna dapat memanfaatkan citra tersebut untuk mengamati berbagai objek geografis seperti permukiman, jaringan jalan, badan air, dan fitur topografi lainnya secara visual. Tingkat resolusi citra yang ditampilkan umumnya tergantung pada tingkat kepentingan dan popularitas suatu lokasi (*interest and popularity points*). Rata-rata resolusi yang tersedia pada Google Earth berkisar antara 0,15-0,5 meter per piksel, namun di beberapa wilayah strategis dapat mencapai resolusi tinggi hingga 30 cm per piksel, tergantung sumber citra dan ketersediaan data (Nur dkk., 2021).

## **2.5. Metode *Kernel Density***

Kerapatan (*density*) adalah jumlah individu (titik, garis dan area) yang memiliki atribut tertentu dan dapat diukur atau dihitung dalam suatu wilayah. Pengukuran kerapatan biasanya dibuat suatu kriteria tersendiri tentang pengertian individu hal ini dilakukan untuk mengatasi kesulitan/kesukaran dalam perhitungan individualnya. Kriteria-kriteria yang dibuat secara kualitatif dapat dibedakan menjadi jarang terdapat, kadang-kadang terdapat, sering terdapat dan banyak sekali terdapat. Jumlah individu yang dinyatakan dalam persatuan ruang disebut kerapatan yang umumnya dinyatakan sebagai jumlah individu. *Kernel Density* merupakan jenis *density* yang pengertiannya ialah salah satu formula statistik non parametrik untuk mengestimasi kerapatan yang dapat diaplikasikan pada *software* pengolah

data spasial. *Kernel Density* banyak digunakan untuk menganalisis pola persebaran kerapatan dalam suatu area, salah satunya adalah kepadatan permukiman. Pada prinsipnya *Kernel Density* bertujuan mengestimasi persebaran intensitas suatu titik dalam bidang dengan radius tertentu (Chairunisa dkk., 2019).

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Kernel Density Estimation* (KDE) untuk memetakan pola distribusi spasial perkembangan kepadatan permukiman. *Kernel Density Estimation* merupakan teknik statistik non-parametrik yang digunakan untuk mengestimasi kepadatan dari sekumpulan titik data. Metode ini kerap diterapkan dalam analisis spasial, khususnya untuk mengidentifikasi pola persebaran kepadatan di suatu wilayah. Karena berbasis pada data titik, informasi yang dianalisis perlu dikaitkan dengan koordinat lokasi tertentu guna memperkirakan tingkat kepadatan pada area tersebut. Melalui pendekatan ini, dapat dihasilkan gambaran pola kepadatan permukiman yang bermanfaat sebagai dasar dalam perumusan kebijakan pengendalian dan pencegahan (Wicaksono & Papilaya, 2023)

## **2.6. Sistem Informasi Geografis (SIG)**

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sebuah sistem informasi berbasis komputer yang dirancang untuk mengelola data yang memiliki referensi spasial atau koordinat geografis. SIG mampu mengintegrasikan data grafis (spasial) dengan data tekstual (atribut) dari suatu objek yang memiliki keerkaitan geografis di permukaan bumi (georeferensi). Sistem ini digunakan untuk menangkap, memeriksa, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisis, dan menyajikan data yang berkaitan dengan kondisi keruangan di bumi. Teknologi SIG menggabungkan fungsi-fungsi umum dari basis data, seperti *query* dan analisis statistik, dengan kemampuan pemetaan yang khas, sehingga menjadikannya berbeda dari sistem informasi lainnya. Kemampuan ini menjadikan SIG sangat berguna bagi berbagai kalangan dalam menjelaskan fenomena, merancang strategi, serta memprediksi peristiwa yang mungkin terjadi (Aini, 2007).

Sebagai sistem yang kompleks dan multifungsi, SIG dapat didekati dari empat perspektif, yaitu pendekatan proses (*process oriented*), pendekatan sebagai perangkat alat (*toolbox approach*), pendekatan basis data (*database approach*), dan pendekatan aplikasi (*application approach*) (Saefudin, 2020). Pendekatan-pendekatan ini menunjukkan bagaimana SIG dapat dimanfaatkan sesuai dengan kebutuhan pengguna, baik untuk analisis ilmiah, perencanaan pembangunan, maupun pengambilan keputusan berbasis spasial.

Dalam praktiknya, SIG menggunakan dua jenis struktur data utama, yakni struktur raster dan struktur vektor. Masing-masing struktur memiliki keunggulan dan keterbatasan. Struktur raster, misalnya, memungkinkan proses overlay data dilakukan dengan cepat, namun informasi atribut yang dapat ditampilkan cenderung lebih terbatas dibandingkan dengan struktur vektor. Selain itu, struktur raster juga memerlukan ruang penyimpanan yang lebih besar (Adnyana & As-syakur, 2012). Meskipun demikian, struktur raster memiliki keunggulan dalam hal integrasi dengan data penginderaan jauh. Hal ini penting karena sebagian besar data dasar SIG, seperti informasi penggunaan lahan, kemiringan lereng, dan curah hujan, berasal dari hasil penginderaan jauh yang umumnya berformat raster. Oleh karena itu, kemiripan format data ini memudahkan integrasi dan analisis antara data SIG dan data dari penginderaan jauh.

## **2.7. Metode Klasifikasi *Natural Breaks* (Jenks)**

Metode klasifikasi *Natural Breaks* (Jenks) digunakan dalam penelitian ini untuk mengelompokkan hasil analisis kepadatan permukiman yang diperoleh dari metode *Kernel Density Estimation* (KDE). Metode ini dipilih karena mampu mengidentifikasi pola pengelompokan alami yang terdapat pada data kepadatan permukiman, sehingga perbedaan tingkat kepadatan antar wilayah dapat tergambarkan secara lebih akurat. *Natural Breaks* pertama kali diperkenalkan oleh George Jenks dalam *Optimal Data Classification for Choropleth Maps* (1977), yang bertujuan untuk menghasilkan susunan kelas terbaik berdasarkan distribusi data yang ada (Nugroho, 2020).

Dalam penelitian ini, hasil raster *Kernel Density* kepadatan permukiman tahun 2014 dan 2024 diklasifikasikan menggunakan metode *Natural Breaks (Jenks)* menjadi beberapa kelas kepadatan, seperti kepadatan rendah, sedang, dan tinggi. Prinsip utama metode ini adalah meminimalkan variasi nilai di dalam masing-masing kelas dan memaksimalkan perbedaan nilai antar kelas, sehingga batas kelas yang terbentuk mencerminkan perbedaan kepadatan yang nyata pada data spasial. Dengan pendekatan ini, setiap kelas kepadatan memiliki tingkat homogenitas yang tinggi, sementara perbedaan antar kelas menjadi lebih kontras (Chen dkk., 2013).

Penggunaan metode *Natural Breaks (Jenks)* dalam klasifikasi kepadatan permukiman bertujuan untuk menghasilkan visualisasi peta yang representatif terhadap kondisi aktual persebaran bangunan di Kecamatan Sukabumi. Hasil klasifikasi ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam analisis perubahan tingkat kepadatan permukiman antara tahun 2014 dan 2024, serta sebagai input utama dalam proses *overlay* dengan peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Bandar Lampung untuk menilai kesesuaian perkembangan permukiman terhadap arahan tata ruang yang berlaku.

## **2.8. Overlay**

*Overlay* adalah prosedur penting dalam analisis SIG (Sistem Informasi Geografis). *Overlay* yaitu kemampuan untuk menempatkan grafis satu peta diatas grafis peta yang lain dan menampilkan hasilnya di layar komputer atau pada plot. Secara singkatnya, *overlay* menampilkan suatu peta digital pada peta digital yang lain beserta atribut-atributnya dan menghasilkan peta gabungan keduanya yang memiliki informasi atribut dari kedua peta tersebut. *Overlay* merupakan proses penyatuan data dari lapisan layer yang berbeda. Secara sederhana *overlay* disebut sebagai operasi visual yang membutuhkan lebih dari satu layer untuk digabungkan secara fisik (Darmawan dkk., 2017).

## **2.9. Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW)**

Ruang dalam Undang-undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang adalah wadah yang meliputi ruang darat, ruang laut, dan ruang udara, termasuk

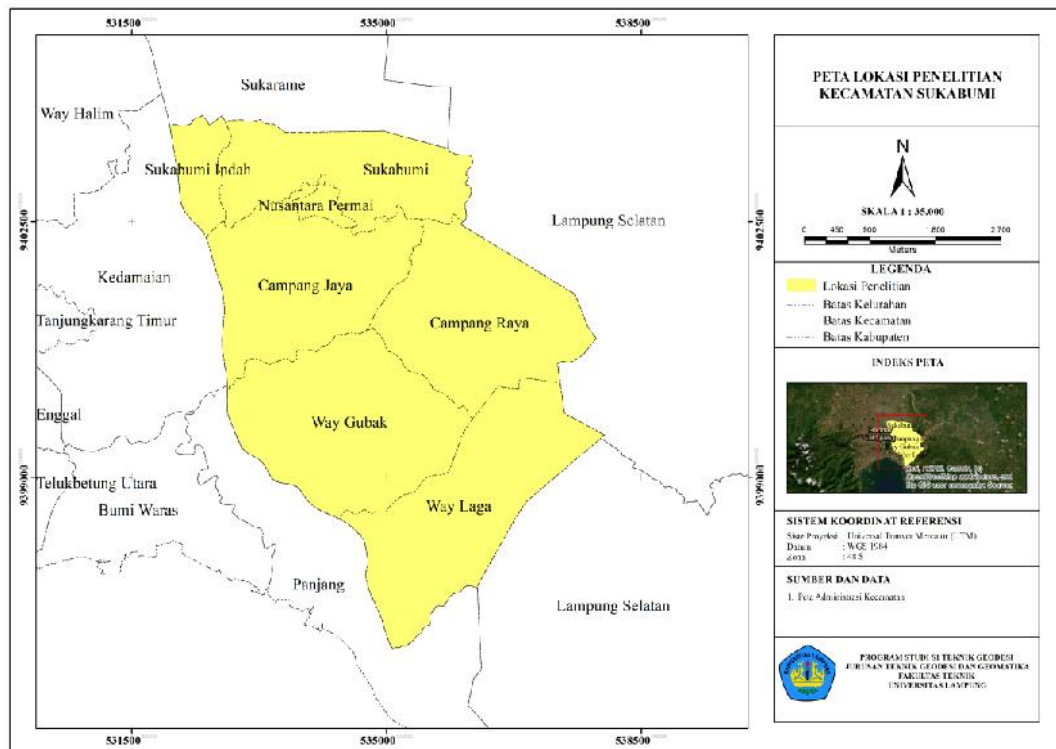
ruang di dalam bumi sebagai satu kesatuan wilayah, tempat manusia dan makhluk lain hidup, melakukan kegiatan, dan memelihara kelangsungan hidupnya. Tata ruang adalah wujud struktur ruang dan pola ruang.

Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) kota merupakan dokumen perencanaan tata ruang yang bersifat umum untuk wilayah perkotaan dan disusun sebagai penjabaran dari RTRW provinsi. RTRW kota memuat arah pengembangan ruang kota yang meliputi tujuan, kebijakan, dan strategi penataan ruang, rencana struktur dan pola ruang wilayah kota, penetapan kawasan strategis kota, arahan pemanfaatan ruang, serta ketentuan pengendalian pemanfaatan ruang wilayah kota, sebagaimana diatur dalam Permen PU Nomor 17/PRT/M/2009 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota (Mokodongan dkk., 2019).

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Sukabumi Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung. Kecamatan Sukabumi memiliki luas wilayah 25,06 km<sup>2</sup>, dengan jumlah penduduk 72.984 jiwa yang tersebar dalam dari 7 kelurahan. Kecamatan Sukabumi merupakan salah satu kecamatan yang berkembang pesat sehingga pertumbuhan penduduk, permukiman dan urbanisasi terus meningkat setiap tahunnya.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

### 3.2. Alat dan Data

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu sebagai berikut :

#### 3.2.1. Alat yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu perangkat keras dan perangkat lunak sebagai berikut :

- a) Perangkat Keras  
Laptop Asus VivoBook, intel core i3 gen 10th, RAM 8GB
- b) Perangkat Lunak
  1. *Software* Pengolah Data Spasial, digunakan untuk pengolahan data spasial hingga pembuatan peta.
  2. *Software Google Earth Pro*, digunakan sebagai sumber citra untuk wilayah penelitian.
  3. *Microsoft Office*, digunakan untuk pengerjaan laporan akhir.

#### 3.2.2. Data yang Digunakan

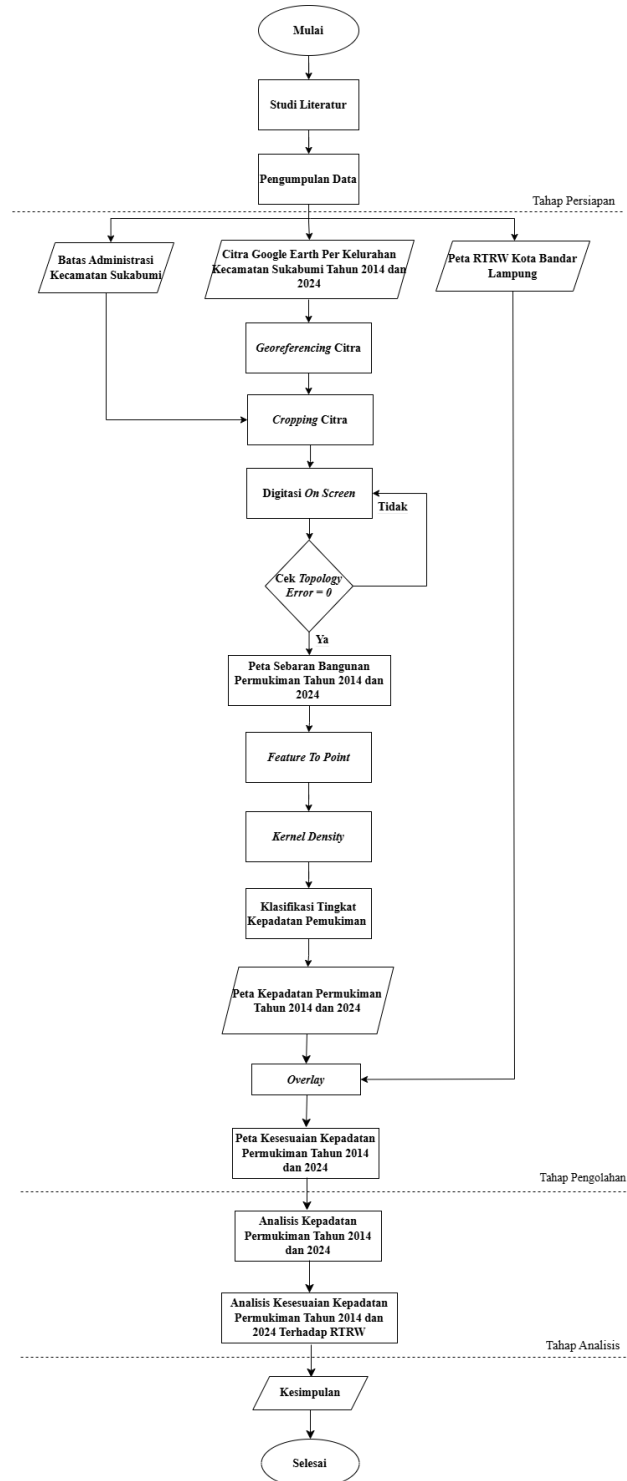
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Data penelitian

No	Data	Sumber
1.	Peta Administrasi Kecamatan Sukabumi Tahun 2024	Inageoportal
2.	Citra Google Earth Tahun 2014 dan 2024	Google Earth Pro
3.	Peta RTRW Kota Bandar Lampung	BAPPEDA

### 3.3. Diagram Alir Penelitian

Dalam tahap penelitian ini terdapat diagram alir untuk mempermudah proses pengerjaan penelitian disajikan dalam gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir

### **3.4. Tahap Pelaksanaan**

Adapun tahap pelaksanaan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### **3.4.1. Studi Literatur**

Pada tahap ini, penulis mulai mengenali dan merumuskan permasalahan yang akan diteliti agar proses penelitian dapat dilaksanakan. Selanjutnya, penulis membaca dan memahami berbagai informasi yang berkaitan dengan topik penelitian. Sumber literatur yang digunakan mencakup jurnal ilmiah, buku, serta artikel yang memiliki kesamaan dan relevansi dengan penelitian ini. Pengumpulan data dilakukan terlebih dahulu sebelum memasuki tahap pengolahan data berikutnya.

#### **3.4.2. Pengumpulan Data**

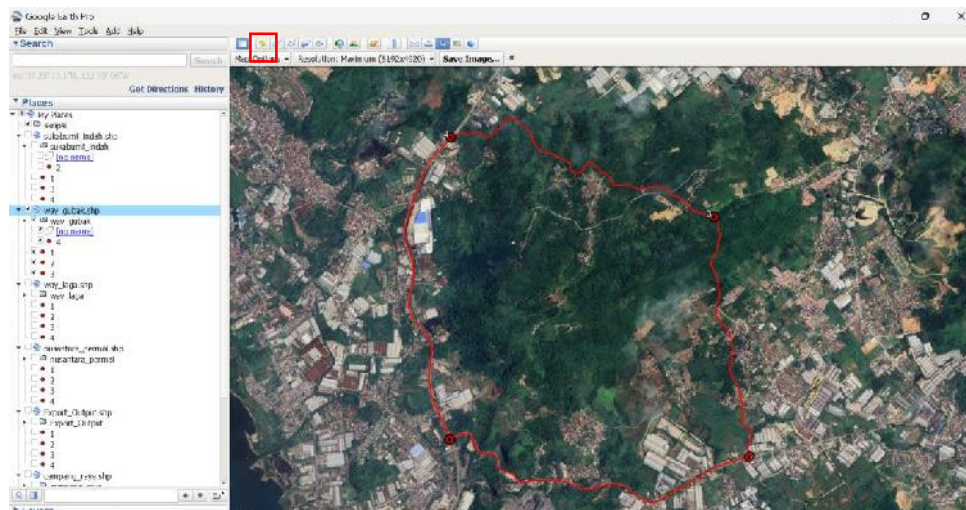
Dalam Penelitian ini, kegiatan yang paling penting adalah teknik pengumpulan data. Teknik pengumpulan data adalah metode untuk mengumpulkan dan memperoleh data yang diperlukan untuk melakukan penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data peta Batas Wilayah Kecamatan Sukabumi yang didapatkan melalui laman InaGeoportal, lalu citra google earth dengan resolusi  $\pm 0,3-1$  meter Kecamatan Sukabumi tahun 2014 dan 2024 yang didapatkan melalui google earth pro, dan juga data peta RTRW kota Bandar Lampung yang didapat dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah.

#### **3.4.3. Pengolahan Data**

Tahapan pengolahan data yang digunakan pada penelitian ini dibagi menjadi 2 tahapan, yaitu pengolahan tingkat kepadatan permukiman menggunakan data shp bangunan dan kesesuaian peta kepadatan permukiman dengan menggunakan peta RTRW.

### 3.4.3.1. Georeferencing Citra

Tahap georeferencing menggunakan data citra Google Earth tahun 2014 dan 2024 sebagai data utama yang telah diunduh sesuai wilayah penelitian. Proses ini merupakan tahap awal dalam pengolahan data spasial yang bertujuan untuk memberikan sistem koordinat pada citra Google Earth tahun 2014 dan 2024 sehingga citra tersebut dapat dikenali secara geografis serta selaras dengan batas administrasi Kecamatan Sukabumi. Proses *georeferencing* dilakukan menggunakan perangkat lunak pengolah data spasial dengan memanfaatkan data batas administrasi perkelurahan Kecamatan Sukabumi sebagai layer referensi.

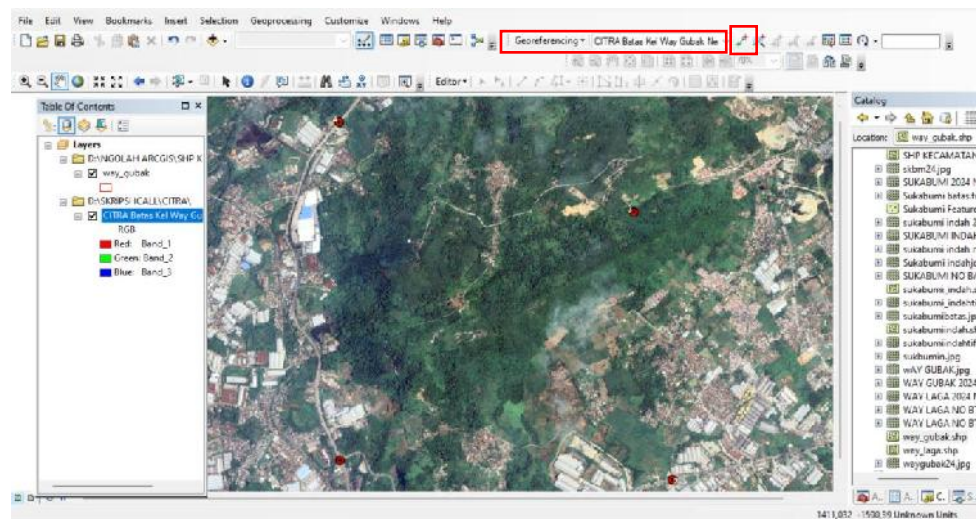


Gambar 3. Proses pembuatan titik acuan

Pembuatan titik acuan pada citra Google Earth dilakukan sebagai tahap awal dalam proses *georeferencing*. Tahapan ini diawali dengan menampilkan citra wilayah penelitian, kemudian dilanjutkan dengan penentuan beberapa titik kontrol (*Ground Control Points/GCP*) pada objek-objek yang mudah diidentifikasi, seperti persimpangan jalan, batas administrasi, maupun objek permanen lainnya. Titik acuan tersebut ditempatkan secara tersebar di seluruh wilayah penelitian agar dapat mewakili area secara menyeluruh..

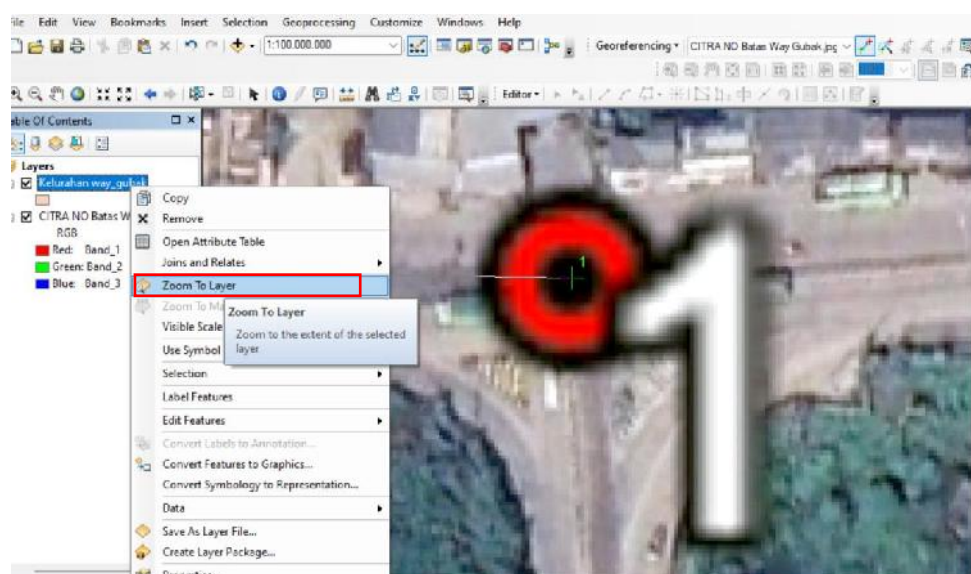
Titik acuan tersebut ditempatkan secara tersebar di seluruh wilayah penelitian agar dapat mewakili area secara menyeluruh. Penyebaran yang

merata ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi dalam proses transformasi citra ke dalam sistem koordinat yang digunakan.



Gambar 4. Proses add *control point georeferencing*

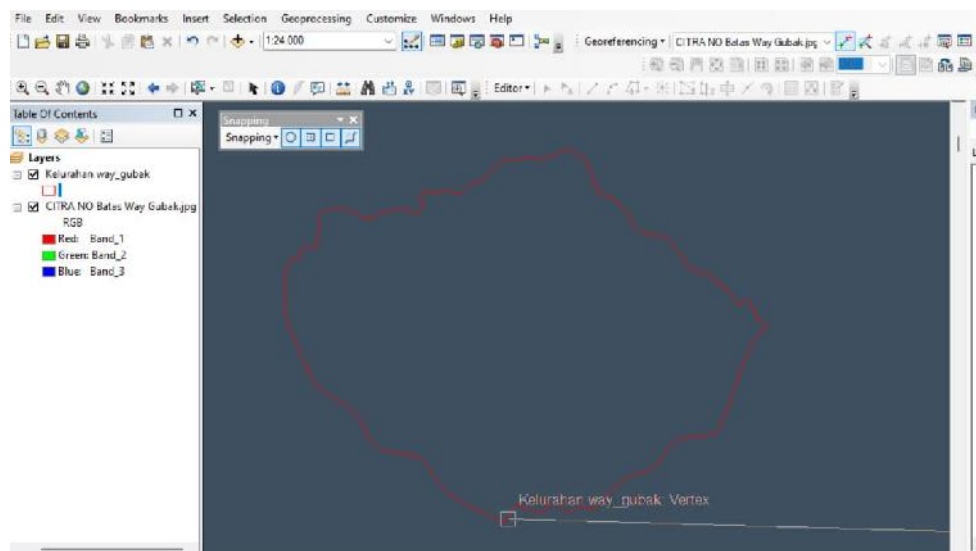
Selanjutnya, proses *georeferencing* dilakukan melalui toolbar *Georeferencing* dengan menentukan beberapa *Ground Control Points (GCP)*. Titik kontrol dipilih pada objek yang mudah dikenali baik pada citra maupun pada layer referensi, seperti persimpangan jalan dan sudut batas kelurahan. Penempatan titik kontrol dilakukan secara teliti dan tersebar merata untuk meningkatkan ketelitian transformasi serta meminimalkan kesalahan spasial.



Gambar 5. Proses menentukan titik kontrol dengan *layer shp kelurahan*

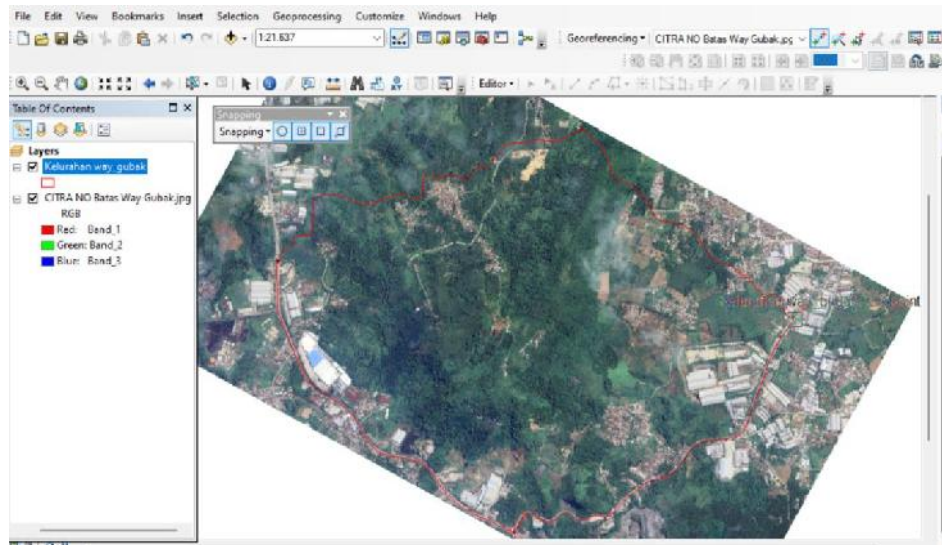
Penentuan titik *GCP* dilakukan dengan mencocokkan objek yang terlihat pada citra dengan posisi yang sama pada *layer* SHP kelurahan, seperti persimpangan jalan, sudut batas wilayah, atau objek permanen lainnya yang memiliki kesesuaian lokasi. Titik-titik tersebut dipilih secara teliti agar memiliki ketelitian spasial yang baik serta mampu merepresentasikan posisi sebenarnya di lapangan.

Dengan menggunakan *layer* SHP kelurahan sebagai referensi, posisi titik kontrol menjadi lebih akurat karena telah mengacu pada data spasial yang memiliki sistem koordinat yang jelas. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa proses georeferencing menghasilkan citra yang terintegrasi dengan baik dan memiliki tingkat ketelitian yang tinggi terhadap peta dasar.



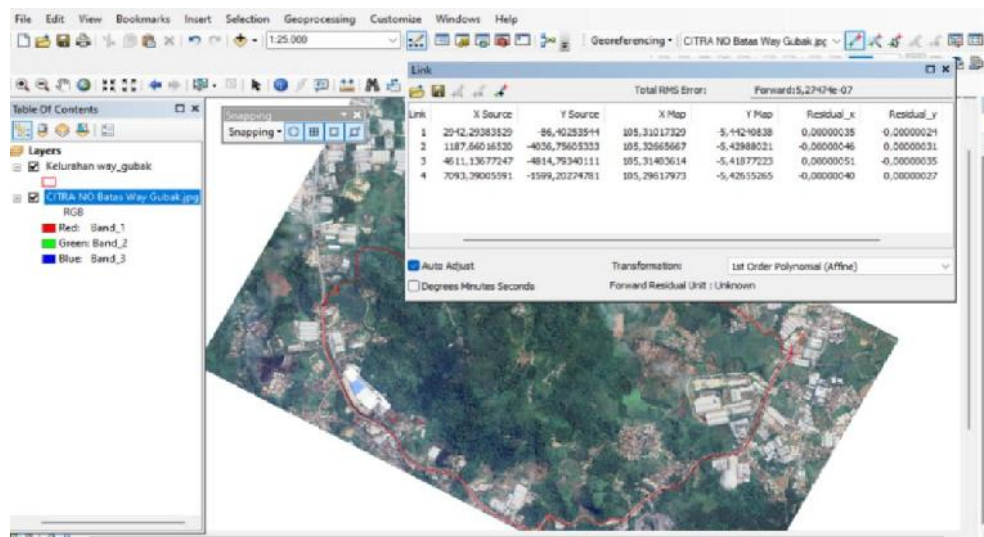
Gambar 6. Proses mencocokkan GCP dengan batas kelurahan

Setelah titik kontrol ditambahkan, citra secara bertahap mengalami penyesuaian posisi berupa translasi, rotasi, dan perubahan skala agar sesuai dengan batas administrasi wilayah penelitian. Penggunaan menu navigasi seperti *zoom to layer* membantu memfokuskan tampilan pada area penelitian sehingga proses pencocokan dapat dilakukan dengan lebih akurat.



Gambar 7. Proses Penyesuaian GCP dengan Layer Referensi

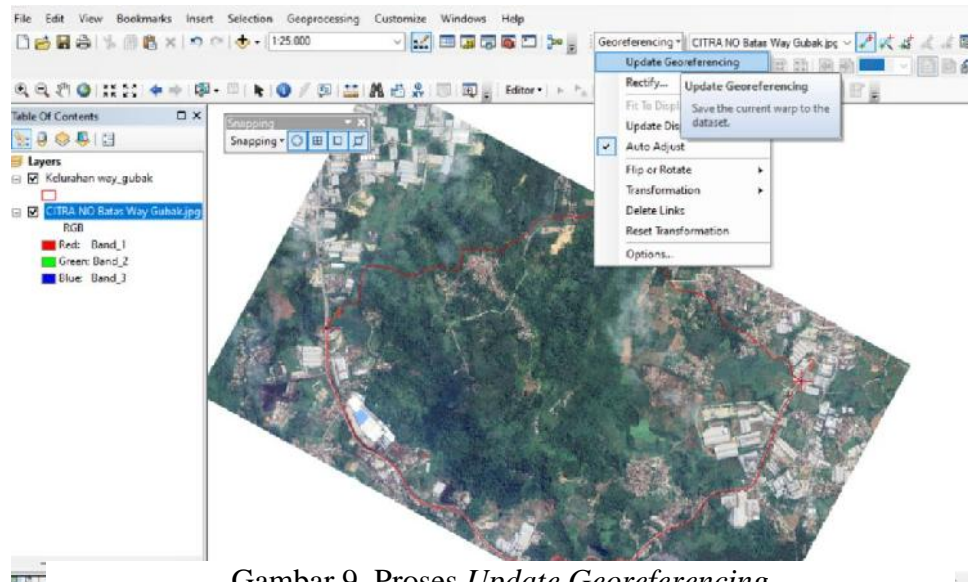
Tahap berikutnya adalah memastikan kesesuaian batas wilayah terhadap citra yang telah direferensi. Fitur *snapping* digunakan saat proses *editing* untuk membantu menempelkan *vertex* batas administrasi secara presisi pada objek yang terlihat pada citra, sehingga ketelitian spasial tetap terjaga dan kesalahan digitasi dapat dihindari.



Gambar 8. Hasil *RMSE Georeferencing*

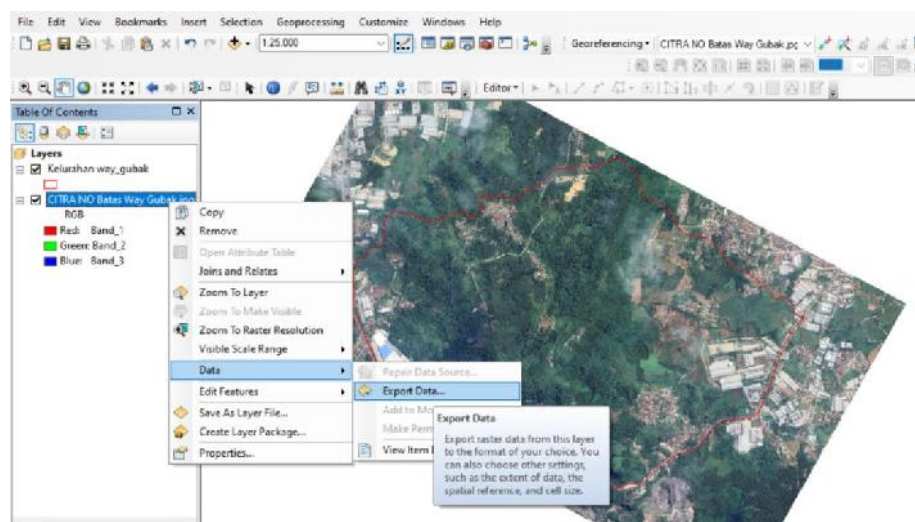
Akurasi hasil *georeferencing* dievaluasi berdasarkan nilai *Root Mean Square Error (RMS Error)*. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai *RMS Error* yang dihasilkan sangat kecil, mendekati nol, yang menunjukkan bahwa

kesalahan transformasi relatif rendah dan posisi citra telah sesuai dengan sistem koordinat peta acuan. Lalu *update georeferencing* seperti gambar dibawah ini.

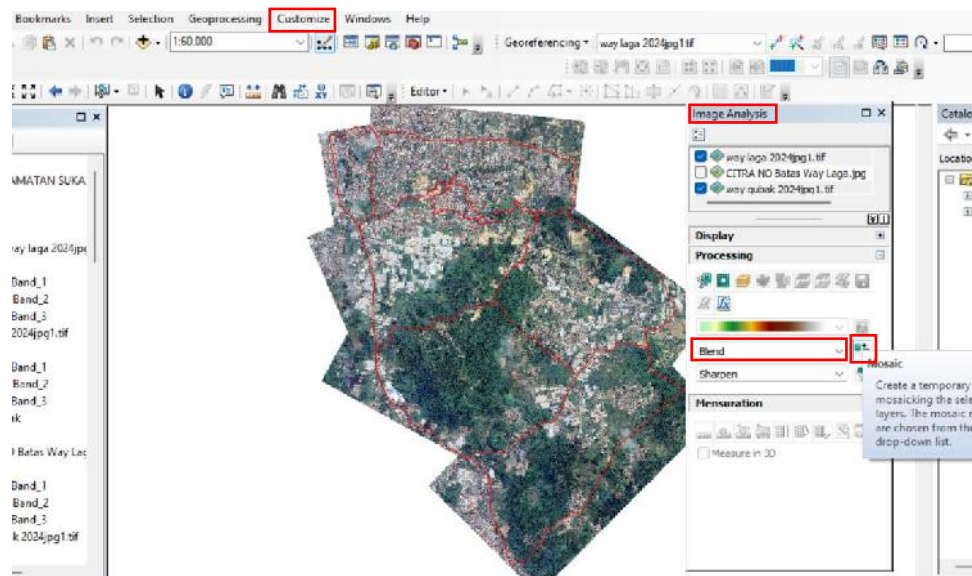


Gambar 9. Proses *Update Georeferencing*

Setelah proses *georeferencing* selesai, citra selanjutnya di *export* kedalam format tiff. Proses ini bertujuan untuk menghasilkan citra raster baru yang telah memiliki referensi spasial permanen dan siap digunakan pada tahap analisis selanjutnya.



Gambar 10. Proses *Export citra JPEG to Tiff*



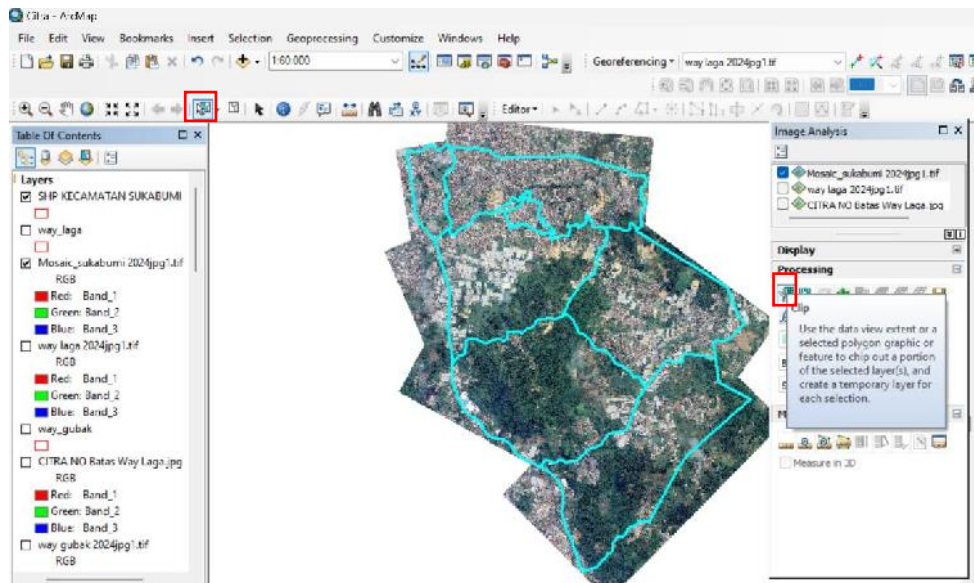
Gambar 11. Proses *Blend* Citra

Proses penggabungan citra dengan teknik *blend* dilakukan untuk menyatukan beberapa citra raster menjadi satu tampilan yang kontinu dan seragam. Sebelum penggabungan, seluruh citra dipastikan telah memiliki sistem koordinat yang sama agar tidak terjadi pergeseran posisi. Selanjutnya, citra digabungkan menggunakan fitur *mosaic* pada software pengolah data spasial dengan menerapkan metode *blending* untuk menyamarkan batas antar citra serta mengurangi perbedaan warna dan kecerahan. Hasil proses ini berupa citra yang telah menyatu dengan wilayah penelitian yaitu kecamatan sukabumi sehingga dapat digunakan sebagai data dasar dalam tahap interpretasi dan analisis spasial.

### 3.4.3.2. *Cropping* Citra

Setelah proses *georeferencing* selesai dan citra berada pada sistem koordinat yang benar, tahap berikutnya adalah melakukan *cropping* atau pemotongan citra menggunakan batas administratif Kecamatan Sukabumi. Tahap *cropping* menggunakan tool *Clip* pada *software* pengolah data spasial. Pada proses ini, citra hasil georeferensi dimasukkan sebagai *Input Features*, sedangkan shapefile batas Kecamatan Sukabumi digunakan sebagai *Clip*

*Features*, kemudian memotong citra sesuai bentuk batas administratif sehingga hanya area penelitian yang tersisa.



Gambar 12. Proses *Cropping* Citra

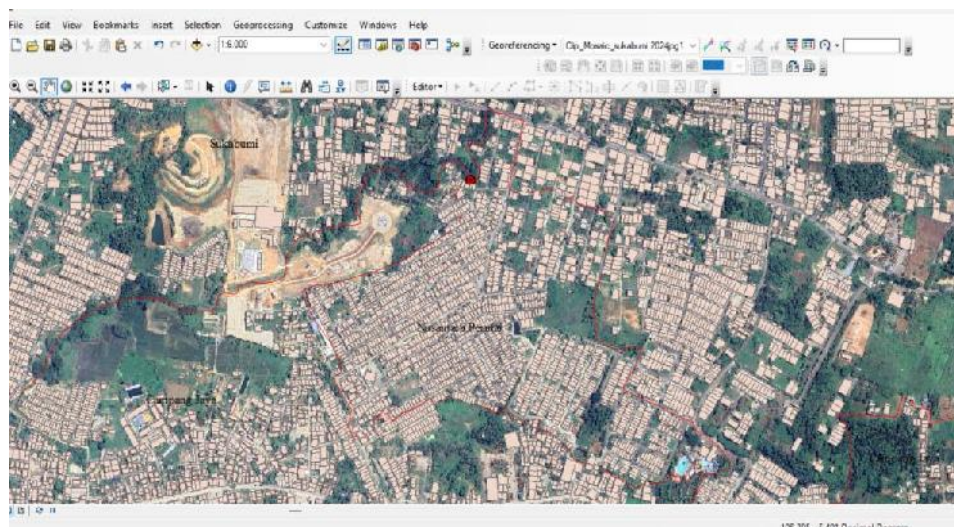
Citra hasil *cropping* kemudian menjadi dasar utama dalam proses digitasi bangunan permukiman. Dengan ruang lingkup citra yang sudah terbatas pada area penelitian, proses digitasi dapat dilakukan secara lebih akurat, cepat, dan tidak terganggu oleh objek di luar wilayah penelitian. Langkah ini sekaligus memastikan bahwa seluruh analisis yang dilakukan pada tahap selanjutnya benar-benar relevan dengan kondisi di Kecamatan Sukabumi..



Gambar 13. Hasil *Cropping* Citra 2014 dan 2024

### 3.4.3.3. Digitasi Bangunan Permukiman

Digitasi bangunan dilakukan untuk memperoleh data spasial bangunan permukiman tahun 2014 dan 2024 melalui proses penggambaran poligon secara manual menggunakan *editor tools* pada *software* pengolah data spasial berdasarkan bentuk bangunan yang tampak pada citra Google Earth. Setiap bangunan di *polygon* secara teliti sehingga menghasilkan representasi spasial yang akurat, kemudian disimpan dalam bentuk *shapefile* untuk masing-masing tahun.



Gambar 14. Proses Digitasi Bangunan Permukiman

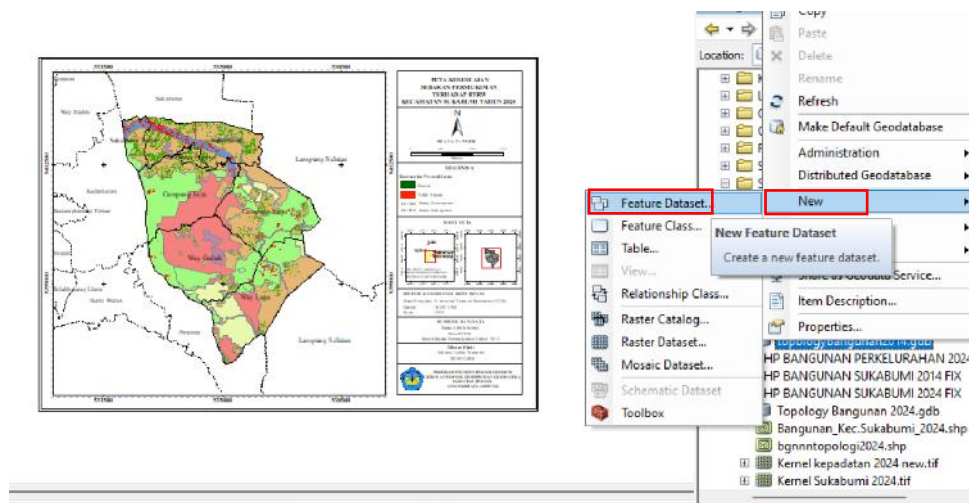
Tahapan ini menghasilkan dua dataset penting, yaitu *shapefile* bangunan tahun 2014 dan *shapefile* bangunan tahun 2024, yang menjadi dasar utama dalam analisis perkembangan kepadatan permukiman pada penelitian ini seperti pada gambar 15. dibawah.



Gambar 15. Hasil Digitasi Bangunan 2014 dan 2024

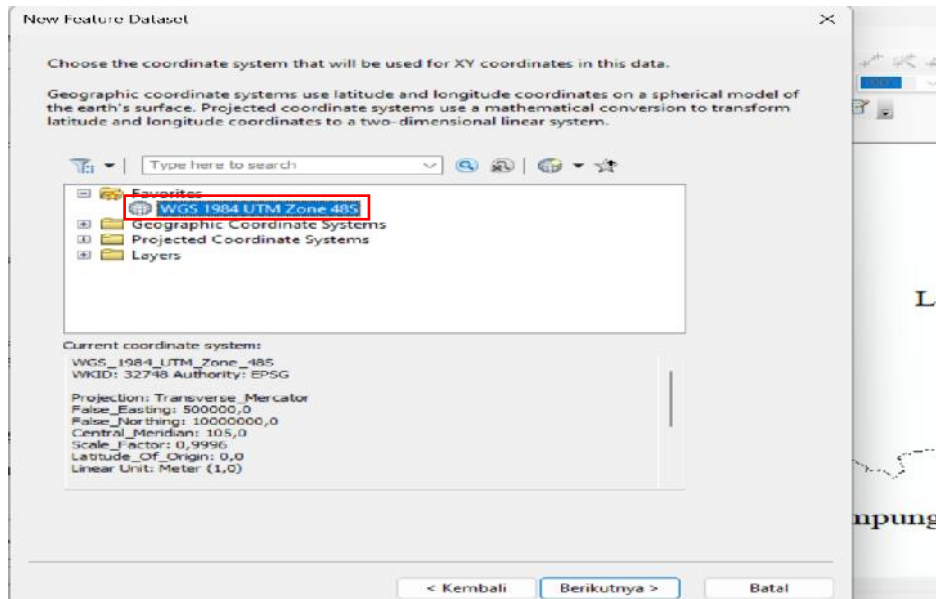
### 3.4.3.4. Cek Topology

Tahapan cek topologi dilakukan untuk memastikan bahwa data spasial bangunan yang digunakan dalam penelitian memiliki kualitas geometri yang baik dan sesuai dengan aturan topologi. Proses ini bertujuan untuk mengidentifikasi serta meminimalkan kesalahan spasial, seperti *overlap* (tumpang tindih antar poligon), *gap* (celah antar poligon), maupun poligon yang tidak terbentuk secara sempurna. Pemeriksaan topologi dilakukan menggunakan aplikasi pengolah data spasial melalui pembuatan *Feature Dataset* dan *Topology* pada *File Geodatabase*, sehingga validitas dan konsistensi data spasial dapat terjaga sebelum digunakan pada tahapan analisis selanjutnya.



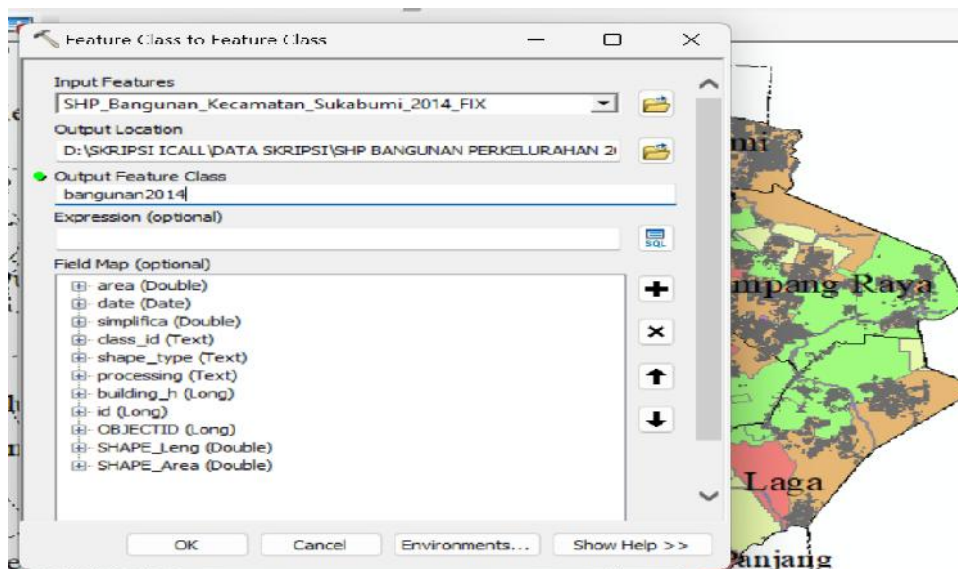
Gambar 16. Proses Pembuatan Feature Dataset untuk Cek Topologi

Langkah awal yang dilakukan adalah membuat *Feature Dataset* baru pada geodatabase dengan memilih menu *Catalog*, kemudian *New*, lalu *Feature Dataset* dan memberikan nama bangunan 2014 dan 2024 seperti pada Gambar 16 dibawah. *Feature Dataset* ini berfungsi sebagai wadah penyimpanan data bangunan permukiman yang akan diperiksa topologinya.



Gambar 17. Pemberian Sistem Koordinat pada *Feature Dataset*

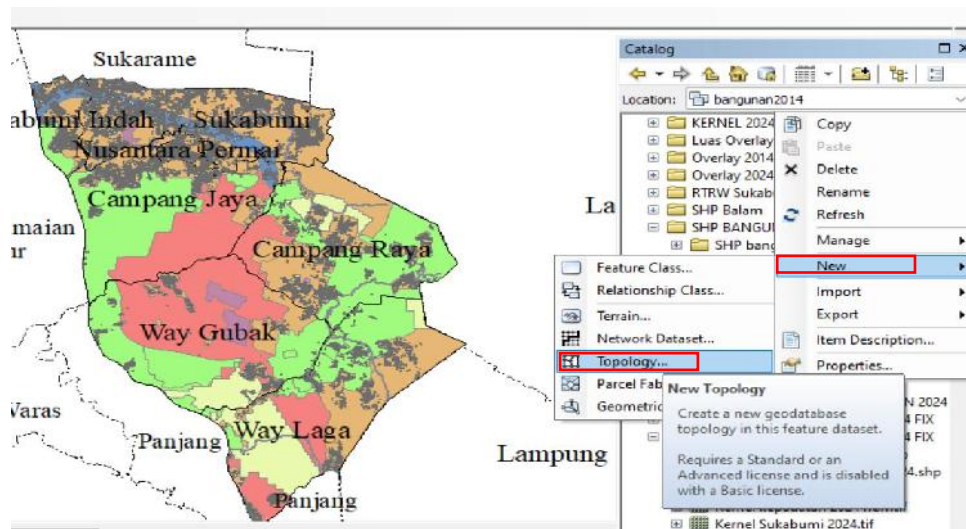
Setelah *Feature Dataset* dibuat, sistem koordinat ditentukan sesuai dengan sistem koordinat yang digunakan pada data penelitian, yaitu WGS 1984 UTM Zone 48S (EPSG:32748). Pemilihan sistem koordinat yang seragam penting dilakukan agar seluruh layer bangunan memiliki referensi spasial yang sama sehingga proses analisis dan validasi topologi dapat berjalan dengan benar.



Gambar 18. Tahap Konversi *Feature Class*

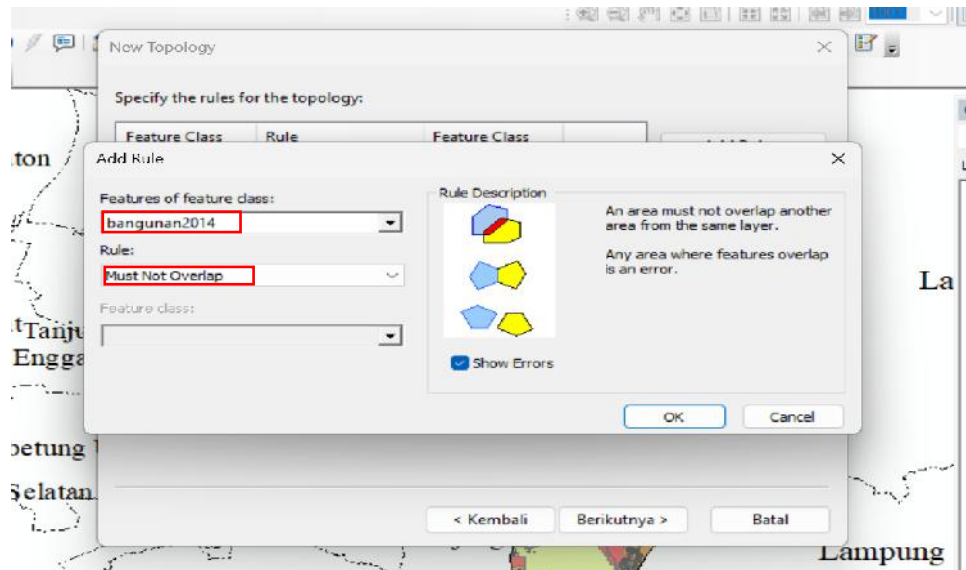
Tahap selanjutnya adalah dilakukan proses konversi data menggunakan *tool feature class* dengan *input feature* berupa data bangunan permukiman yang

kemudian disimpan sebagai bangunan 2014 seperti gambar diatas. Proses ini bertujuan untuk menyesuaikan format data serta menempatkannya ke dalam lokasi penyimpanan yang digunakan. Selain itu, dilakukan pengaturan atribut melalui menu *Field Map* untuk memilih dan menyesuaikan *field* yang diperlukan. Tahap ini penting agar data memiliki struktur yang lebih rapi, sistematis, dan siap digunakan dalam proses pembuatan serta validasi topologi selanjutnya



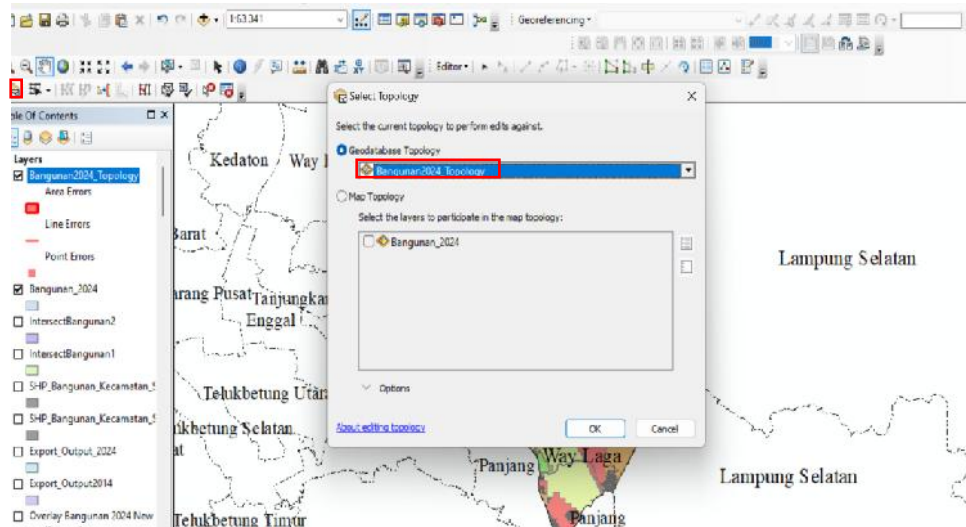
Gambar 19. Proses Pembuatan Topologi

Dalam proses pembuatan topologi, data spasial yang tersimpan dalam geodatabase digunakan sebagai dasar untuk membangun topologi dengan memilih menu *New* kemudian *Topology*. Tahap ini berfokus pada penyusunan struktur topologi yang berfungsi untuk mengatur keterkaitan spasial antar fitur. Melalui opsi *New Topology*, sistem akan memulai tahapan pembuatan topologi yang meliputi penentuan layer yang akan dilibatkan, seperti layer bangunan, serta penetapan aturan topologi yang sesuai. Hasil dari tahap ini berupa kerangka topologi yang nantinya digunakan sebagai acuan dalam proses validasi dan pengecekan kesalahan spasial.



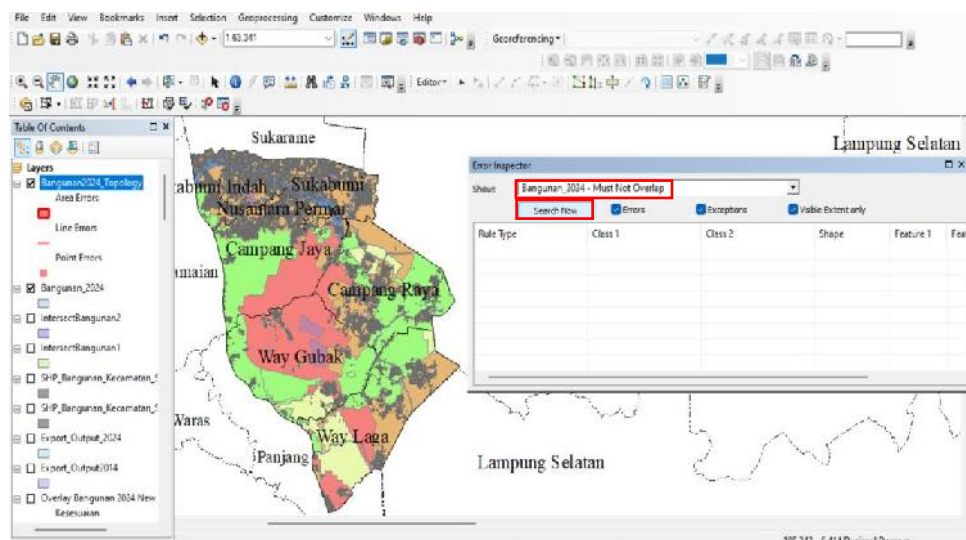
Gambar 20. Penentuan aturan (Rules) Topologi

Tahap selanjutnya adalah penentuan aturan (*rules*) topologi untuk mengidentifikasi kesalahan geometrik pada data bangunan. Berdasarkan gambar, dilakukan penambahan aturan topologi (*Add Rule*) pada *feature class* bangunan2014 yang sebelumnya telah dimasukkan ke dalam *topology dataset*. Aturan yang digunakan adalah *Must Not Overlap*, yang mengharuskan setiap poligon bangunan tidak saling bertumpang tindih dalam satu layer. Penerapan aturan ini bertujuan untuk menjaga kejelasan batas tiap objek bangunan serta mencegah terjadinya duplikasi atau penumpukan geometri pada lokasi yang sama. Pada jendela pengaturan juga ditampilkan ilustrasi sederhana yang menggambarkan kondisi *overlap* sebagai bentuk kesalahan (*error*) yang akan terdeteksi saat proses validasi dilakukan.



Gambar 21. Tahap *Select Topology* Pada Proses Cek Topologi Data Bangunan

Pada tahap ini dilakukan proses pemilihan topologi yang akan digunakan dalam pengecekan dan perbaikan data geometrik. Berdasarkan gambar, ditampilkan jendela *Select Topology* yang berfungsi untuk menentukan topologi aktif sebelum dilakukan proses *editing*. Topologi yang dipilih adalah *Bangunan2024\_Topology* pada bagian *Geodatabase Topology*. Selanjutnya, layer yang akan terlibat dalam pengecekan topologi dipilih, yaitu *Bangunan\_2024*. Pemilihan ini bertujuan agar proses validasi dan perbaikan hanya difokuskan pada layer tersebut sesuai dengan aturan topologi yang telah ditetapkan sebelumnya, seperti *Must Not Overlap*.

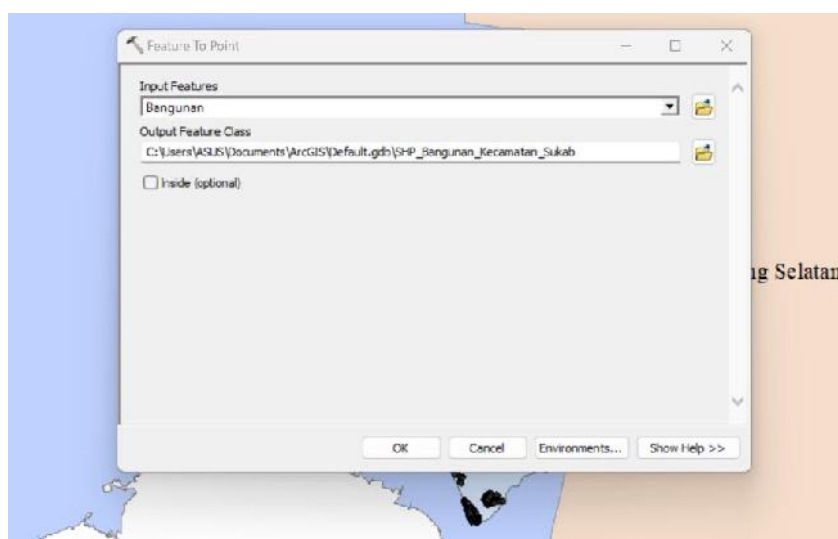


Gambar 22. Proses Pengecekan Topologi Menggunakan Fitur *Error Inspector*

Pada tahap ini dilakukan proses pengecekan topologi menggunakan fitur *Error Inspector* untuk mengidentifikasi kesalahan geometrik pada data bangunan. Berdasarkan gambar, aturan yang digunakan adalah *Must Not Overlap* pada layer *Bangunan\_2024*, sehingga sistem akan mendeteksi jika terdapat poligon bangunan yang saling bertumpang tindih. Setelah tombol *Search Now* dijalankan, hasil pengecekan akan ditampilkan pada jendela *Error Inspector*. Namun, pada gambar terlihat bahwa tidak terdapat daftar error yang muncul, yang menunjukkan bahwa tidak ditemukan pelanggaran terhadap aturan topologi yang telah diterapkan. Hal ini menandakan bahwa data bangunan sudah memenuhi kaidah topologi, khususnya tidak adanya *overlap* antar poligon dalam layer yang sama.

#### 3.4.3.5. Konversi *Polygon* ke Titik Permukiman

Hasil digitasi berupa poligon bangunan kemudian diubah menjadi titik (*point features*) menggunakan fungsi *Feature to Point*. Konversi ini dilakukan karena metode *Kernel Density* bekerja optimal dengan data titik sebagai representasi objek permukiman. Setiap titik melambangkan satu unit bangunan permukiman untuk tahun 2014 dan 2024.

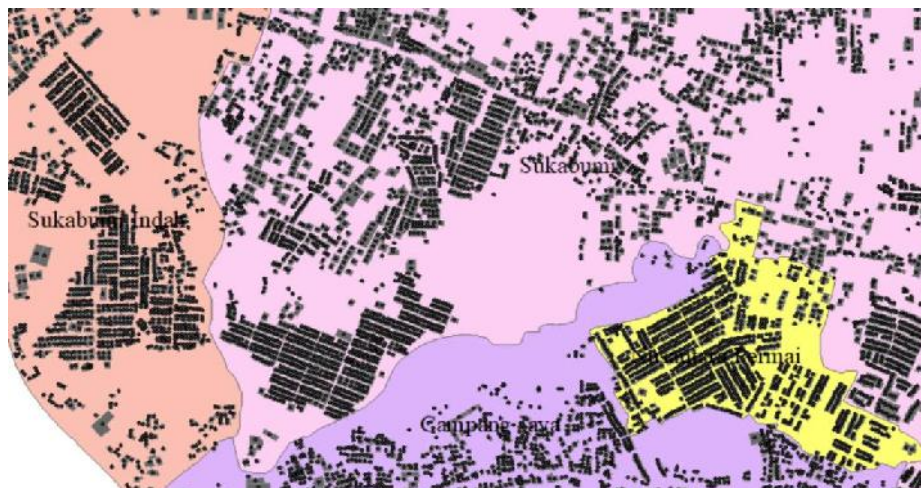


Gambar 23. Proses *Feature Polygon To Point*

Konversi *polygon* bangunan menjadi titik permukiman merupakan tahapan penting dalam mempersiapkan data untuk analisis kepadatan menggunakan

metode *Kernel Density*. Proses ini dilakukan karena algoritma *Kernel Density* bekerja dengan input berupa data titik (*point*), sehingga setiap bangunan yang sebelumnya berbentuk poligon harus diubah menjadi satu titik representatif.

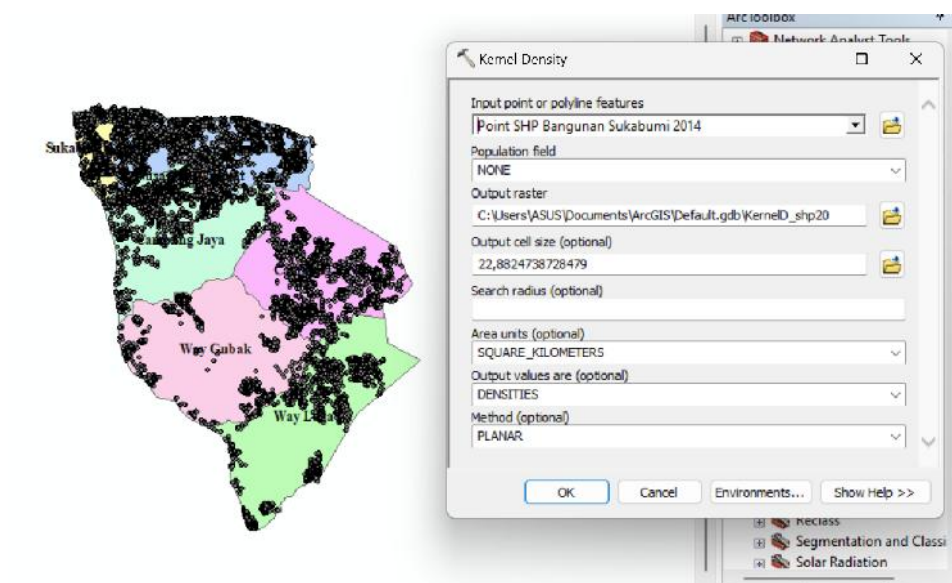
Konversi dilakukan menggunakan tool *Feature to Point* yang menghasilkan titik pada bagian tengah dari masing-masing bangunan. Langkah ini dimulai dengan memilih *layer* bangunan hasil digitasi tahun 2014 dan 2024, kemudian menjalankan fungsi konversi untuk menghasilkan dua layer titik permukiman sesuai tahun masing-masing. Titik-titik ini mewakili lokasi keberadaan bangunan secara lebih sederhana namun tetap akurat secara spasial.



Gambar 24. Hasil *Point* Bangunan

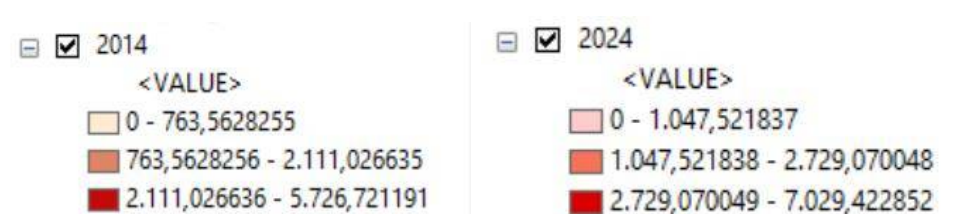
#### 3.4.3.6. Pengolahan Data Menggunakan Metode Kernel Density

Tahap selanjutnya adalah melakukan analisis kepadatan bangunan menggunakan metode *Kernel Density Estimation* (KDE) dengan menginput data titik bangunan tahun 2014 dan 2024 ke dalam tool *Kernel Density* pada *software* pengolahan data spasial.



Gambar 25. Proses *Kernel Density*

Analisis ini menghasilkan output berupa raster kepadatan permukiman dengan satuan bangunan per kilometer persegi, di mana radius pencarian (*search radius*) ditentukan berdasarkan karakteristik spasial wilayah penelitian agar estimasi kepadatan lebih representatif. Hasil dari pemodelan KDE ini berupa raster yang menggambarkan tingkat intensitas konsentrasi bangunan permukiman, di mana nilai piksel yang lebih tinggi menunjukkan area dengan tingkat kepadatan bangunan yang lebih besar.

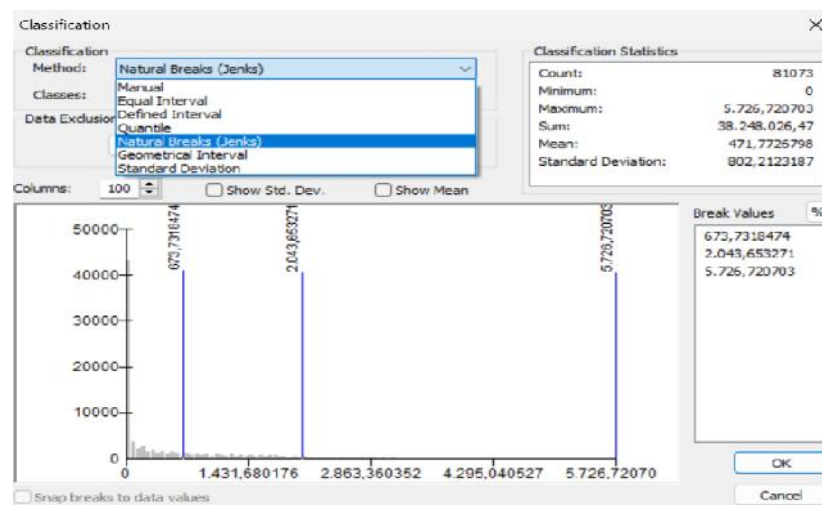


Gambar 26. Hasil *Value Kernel Density*

### 3.4.3.7. Klasifikasi Tingkat Kepadatan

Tahap klasifikasi tingkat kepadatan dilakukan untuk mengelompokkan nilai hasil analisis *Kernel Density* menjadi beberapa kategori yang lebih mudah dipahami dan dianalisis. Proses ini bertujuan untuk menggambarkan variasi tingkat kepadatan permukiman di Kecamatan Sukabumi pada tahun 2014 dan 2024 secara lebih terstruktur, sehingga

pola distribusi bangunan dapat dilihat dengan jelas pada setiap zona kelas kepadatan.



Gambar 27. Proses Klasifikasi Tingkat Kepadatan

Klasifikasi dilakukan dengan menggunakan metode *Natural Breaks (Jenks)* pada *software* pengolah data spasial. Metode ini dipilih karena mampu mengelompokkan data berdasarkan pola alami distribusinya, sehingga perbedaan nilai antar kelas menjadi lebih signifikan dan representatif terhadap kondisi sebenarnya di lapangan.

Melalui metode ini, nilai *kernel density* yang berdekatan akan dikelompokkan dalam satu kelas, sedangkan nilai yang berbeda secara mencolok akan dipisahkan ke kelas lainnya. Hasil klasifikasi kemudian menghasilkan beberapa kategori tingkat kepadatan, yaitu kelas rendah, sedang, dan tinggi. Setiap kelas menggambarkan tingkat konsentrasi bangunan pada area tertentu yang menunjukkan perkembangan permukiman dalam dua periode waktu. Peta klasifikasi tingkat kepadatan ini menjadi dasar penting dalam tahap analisis berikutnya, termasuk melihat perubahan pola permukiman antar tahun serta menilai kesesuaian perkembangan tersebut dengan zonasi RTRW Kota Bandar Lampung.

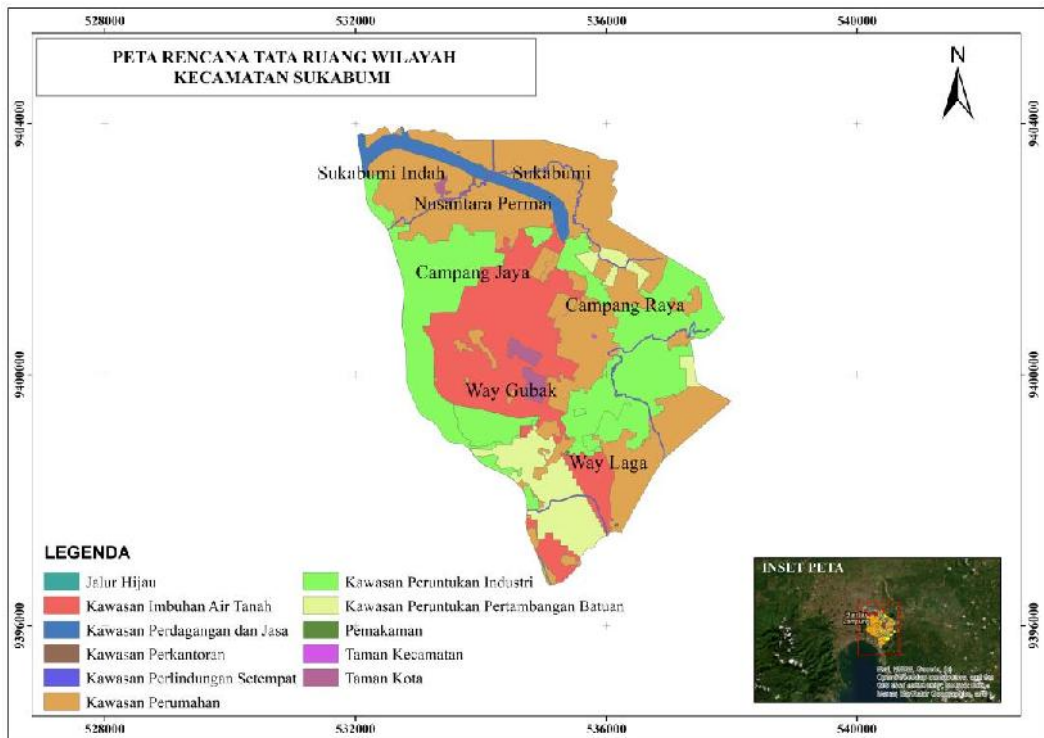
#### **3.4.3.8. Analisis Perubahan Kepadatan Bangunan Permukiman**

Analisis perubahan kepadatan bangunan permukiman dilakukan dengan membandingkan hasil klasifikasi kepadatan permukiman tahun 2014 dan 2024 untuk mengidentifikasi dinamika perkembangan permukiman dalam kurun waktu sepuluh tahun. Tahap ini adalah analisis hasil *kernel density* peta kepadatan tahun 2014 dan 2024 untuk melihat pergeseran pola spasial, perubahan tingkat kepadatan, serta perluasan area permukiman. Proses analisis dilakukan dengan mengamati perubahan kelas kepadatan rendah, sedang, dan tinggi pada lokasi yang sama, sehingga dapat diketahui wilayah yang mengalami peningkatan kepadatan akibat pertumbuhan bangunan, urbanisasi, atau alih fungsi lahan. Selain itu, analisis ini juga melihat area yang tetap stabil atau bahkan mengalami penurunan kepadatan. Hasil tahap ini menggambarkan perkembangan permukiman di Kecamatan Sukabumi dan menjadi dasar pembahasan pola pertumbuhan serta tekanan ruang tahun 2014-2024.

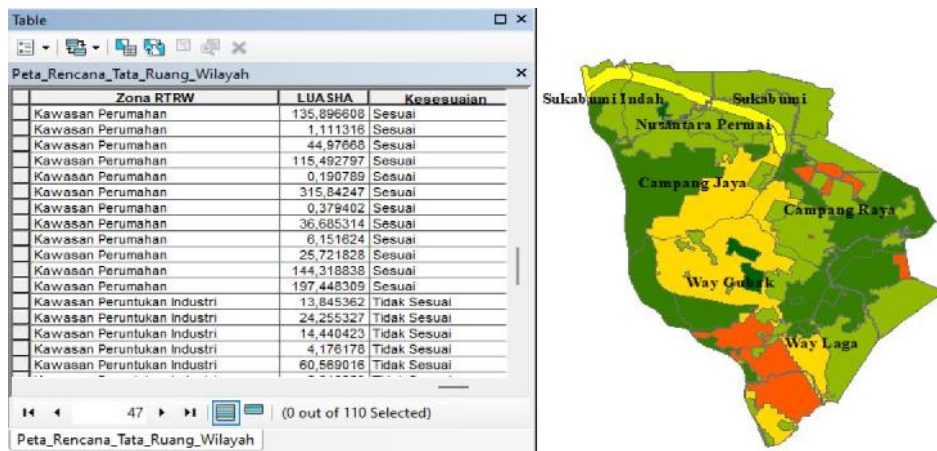
#### **3.5. Overlay Peta Kepadatan Bangunan Permukiman terhadap RTRW**

Tahap *overlay* antara peta kepadatan bangunan permukiman dan peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kecamatan Sukabumi dilakukan untuk menganalisis kesesuaian kepadatan bangunan permukiman dengan arahan pemanfaatan ruang yang telah ditetapkan. Proses ini bertujuan untuk mengidentifikasi apakah kepadatan bangunan permukiman berada pada zona yang diperuntukkan bagi kawasan hunian atau justru berkembang pada kawasan dengan fungsi lain, seperti perdagangan dan jasa, industri, ruang terbuka hijau, maupun kawasan lindung.

Melalui analisis *overlay*, dapat diketahui pola hubungan antara tingkat kepadatan bangunan permukiman dengan rencana pola ruang wilayah, sehingga memberikan gambaran mengenai tingkat keteraturan pemanfaatan ruang di Kecamatan Sukabumi. Hasil dari tahap ini selanjutnya menjadi dasar dalam mengevaluasi kesesuaian penggunaan lahan serta sebagai bahan pertimbangan dalam upaya pengendalian dan perencanaan pembangunan wilayah secara berkelanjutan.



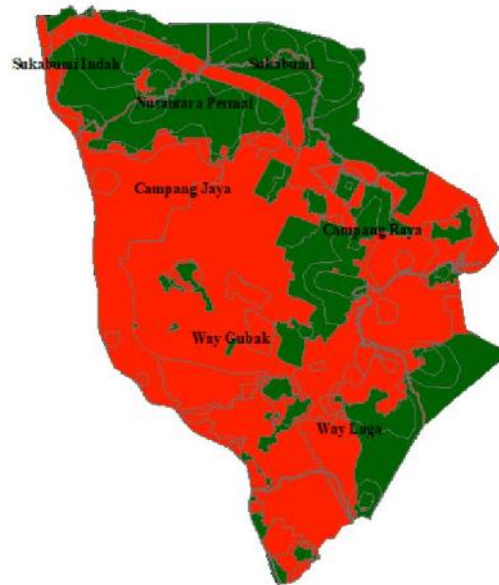
Gambar 28. Peta RTRW Kecamatan Sukabumi



Gambar 29. Proses Add Field Kesesuaian

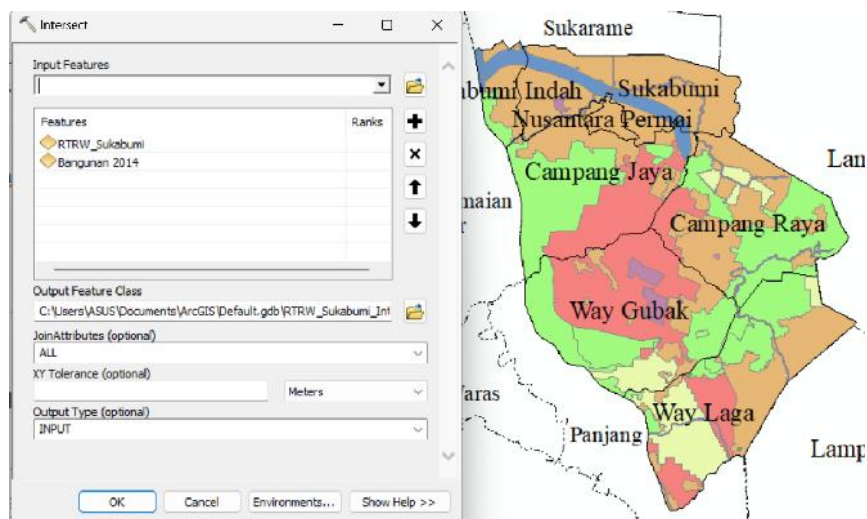
Langkah awal adalah menambahkan *field* “Kesesuaian” pada atribut tabel peta RTRW untuk menentukan apakah suatu area permukiman berada pada zona yang sesuai atau tidak sesuai dengan peruntukan ruang. Penambahan field ini dilakukan melalui *Add Field* pada *software* pengolah data spasial, dengan tipe data Text, sehingga dapat diisi dengan nilai kategori “Sesuai” dan “Tidak Sesuai”. Pada tahap ini, setiap poligon pada peta RTRW kemudian diperiksa berdasarkan jenis zonasi

yang dimilikinya. Zona yang termasuk dalam Kawasan Perumahan diklasifikasikan sebagai Sesuai, sedangkan zona selain permukiman seperti Kawasan Peruntukan Industri, Kawasan Perkantoran, Ruang Terbuka Hijau (RTH), dan kawasan non-permukiman lainnya diberikan label Tidak Sesuai.



Gambar 30. Peta Kesesuaian Zona Permukiman RTRW

Setelah proses pengisian *field* kesesuaian selesai, peta RTRW kemudian disimbolkan berdasarkan kategori tersebut. Pada tahap ini, sistem klasifikasi dilakukan dengan memilih metode *Unique Value* pada menu *Symbolology*, sehingga peta dapat menampilkan dua kelas utama, yaitu Hijau untuk Zona Sesuai (kawasan perumahan atau zona yang mengizinkan permukiman) Merah untuk Zona Tidak Sesuai (zona industri, perkantoran, RTH, Perdagangan dan jasa dan zona non-permukiman lainnya).



Gambar 31. Proses *Intersect* Kepadatan dan RTRW

Proses *overlay* dilakukan dengan menggabungkan layer bangunan permukiman tahun 2014 dan 2024 dengan peta pola ruang RTRW. Pertama, layer hasil digitasi bangunan permukiman tahun 2014 dan 2024 dan layer RTRW disamakan sistem proyeksinya untuk memastikan hasil *intersect* presisi.

Langkah berikutnya adalah menjalankan tool *Intersect* pada menu *geoprocessing* dengan memasukkan kedua layer tersebut sebagai input. Peta RTRW yang digunakan mencakup beberapa kategori peruntukan ruang, seperti kawasan permukiman, kawasan pertanian, ruang terbuka hijau, serta zona non-permukiman lainnya. Hasil *intersect* ini menghasilkan layer baru yang memuat kombinasi atribut antara polygon bangunan permukiman dan zona RTRW. Setiap zona tersebut menjadi dasar penilaian untuk menentukan apakah perkembangan sebaran permukiman berada pada wilayah yang sesuai atau tidak sesuai dengan ketentuan tata ruang yang berlaku.



## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis kepadatan bangunan permukiman di Kecamatan Sukabumi Kota Bandar Lampung tahun 2014 dan 2024 menggunakan metode *Kernel Density* dan Kesesuaiannya Terhadap RTRW, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

Persebaran permukiman di Kecamatan Sukabumi mengalami perubahan signifikan selama periode 2014–2024. Awalnya, bangunan permukiman terkonsentrasi di bagian utara dan tengah kecamatan, sementara wilayah selatan masih didominasi lahan terbuka. Pada tahun 2024, permukiman berkembang lebih merata ke seluruh kelurahan, termasuk wilayah yang sebelumnya jarang bangunan. Perubahan ini menunjukkan terjadinya ekspansi permukiman ke wilayah pinggiran (*urban sprawl*) yang mengikuti jaringan jalan utama.

Hasil analisis tingkat kepadatan bangunan permukiman menunjukkan bahwa seluruh kelurahan di Kecamatan Sukabumi mengalami peningkatan kepadatan bangunan selama periode 2014-2024. Kepadatan tertinggi pada kedua tahun penelitian terdapat di Kelurahan Nusantara Permai, yaitu sebesar 32,41% pada tahun 2014 dan meningkat menjadi 43,91% pada tahun 2024, sedangkan kepadatan terendah terdapat di Kelurahan Way Gubak, yaitu sebesar 1,97% pada tahun 2014 dan 2,81% pada tahun 2024. Secara keseluruhan, luas bangunan permukiman meningkat dari 200,07 hektar menjadi 299,88 hektar, yang menunjukkan adanya perkembangan kawasan permukiman di Kecamatan Sukabumi selama periode penelitian.

Berdasarkan hasil analisis, kesesuaian kepadatan bangunan permukiman di Kecamatan Sukabumi pada tahun 2014 dan 2024 didominasi oleh permukiman yang sesuai dengan RTRW. Luas permukiman sesuai RTRW meningkat dari 158,51 ha (79,22%) pada tahun 2014 menjadi 235,89 ha (78,66%) pada tahun 2024, sedangkan permukiman tidak sesuai RTRW meningkat dari 41,57 ha (20,78%) menjadi 63,99 ha (21,34%). Hal ini menunjukkan bahwa kepadatan bangunan permukiman selama periode 2014 dan 2024 sebagian besar masih mengikuti arahan tata ruang, meskipun terdapat peningkatan permukiman pada kawasan yang tidak sesuai RTRW. Oleh karena itu, diperlukan pengendalian pemanfaatan ruang untuk menjaga kesesuaian kepadatan bangunan permukiman dengan rencana tata ruang yang telah ditetapkan.

## 5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data citra terkoreksi dengan resolusi spasial yang lebih tinggi serta rentang waktu yang lebih rapat agar perubahan kepadatan permukiman dapat teridentifikasi secara lebih detail dan akurat.
2. Proses digitasi bangunan sebaiknya dikombinasikan dengan metode ekstraksi bangunan semi-otomatis atau otomatis untuk meningkatkan efisiensi pengolahan data serta mengurangi subjektivitas dalam interpretasi citra.
3. Analisis kepadatan permukiman dapat dikembangkan dengan mengombinasikan metode *Kernel Density* dengan metode spasial lainnya, sehingga diperoleh perbandingan hasil dan pemahaman yang lebih komprehensif terhadap pola perkembangan permukiman.
4. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh pemerintah daerah sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan dan pengendalian perkembangan permukiman, khususnya pada wilayah yang mengalami peningkatan kepadatan secara signifikan.

5. Evaluasi kesesuaian permukiman terhadap RTRW pada penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data RTRW terbaru dan dikaji lebih mendalam hingga tingkat peraturan zonasi agar hasil analisis dapat mendukung pengendalian pemanfaatan ruang secara lebih optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, I. W. S., & As-syakur, Abd. R. (2012). Aplikasi Sistem Informasi Geografi (SIG) Berbasis Data Raster Untuk Pengkelasan Kemampuan Lahan Di Provinsi Bali Dengan Metode Nilai Piksel Pembeda. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 19(1), 21–29.
- Aini, A. (2007). *Sistem Informasi Geografis Pengertian Dan Aplikasinya*.
- BPS. (2015). *Kecamatan Sukabumi Dalam Angka* (Vol. 15).
- BPS. (2024). *Kecamatan Sukabumi Dalam Angka (2024)* (Vol. 19).
- Chairunisa, A. N., Laila Nugraha, A., & Firdaus, H. S. (2019). Analisis Tingkat Daerah Rawan Kriminal Menggunakan Metode Kernel Density di Wilayah Hukum POLRESTABES Kota Semarang. Dalam *Jurnal Geodesi Undip Oktober* (Vol. 8, Nomor 4).
- Chen, J., Yang, S., Li, H., Zhang, B., & Lv, J. (2013). Research On Geographical Environment Unit Division Based On The Method Of Natural Breaks (Jenks). *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 40(4W3), 47–50. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-4-W3-47-2013>
- Crysta, E. A. (2017). *Analisis Tingkat Kekumuhan Dan Pola Penanganannya (Studi Kasus: Kelurahan Keputih, Surabaya)*. [https://repository.its.ac.id/43539/1/3513100071-Undergraduate\\_Theses.pdf](https://repository.its.ac.id/43539/1/3513100071-Undergraduate_Theses.pdf)
- Darmawan, K., Hani'ah, & Suprayogi, A. (2017). Analisis Tingkat Kerawanan Banjir Di Kabupaten Sampang Menggunakan Metode Overlay Dengan Scoring Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1), 31–40.
- Kusumaningrat, M. D., Subiyanto, S., & Yuwono, B. D. (2017). Analisis Perubahan Penggunaan Dan Pemanfaatan Lahan Terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah Tahun 2009 dan 2017. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(4), 443–452.
- Manurung, P. (2017). *Kepadatan Permukiman dan Ketersediaan Ruang Bermain Anak*. 149–153.
- Mokodongan, R. P., Rondonuwu, D. M., & Moniaga, I. L. (2019). *Evaluasi Rencana Tata Ruang Wilayah Kotamobagu Tahun 2014 - 2034*.

- Mustaurida, R. (2024, Juni). *Dosen ITERA Kritisi Polemik Tata Ruang Permukiman di Bandar Lampung*. [lampung.idntimes.com. https://lampung.idntimes.com/news/lampung/rohmah-mustaurida/dosen-itera-kritisi-polemik-tata-ruang-permukiman-di-bandar-lampung](https://lampung.idntimes.com/news/lampung/rohmah-mustaurida/dosen-itera-kritisi-polemik-tata-ruang-permukiman-di-bandar-lampung), diakses tanggal 26 Mei 2025
- Nugroho, D. (2020). *Analisis Kerawanan Tanah Longsor Menggunakan Metode Klasifikasi Natural Breaks (Jenks)*.
- Nur, I. R., Syamsidik, & Syahreza, S. (2021). Pemanfaatan Citra Satelit Google Earth untuk Penilaian Progres Pemulihan Lahan Pasca 15 Tahun Tsunami Aceh di Kecamatan Lhoong, Aceh Besar. *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, 17(1), 62–69. <https://doi.org/10.17529/jre.v17i1.19402>
- Pamungkas, S. (2024, Juli 16). *Pertumbuhan Meningkat, Ini lah Daerah Favorit Pembangunan Perumahan di Bandar Lampung*. [Kupastuntas.co. https://kupastuntas.co/2024/07/16/pertumbuhan-meningkat-ini-daerah-favorit-pembangunan-perumahan-di-bandar-lampung](https://kupastuntas.co/2024/07/16/pertumbuhan-meningkat-ini-daerah-favorit-pembangunan-perumahan-di-bandar-lampung), diakses tanggal 30 September 2025
- Pigawati, B., Yuliasuti, N., & Mardiansjah, F. H. (2017). Pembatasan Perkembangan Permukiman Kawasan Pinggiran Sebagai Upaya Pengendalian Perkembangan Kota Semarang. *TATALOKA*, 19(4), 306. <https://doi.org/10.14710/tataloka.19.4.306-319>
- Rosnila. (2004). *Perubahan Penggunaan Lahan Dan Pengaruhnya Terhadap Keberadaan Situ (Studi Kasus Kota Depok)*.
- Saefudin, D. S. (2020). Sistem Informasi Geografis Untuk Analisa Spasial Potensi Lembaga Pendidikan Keterampilan. *Sistem Informasi* |, 7(2), 123–131.
- Sepyoza, A. P., & Wilis, R. (2024). *Perubahan Penggunaan Lahan Sawah Menjadi Lahan Perkebunan di Kecamatan Mungka Tahun 2023-2021*.
- Setyorini, B. (2012). Analisis Kepadatan Penduduk dan Proyeksi Kebutuhan Permukiman Kecamatan Depok Sleman Tahun 2010 –2015. *Jurnal Geografi UMS*.
- Sitanggang, H. (2024, Desember 16). *Pemprov Lampung: Program 3 Juta Rumah Dukung Pengurangan Kawasan Kumuh*. [Antaranews.com. https://lampung.antaranews.com/berita/754060/pemprov-lampung-program-3-juta-rumah-dukung-pengurangan-kawasan-kumuh](https://lampung.antaranews.com/berita/754060/pemprov-lampung-program-3-juta-rumah-dukung-pengurangan-kawasan-kumuh), diakses tanggal 30 September 2025
- Suhaeni, H. (2010). *Tipologi Kawasan Perumahan Dengan Kepadatan Penduduk Tinggi dan Penanganannya*.
- Wicaksono, D. A., & Papilaya, F. S. (2023). Spatial Analysis of Covid-19 Spread Pattern Using Kernel Density Method in Surakarta. *Jurnal Geografi*, 21(2), 93–106.

Wulansari, D. I. (2023). Perubahan Distribusi Spasial Permukiman dan Relasinya Terhadap Pertumbuhan Penduduk di Kota Bandar Lampung. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, 7(1), 11–22.