

**ANALISIS TINGKAT KEKRITISAN LINGKUNGAN DENGAN METODE  
*ENVIRONMENTAL CRITICAL INDEX (ECI)* DI KOTA BANDAR  
LAMPUNG**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**FIRDA PUTRI APRILIA  
2015071029**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

**ANALISIS TINGKAT KEKRITISAN LINGKUNGAN DENGAN METODE  
*ENVIRONMENTAL CRITICAL INDEX (ECI)* DI KOTA BANDAR  
LAMPUNG**

**Oleh**

**FIRDA PUTRI APRILIA  
2015071029**

**(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  
2024**

## ABSTRAK

### ANALISIS TINGKAT KEKRITISAN LINGKUNGAN DENGAN METODE *ENVIRONMENTAL CRITICAL INDEX (ECI)* DI KOTA BANDAR LAMPUNG

Oleh

**FIRDA PUTRI APRILIA**

Kekritisian lingkungan adalah kondisi suatu wilayah yang menunjukkan tingkat kerusakan atau kekritisian yang dapat memengaruhi kemampuan lingkungan dalam mendukung kehidupan manusia dan ekosistem. Banyak faktor yang dapat menyebabkan lingkungan menjadi kritis seperti minimnya vegetasi, peningkatan lahan terbangun, tingginya suhu permukaan dan kepadatan penduduk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kekritisian lingkungan di Kota Bandar Lampung pada tahun 2014 dan 2023 serta mengetahui hubungan NDVI, NDBI, LST, dan kepadatan penduduk terhadap kekritisian lingkungan.

Metode penelitian ini adalah menggunakan algoritma *Environmental Critical Index* (ECI) dan teknologi penginderaan jauh berupa citra Landsat 8 untuk tahun 2014 dan Landsat 9 untuk tahun 2023 dalam memperoleh indeks kekritisian lingkungan. ECI dihitung berdasarkan tiga variabel, yaitu *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Normalized Difference Built-Up Index* (NDBI) dan *Land Surface Temperature* (LST).

Hasil penelitian ini, tingkat kekritisian paling tinggi terdapat di Kecamatan Tanjung Karang Pusat, Enggal, Teluk Betung Selatan, dan Tanjung Karang Timur. Kekritisian lingkungan di Kota Bandar Lampung mengalami perubahan signifikan antara 2014 dan 2023. Luas area tidak kritis menurun 35%, dari 7.606,08 hektar menjadi 6.487,92 hektar, sedangkan kelas kritis turun 15%, dari 5.421,60 hektar menjadi 4.892,31 hektar. Sebaliknya, kelas sangat kritis meningkat 50%, dari 5.186,43 hektar menjadi 6.634,17 hektar. Untuk analisis hubungan antara NDVI, NDBI, LST dan kepadatan penduduk diantara variabel tersebut yang paling berpengaruh dalam kekritisian lingkungan yaitu NDBI diikuti oleh NDVI, LST serta kepadatan penduduk yang memiliki pengaruh paling kecil.

Kata Kunci: *Environmental Critical Index*, *Normalized Difference Vegetation Index*, *Normalized Difference Built-Up Index*, *Land Surface Temperature*, dan Landsat.

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL CRITICAL LEVEL USING ENVIRONMENTAL CRITICAL INDEX (ECI) METHOD IN BANDAR LAMPUNG CITY**

**By**

**FIRDA PUTRI APRILIA**

Environmental criticality is the condition of an area that indicates the level of damage or criticality that can affect the environment's ability to support human life and ecosystems. Many factors can cause the environment to become critical, such as a lack of vegetation, increased built-up land, high surface temperatures, and population density. This research aims to determine the level of environmental criticality in Bandar Lampung City from 2014 to 2023, as well as to understand the relationship between NDVI, NDBI, LST, and population density with environmental criticality. The methods used are Environmental Critical Index (ECI) algorithm and remote sensing technology using Landsat 8 images for 2014 and Landsat 9 for 2023 to obtain the environmental criticality index. ECI calculated based on three variables, namely Land Surface Temperature (LST), Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), and Normalized Difference Built-Up Index (NDBI). The results of this study show that the highest level of criticality is found in the districts of Tanjung Karang Pusat, Enggal, Teluk Betung Selatan, and Tanjung Karang Timur. Environmental criticism in Bandar Lampung City has undergone significant changes between 2014 and 2023. The area of non-critical land decreased by 35%, from 7,606.08 hectares to 6,487.92 hectares, while the critical class decreased by 15%, from 5,421.60 hectares to 4,892.31 hectares. In contrast, the very critical class increased by 50%, from 5,186.43 hectares to 6,634.17 hectares. For the analysis of the relationship between NDVI, NDBI, LST, and population density, the variable that has the most significant impact on environmental criticality is NDBI, followed by NDVI, LST, and population density respectively.

**Keywords:** *Environmental Critical Index, Normalized Difference Vegetation Index, Normalized Difference Built-Up Index, Land Surface Temperature dan Landsat.*

## HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : ANALISIS TINGKAT KEKRITISAN  
LINGKUNGAN DENGAN *METODE*  
*ENVIRONMENTAL CRITICAL INDEX (ECI)*  
DI KOTA BANDAR LAMPUNG

Nama Mahasiswa : Firda Putri Aprilia  
NPM : 2015071029  
Program Studi : S1 Teknik Geodesi  
Jurusan : Teknik Geodesi dan Geomatika  
Fakultas : Teknik



**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Fajriyanto, S.T., M.T.  
NIP 197203022006041002

Anggun Tridawati, S.T., M.T.  
NIP 199501302022032016

**MENYETUJUI**

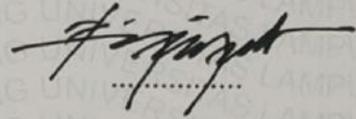
2. Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika

Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM.  
NIP 196410121992031002

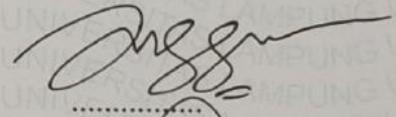
**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

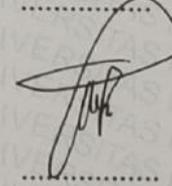
**Ketua** : Dr. Fajriyanto, S.T., M.T.



**Sekretaris** : Anggun Tridawati, S.T., M.T.



**Anggota** : Tika Christy Novianti, S.T., M.Eng.



**2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung**

**Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.)**

**NIP. 197509282001121002**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 09 Oktober 2024**



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Firda Putri Aprilia  
NPM : 2015071029  
Jurusan : Teknik Geodesi dan Geomatika  
Fakultas : Teknik  
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "Analisis Tingkat Kekritisian Lingkungan dengan Metode *Environmental Critical Index* (ECI) di Kota Bandar Lampung" ini tidak terdapat karya yang ditulis dan diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dicantumkan dalam naskah. Apabila dikemudian hari ternyata pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademis yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sadar dan sebenarnya, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, 9 Oktober 2024



Firda Putri Aprilia  
NPM. 2015071029

## **MOTTO**

Allah tidak akan membawaku sejauh ini hanya untuk gagal, ada banyak hal yang telah aku lewati, tangisan, senyuman, rasa sakit, kebahagiaan, dan aku percaya diujung perjuangan ini ada ribuan berkah yang mengiringi kehidupan.

Jangan menyerah. Ingat janji Allah

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(Q.S Al Insyirah: 6)

“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Q.S Al Baqarah: 286)

“Pendidikan merupakan senjata paling ampuh yang bisa kamu gunakan untuk mengubah dunia”

(Nelson Mandela)

“Tetaplah berusaha dan kuat ditengah badai cobaan. Hidup yang indah bukan dengan berleha-leha, namun diperjuangkan dengan penuh suka cita.”

**Kerjakan, Tawakal, dan Ikhlas**

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung, pada hari Selasa tanggal 16 April 2002 sebagai anak pertama dari tiga bersaudara yang lahir dari pasangan Bapak Firman Daus dan Ibu Ida Wati. Penulis memiliki dua adik perempuan yang bernama Diana Nurul Aulia dan Kayla Dania Kinara.

Penulis menempuh pendidikan pertama pada Taman Kanak-Kanak (TK) Permata Madani Bandar Lampung dan selesai pada tahun 2007. Sekolah Dasar (SD) dari kelas 1 sampai dengan 4 di MIN Sukarame Bandar Lampung, kelas 5 di SDN 1 Muara Burnai 2 Palembang dan kelas 6 diselesaikan di SDN 3 Perumnas Way Kandis pada tahun 2014. Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan di SMP Negeri 21 Bandar Lampung pada tahun 2017. Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMA Negeri 15 Bandar Lampung pada tahun 2020.

Pada tahun 2020, penulis memasuki jenjang perkuliahan dan diterima menjadi mahasiswa S1 Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum Survei Terestris II pada tahun 2022. Selain itu, penulis juga aktif di beberapa organisasi dan kepanitiaan kampus seperti menjadi staff Komisi 4 Administrasi dan Keuangan DPM Unila 2021, Anggota Departemen Pendidikan HIMAGES 2022 dan Bendahara Pelaksana II Acara GeoFest HIMAGES tahun 2022. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di Desa Sukajaya Lempasing pada bulan Juni sampai dengan Agustus 2023. Setelah melaksanakan KKN, penulis melanjutkan dengan pelaksanaan Kerja

Praktik (KP) di PT EFORT Digital Multisolution Kota Bandung selama 3 bulan pada bulan Agustus sampai dengan November 2023

Penulis melaksanakan penelitian Skripsi di Kota Bandar Lampung dengan Judul “Analisis Tingkat Kekritisian Lingkungan dengan Metode *Environmental Critical Index* (ECI) di Kota Bandar Lampung”. Dengan dosen pembimbing I Bapak Dr. Fajriyanto, S.T., M.T. dan dosen pembimbing II Ibu Anggun Tridawati, S.T., M.T.

## PERSEMBAHAN



Alhamdulillah Rabbil 'Alamin. Segala puji bagi Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Shalawat serta salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW.

Kupersembahkan skripsi ini kepada:

Kedua orang tuaku yang tanpa lelah dengan penuh kasih sayang memanjatkan doa yang luar biasa untuk anaknya agar mencapai keberhasilan dan kesuksesan, serta memberikan dukungan yang tiada hentinya. Terimakasih atas pengorbanan dan kerja keras dalam mendidik dan membesarkanku.

Kepada kedua adik tercinta yang selalu memberikan dukungan, motivasi dan selalu mendengarkan keluh kesahku selama ini agar skripsi ini cepat terselesaikan.

## SANWACANA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga Skripsi yang berjudul **“ANALISIS TINGKAT KEKRITISAN LINGKUNGAN DENGAN METODE *ENVIRONMENTAL CRITICAL INDEX (ECI)* DI KOTA BANDAR LAMPUNG”** dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun guna melengkapi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Tugas Akhir bagi mahasiswa Program Studi S1 Teknik Geodesi Universitas Lampung.

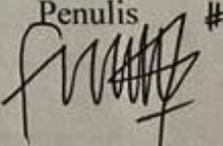
Dalam proses penulisan sampai dengan penyusunan Skripsi ini, penulis mendapat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Fauzan Murdapa M.T., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi Geomatika dan Program Studi S1 Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Bapak Romi Fadly, S.T., M.Eng. selaku Koordinator Skripsi Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung.
4. Bapak Eko Rahmadi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Bapak Dr. Fajriyanto, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan masukan, nasihat, motivasi dan telah banyak meluangkan waktu, tenaga, serta pikirannya sehingga penelitian pada skripsi ini dapat berjalan dengan baik.
6. Ibu Anggun Tridawati, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan masukan, bimbingan serta nasihat sehingga penyusunan Skripsi ini dapat berjalan dengan baik.

7. Ibu Tika Christy Novianti, S.T., M.Eng., selaku Dosen Penguji yang dapat memberikan banyak nasihat, kritik dan saran pada Skripsi ini.
8. Staff dan karyawan Program Studi Teknik Geodesi yang telah membantu penulis selama perkuliahan.
9. Kedua orang tua, dan kedua adik saya yang telah memberikan dukungan materil dan moril serta doa agar kegiatan perkuliahan saya dilancarkan oleh Allah SWT.
10. Teman terdekat semasa perkuliahan penulis Clara, Fadillah, Putri dan Vanny yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
11. Rekan-rekan Teknik Geodesi dan Survei Pemetaan Angkatan 2020 yang telah membantu dalam berdiskusi, memberi informasi, dan memberi semangat selama berproses.
12. Terakhir, terimakasih untuk diri sendiri, karena telah berusaha keras dan berjuang sejauh ini. Mampu mengendalikan diri dari berbagai tekanan diluar keadaan dan tak pernah memutuskan menyerah sesulit apapun proses penyusunan skripsi ini dengan menyelesaikan sebaik dan semaksimal mungkin, ini merupakan pencapaian yang perlu dibanggakan untuk diri sendiri.

Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada semua yang telah membantu. Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam menyelesaikan Skripsi ini, sehingga laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu, penulis berharap kritik dan saran yang dapat membantu memperbaiki skripsi ini. Demikian skripsi ini disusun sebaik-baiknya agar dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Bandar Lampung, 09 Oktober 2024

Penulis #  
  
Firda Putri Aprilia

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>3</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>4</b>
<b>SANWACANA.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian .....	4
1.6 Hipotesis .....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Penginderaan Jauh .....	6
2.2 Landsat 8 dan Landsat 9 .....	7
2.3 <i>Normalize Difference Vegetation Index</i> (NDVI) .....	8
2.4 <i>Normalize Difference Built – Up Index</i> (NDBI).....	9
2.5 <i>Land Surface Temperature</i> (LST).....	11
2.6 <i>Environmental Critical Index</i> (ECI) .....	13
2.7 Kepadatan Penduduk.....	14
2.8 Penentuan Sampel .....	14
2.9 Uji Akurasi .....	15
2.10 Analisis Regresi Linear Sederhana.....	15
2.11 Penelitian Terdahulu .....	16
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>7</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	7
3.2 Alat .....	20
3.3 Data .....	20
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	20
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	21
3.6 Tahap Persiapan.....	22
3.6.1 Identifikasi Masalah .....	22

3.6.2	Studi Literatur .....	22
3.6.3	Teknik Pengumpulan Data .....	22
3.7	Tahap Pengolahan Data .....	23
3.7.1	Pra Pengolahan .....	23
3.7.2	Pengolahan Kekritisian Lingkungan .....	25
3.7.3	Pengolahan Hubungan .....	33
3.8	Tahap Akhir .....	34
<b>IV.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>37</b>
4.1	Hasil.....	37
4.1.1	<i>Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)</i> .....	37
4.1.2	<i>Normalized Difference Built Up- Index (NDBI)</i> .....	40
4.1.3	<i>Land Surface Temperature (LST)</i> .....	44
4.2	Pembahasan .....	48
4.2.1	Analisis Kekritisian Lingkungan.....	48
4.2.2	Analisis Hubungan Kekritisian Lingkungan.....	52
<b>V.</b>	<b>PENUTUP.....</b>	<b>63</b>
5.1	Kesimpulan.....	63
5.2	Saran.....	64
	<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>65</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>69</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Spesifikasi Teknis Citra Landsat 8 .....	7
2. Karakteristik band – band Landsat 8.....	8
3. Nilai dan Kelas Kerapatan Vegetasi.....	9
4. Nilai dan Kelas Kerapatan Bangunan .....	10
5. Matriks Konfusi .....	15
6. Penelitian Terdahulu.....	16
7. Data Penelitian .....	20
8. Pelaksanaan Penelitian .....	20
9. Klasifikasi Kerapatan Vegetasi .....	25
10. Klasifikasi Kerapatan Bangunan.....	26
11. Validasi Kerapatan Vegetasi Tahun 2014 .....	27
12. Validasi Kerapatan Bangunan Tahun 2014 .....	28
13. Validasi Kerapatan Vegetasi Tahun 2023 .....	29
14. Validasi Kerapatan Bangunan Tahun 2023 .....	31
15. Interpretasi Koefisien Korelasi .....	34
16. Luas Indeks Kerapatan Vegetasi Kota Bandar Lampung Tahun 2014.....	37
17. Akurasi Kerapatan Vegetasi Tahun 2014.....	37
18. Luas Indeks Kerapatan Vegetasi Kota Bandar Lampung Tahun 2023 .....	38
19. Akurasi Kerapatan Vegetasi Tahun 2023 .....	39
20. Perubahan Luas Kerapatan Vegetasi Kota Bandar Lampung Tahun 2014 dan 2023.....	39
21. Luas Indeks Kerapatan Bangunan Kota Bandar Lampung Tahun 2014 .....	40
22. Akurasi Kerapatan Bangunan Tahun 2014.....	41
23. Luas Indeks Kerapatan Bangunan Kota Bandar Lampung Tahun 2023 .....	42

24. Akurasi Kerapatan Bangunan Tahun 2023.....	43
25. Perubahan Luas Kerapatan Bangunan Kota Bandar Lampung Tahun 2014 dan 2023.....	43
26. Luas Area Suhu Permukaan Kota Bandar Lampung Tahun 2014.....	45
27. Validasi Suhu Permukaan Tahun 2014.....	45
28. Luas Area Suhu Permukaan Kota Bandar Lampung Tahun 2023.....	46
29. Validasi Suhu Permukaan Tahun 2023.....	47
30. Perubahan Area Suhu Permukaan Kota Bandar Lampung Tahun 2014 dan 2023.....	47
31. Luas Area Kekritisian Lingkungan Tahun 2014.....	49
32. Luas Area Kekritisian Lingkungan Kota Bandar Lampung Tahun 2023.....	50

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Lokasi Penelitian.....	7
2. Diagram Alir Penelitian.....	21
3. Citra Landsat sebelum dan sesudah koreksi radiometrik.....	24
4. Pemotongan Citra.....	24
5. Peta Kerapatan Vegetasi Kota Bandar Lampung Tahun 2014 .....	37
6. Peta Kerapatan Vegetasi Kota Bandar Lampung Tahun 2023 .....	38
7. Peta Kerapatan Bangunan Kota Bandar Lampung Tahun 2014.....	40
8. Peta Kerapatan Bangunan Kota Bandar Lampung Tahun 2023.....	42
9. Peta Suhu Permukaan Kota Bandar Lampung Tahun 2014 .....	44
10. Peta Suhu Permukaan Kota Bandar Lampung Tahun 2023 .....	46
11. Peta Kekritisian Lingkungan Kota Bandar Lampung Tahun 2014 .....	48
12. Peta Kekritisian Lingkungan Kota Bandar Lampung Tahun 2023 .....	50
13. Grafik Perubahan Luas Area Kekritisian Lingkungan Kota Bandar Lampung Tahun 2014 dan 2023 .....	51
14. <i>Scatter Plot</i> NDVI Terhadap Kekritisian Lingkungan Tahun 2014 .....	52
15. Hasil Perhitungan NDVI Terhadap Kekritisian Lingkungan Tahun 2014 .....	53
16. <i>Scatter Plot</i> NDVI Terhadap Kekritisian Lingkungan Tahun 2023.....	54
17. Hasil Perhitungan NDVI Terhadap Kekritisian Lingkungan Tahun 2023 .....	54
18. <i>Scatter Plot</i> NDBI Terhadap Kekritisian Lingkungan Tahun 2014.....	55
19. Hasil Perhitungan NDBI Terhadap Kekritisian Lingkungan Tahun 2014.....	55
20. <i>Scatter Plot</i> NDBI Terhadap Kekritisian Lingkungan Tahun 2023.....	56
21. Hasil Perhitungan NDBI Terhadap Kekritisian Lingkungan Tahun 2023.....	57
22. <i>Scatter Plot</i> LST Terhadap Kekritisian Lingkungan Tahun 2014.....	58
23. Hasil Perhitungan LST Terhadap Kekritisian Lingkungan Tahun 2014 .....	58

24. Scatter Plot LST Terhadap Kekritisian Lingkungan Tahun 2023.....	59
25. Hasil Perhitungan LST Terhadap Kekritisian Lingkungan Tahun 2023 .....	59
26. <i>Scatter Plot</i> Kepadatan Penduduk Terhadap Kekritisian Lingkungan Tahun 2014.....	60
27. Hasil Perhitungan Kekritisian Lingkungan Terhadap Kepadatan Penduduk Tahun 2014.....	61
28. <i>Scatter Plot</i> Kepadatan Penduduk Terhadap Kekritisian Lingkungan Tahun 2023.....	62
29. Hasil Perhitungan Kekritisian Lingkungan Terhadap Kepadatan Penduduk Tahun 2023 .....	62

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kekritisian lingkungan adalah kondisi suatu wilayah yang menunjukkan tingkat kerusakan atau kekritisian yang dapat memengaruhi kemampuan lingkungan dalam mendukung kehidupan manusia dan ekosistem (Peraturan Kementerian, 2016). Banyak faktor yang dapat menyebabkan lingkungan menjadi kritis seperti minimnya vegetasi, peningkatan lahan terbangun, dan tingginya suhu permukaan. Peningkatan suhu permukaan dapat disebabkan oleh efek rumah kaca yang terjadi karena aktivitas manusia. Efek ini terjadi ketika konsentrasi gas atmosfer, seperti nitrogen dioksida, karbon dioksida, dan metana meningkat, sehingga panas matahari terperangkap di atmosfer dan menyebabkan pemanasan global (Fitriani dkk., 2023). Pemanasan global dapat dipengaruhi dengan adanya peningkatan jumlah penduduk yang menyebabkan kekritisian lingkungan dan suhu permukaan semakin meningkat tiap tahunnya. Oleh karena itu, kajian mengenai kekritisian lingkungan ini penting untuk dilakukan, karena suhu permukaan terus meningkat dan banyaknya perubahan lahan terbangun di daerah perkotaan (Insan dan Prasetya, 2021).

Kota Bandar Lampung mengalami peningkatan jumlah penduduk setiap tahun dan menjadi wilayah terpadat di Provinsi Lampung. Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa pada tahun 2022, penduduk kota ini mencapai 1.209.937 jiwa dengan luas wilayah 183,72 km<sup>2</sup>. Dengan demikian, kepadatan penduduk Kota Bandar Lampung mencapai 6.585,77 jiwa/km<sup>2</sup>, menjadikannya area terpadat di Provinsi Lampung (Badan Pusat Statistik, 2022). Peningkatan jumlah penduduk dapat dipengaruhi dua faktor, yaitu pertumbuhan penduduk di kota dan peningkatan perpindahan penduduk dari desa ke kota. Pertumbuhan penduduk yang tinggi akan

menyebabkan luas lahan terbangun bertambah dan berkurangnya lahan vegetasi dengan kata lain, semakin besar populasi penduduk di suatu kota, semakin banyak pembangunan yang dilakukan dan dapat menyebabkan penurunan kualitas lingkungan (Nugroho dkk., 2022).

Perkembangan pesat suatu wilayah, yang ditandai dengan peningkatan jumlah penduduk, seringkali berdampak signifikan terhadap perubahan kekritisitas lingkungan. Perubahan tersebut dapat diidentifikasi dan dipantau secara efektif dan efisien menggunakan teknologi penginderaan jauh. Salah satu metode yang digunakan dalam penginderaan jauh untuk mengidentifikasi kekritisitas lingkungan adalah *Environment Criticality Index* (ECI). ECI adalah indeks yang digunakan untuk menentukan kualitas suatu lingkungan termasuk pada kawasan area kritis berdasarkan distribusi kerapatan bangunan, suhu permukaan dan ketersediaan tutupan vegetasi. Kondisi lingkungan yang dikategorikan sebagai kritis menurut ECI umumnya dicirikan oleh beberapa faktor utama yaitu peningkatan suhu permukaan yang signifikan, berkurangnya tutupan vegetasi, dan meningkatnya lahan terbangun.. Secara sederhana, dapat dijelaskan bahwa ECI berbanding lurus dengan peningkatan suhu dan lahan terbangun berbanding terbalik dengan vegetasi. Menghitung nilai ECI dapat menggunakan parameter suhu permukaan, lahan terbangun dan kerapatan vegetasi (Indriyani dkk., 2023).

Dampak negatif akibat kekritisitas lingkungan, pada suatu wilayah yaitu terjadinya penurunan kualitas lingkungan. Penurunan kualitas lingkungan dapat menimbulkan berbagai dampak yang serius bagi kehidupan manusia dan ekosistem. Maka dari itu diperlukan analisis lebih lanjut terkait kekritisitas lingkungan untuk mengurangi dampak bencana yang ditimbulkan, pada penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh Bandi Sasmito dan Andri Suprayogi pada tahun 2017 (Sasmito dan Suprayogi, 2017) mengenai kekritisitas lingkungan di Kota Semarang menggunakan dengan parameter *Normalize Difference Vegetation Index* (NDVI) dan *Land Surface Temperature* (LST) serta data citra Landsat 8. Sebenarnya ada parameter tambahan yang secara akurat dapat menentukan tingkat kekritisitas lingkungan yaitu *Normalize Difference Built-up Index* (NDBI). Sehingga pada penelitian ini penulis mencoba untuk menambahkan parameter NDBI dengan menggunakan metode

*Environmental Criticality Index* (ECI) dan menggunakan data citra Landsat 8 dan Landsat 9. Tujuan dilakukan penelitian ini untuk mengetahui tingkat kekritisian lingkungan yang terjadi di Kota Bandar Lampung dan mengetahui hubungan kekritisian lingkungan dengan NDVI, NDBI, LST, dan kepadatan penduduk. Peta yang dihasilkan yaitu peta berisi informasi kekritisian lingkungan di Kota Bandar Lampung pada tahun 2014 dan 2023.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang didapatkan berdasarkan latar belakang masalah yang terjadi adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat kekritisian lingkungan yang terjadi di Kota Bandar Lampung pada tahun 2014 dan tahun 2023?
2. Bagaimana hubungan kekritisian lingkungan dengan NDVI, NDBI, LST, dan kepadatan penduduk di Kota Bandar Lampung?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui tingkat kekritisian lingkungan yang terjadi di Kota Bandar Lampung pada tahun 2014 dan tahun 2023.
2. Mengetahui hubungan kekritisian lingkungan dengan NDVI, NDBI, LST, dan kepadatan penduduk di Kota Bandar Lampung.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini antara lain

1. Bagi Penulis

Penelitian ini menjadi ruang belajar dalam meningkatkan kemampuan, pengetahuan, dan pengalaman peneliti yang berkaitan dengan Penginderaan Jauh.

## 2. Bagi Masyarakat

Hasil penelitian ini diharapkan sebagai sumber informasi dalam mengetahui area yang memiliki kekritisian lingkungan tinggi dan meningkatkan kewaspadaan terhadap bencana.

## 3. Bagi Pemerintah

Hasil penelitian ini diharapkan akan menjadi bahan analisis untuk pemerintah daerah dalam penataan ruang dan solusi untuk pengelolaan lingkungan serta menetapkan sebaran Ruang Terbuka Hijau (RTH) secara efektif.

## 1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Lokasi penelitian ini adalah di Kota Bandar Lampung.
2. Objek penelitian yang dikaji adalah tingkat kekritisian lingkungan yang terjadi di Kota Bandar Lampung
3. Data penelitian yang digunakan adalah citra satelit Landsat 8 tahun 2014 dan citra satelit Landsat 9 tahun 2023 yang berasal dari *United States Geological Survey* (USGS). Data jumlah penduduk dan luas wilayah dari Badan Pusat Statistika (BPS).
4. Metode yang digunakan untuk menentukan kekritisian lingkungan adalah *Environmental Critical Index* (ECI). Variabel yang digunakan untuk menghitung ECI yaitu NDVI, NDBI, dan LST.
5. *Output* yang dihasilkan berupa peta tingkat kekritisian lingkungan di Kota Bandar Lampung.

## 1.6 Hipotesis

Adapun hipotesis pada penelitian ini adalah:

1. Peningkatan suhu permukaan yang tinggi, kemungkinan dapat menyebabkan meningkatnya kekritisian lingkungan.

2. Pengurangan vegetasi dapat menyebabkan kekeritisan lingkungan menjadi lebih rentan terjadi.
3. Perkembangan lahan terbangun semakin meningkat, maka akan semakin tinggi potensi kekeritisan lingkungan terjadi.

### **1.7 Sistematika Penulisan**

Isi laporan ini secara umum dapat dilihat melalui sistem penulisan laporan ini yaitu:

- I. Pendahuluan, pada bagian ini berisi penjelasan mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan yang hendak dicapai, manfaat, ruang lingkup, hipotesis, dan sistematika dari pembuatan laporan ini sendiri.
- II. Tinjauan Pustaka, pada bagian berisikan tentang penjelasan dasar teori yang berkaitan dengan kegiatan penelitian.
- III. Metode Penelitian, pada bagian ini akan dijelaskan mengenai lokasi penelitian, waktu pelaksanaan penelitian, alat dan data yang digunakan serta menjelaskan proses yang dilakukan dalam pengolahan data.
- IV. Hasil dan Pembahasan, pada bagian ini berisikan tentang hasil pengolahan data yang telah dilakukan dan juga pembahasan terkait hasil penelitian.
- V. Penutup, pada bagian ini berisi kesimpulan hasil penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah sebuah metode untuk mengumpulkan informasi tentang suatu objek dan lingkungannya tanpa menyentuhnya secara langsung, melainkan dari jarak jauh. Metode ini umumnya digunakan untuk mengambil gambar, yang kemudian diproses dan dianalisis untuk menghasilkan data. Data tersebut kemudian digunakan dalam berbagai bidang, seperti pertanian dan perencanaan (Sampurno dan Thoriq, 2016).

Penginderaan jauh memiliki empat jenis resolusi, yaitu resolusi spasial, resolusi spektral, resolusi radiasi, dan resolusi temporal. Resolusi spasial mengacu pada kemampuan sensor untuk mengidentifikasi objek di permukaan bumi, sehingga semakin tinggi resolusi spasial, maka objek akan semakin rinci direkam oleh sensor. Resolusi spektral merujuk pada kemampuan sensor untuk mendeteksi variasi interval panjang gelombang yang memungkinkan sensor untuk membedakan jenis objek berdasarkan karakteristik spektralnya. Resolusi temporal menggambarkan kemampuan sistem penginderaan jauh untuk merekam ulang area yang sama dalam periode waktu tertentu, yang sangat penting dalam memantau perubahan di suatu wilayah secara berkala. Resolusi radiasi berkaitan dengan sensitivitas sensor dalam mendeteksi dan mengukur tingkat radiasi yang dipantulkan atau dipancarkan oleh objek di permukaan bumi, yang kemudian direpresentasikan dalam bentuk data digital (Oktaviani dan Yarjohan, 2016). Penginderaan jauh sendiri merupakan salah satu teknik yang sangat efektif dalam memantau kondisi lingkungan, karena mampu memberikan data yang unik dan tidak dapat diperoleh melalui metode lain. Teknik ini juga mempermudah pekerjaan lapangan dengan menyediakan data yang

komprehensif dalam waktu yang relatif singkat dan biaya yang lebih efisien dibandingkan metode konvensional (Hadi, 2019).

## 2.2 Landsat 8 dan Landsat 9

Landsat 8 adalah satelit penginderaan jauh yang dilengkapi dengan dua sensor yaitu *Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) dengan jumlah kanal sebanyak 11 buah. Spesifikasi satelit ini serupa dengan Landsat 7, yang berada pada ketinggian 705 km dari permukaan bumi dan memiliki kemampuan untuk memindai area 170 km x 183 km. Berikut ini gambar yang menunjukkan spesifikasi teknis citra satelit Landsat 8.

Tabel 1. Spesifikasi Teknis Citra Landsat 8

Resolusi Spasial	15 Meter, 30 Meter, dan 100 Meter
Tanggal Peluncuran	11 Februari 2013
Tempat Peluncuran	<i>Space Launch Complex – 3</i> , Pangkalan Angkatan Udara Amerika Serikat di Vanderberg, California, Amerika Serikat
Roket Peluncur	Atlas V 401 AV – 035
Berat Satelit	2.623 Kg (Perkiraan saat peluncuran)
Orbit	<i>Sun – synchronous</i>
Ketinggian	705 Km
Inklinasi	98,22 Derajat
Waktu Kembali ke Tempat Semula (Revisit Time)	14 Hari

Sumber: (USGS,2013)

Landsat 9 diluncurkan pada 27 September 2021 pukul 13.12 CST dari Pangkalan Angkatan Udara Vandenberg, California. Ada dua sensor pada citra Landsat 9 yaitu sensor *Operational Land Imager 2* (OLI-2) dan sensor *Thermal Infrared Sensor 2* (TIRS-2). Dengan data yang lebih baik secara radiometrik dan geometri dibandingkan dengan instrumen pada satelit Landsat generasi sebelumnya, instrumen pada Landsat 9 adalah replika yang lebih baik dari instrumen yang mengumpulkan data pada Landsat 8. Landsat 9 dapat mengidentifikasi 16.384 warna pada panjang gelombang tertentu dengan resolusi radiometrik yang lebih tinggi dibandingkan Landsat 8 yang hanya dapat mengidentifikasi 4.096 warna dan 12-bit data, dan Landsat 7 hanya dapat mengidentifikasi 256 warna pada resolusi 8-bit. Landsat 9 selain meningkatkan OLI-2, TIRS-2 juga menurunkan cahaya liar secara signifikan dibandingkan dengan Sensor Inframerah Termal pada Landsat 8

yang memungkinkan pengukuran suhu permukaan yang lebih akurat serta koreksi atmosfer yang lebih baik.

Landsat 8 mengorbit di bumi dan melakukan pemantauan setiap 16 hari sekali pada area yang sama, dengan waktu orbit sekitar 99 menit, serupa dengan Landsat 7. Meskipun ditargetkan beroperasi selama 5 tahun, Landsat 8 dapat memiliki umur produktif lebih lama berkat pengalaman dari Landsat 5 TM. Pada citra Landsat 8, terdapat 9 kanal (*band* 1 sampai dengan 9) pada sensor OLI dan 2 kanal lainnya (*band* 10 dan 11) pada sensor TIRS (Sasmito dan Suprayogi, 2019).

Tabel 2. Karakteristik *band – band* Landsat 8

Landsat 8	No Band	UM (Wavelength)	Resolusi (m)
<i>Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS)</i>	Band 1 Ultra Blue (coastal/aerosol)	0,43 – 0,45	30
	Band 2 Blue	0,45 – 0,51	30
	Band 3 Green	0,53 – 0,59	30
	Band 4 Red	0,64 – 0,67	30
	Band 5 Near Infrared (NIR)	0,85 – 0,88	30
	Band 6 Shortwave Infrared (SWIR) 1	1,57 – 1,65	30
	Band 7 Shortwave Infrared (SWIR) 2	2,11 – 2,29	30
	Band 8 Panchromatic	0,50 – 0,68	15
	Band 9 Cirrus	1,36 – 1,38	30
	Band 10 Thermal Infrared (TIRS) 1	10,60 – 11,19	100 dan (30)
	Band 11 Thermal Infrared (TIRS)	11,50 – 12,51	100 dan (30)

Sumber: (USGS, 2013)

### 2.3 Normalize Difference Vegetation Index (NDVI)

Indeks vegetasi, yang juga dikenal sebagai NDVI adalah indeks yang menunjukkan tingkat kehijauan tanaman. NDVI merupakan kombinasi matematis antara *band* 4 merah dan *band* 5 sinar jauh (NIR), yang digunakan untuk mengukur jumlah vegetasi dan kondisinya (Fadlillah dkk., 2018). Parameter NDVI diperoleh dari perbandingan antara *band* merah dan *band* inframerah dekat dalam citra penginderaan jauh, sehingga indeks “kehijauan” vegetasi dapat ditentukan. Indeks

rasio yang paling umum digunakan untuk mengukur jumlah vegetasi adalah NDVI. NDVI dihitung untuk setiap *pixel* berdasarkan perbedaan normalisasi antara *band* merah dan inframerah dekat pada citra, berikut formula dari NDVI (Noviliansari dkk., 2020):

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

NIR = Panjang gelombang inframerah

RED = Panjang gelombang merah

Perhitungan nilai NDVI pada Landsat menggunakan *band* 4 (RED) karena *band* tersebut dapat menyerap cahaya merah untuk proses fotosintesis dan *band* 5 (NIR) dapat memantulkan cahaya infra merah dekat dengan baik. Kedua *band* tersebut pada dasar merupakan *band* yang paling sensitif terhadap penyerapan klorofil (RED) dan pantulan struktur daun (NIR). Kerapatan vegetasi adalah salah satu faktor aspek yang mempengaruhi karakteristik vegetasi. Kerapatan vegetasi biasanya ditunjukkan dalam bentuk persentase dengan menggunakan transformasi NDVI (Tucker, 1979). Berikut ini adalah klasifikasi kerapatan vegetasi.

Tabel 3. Nilai dan Kelas Kerapatan Vegetasi

Nilai NDVI	Kelas Kerapatan Vegetasi
< 0,3	Sangat Rendah
0,3 – 0,4	Rendah
0,4 – 0,6	Sedang
> 0,6	Tinggi

Sumber: (Dewi dkk., 2023)

#### 2.4 *Normalize Difference Built – Up Index (NDBI)*

NDBI adalah indeks yang dihitung berdasarkan rasio reflektansi *channel band* SWIR1 (*short wave infrared*) dan NIR (*near infrared*). NDBI digunakan untuk mengetahui tutupan lahan terbangun (Hendrawan dkk., 2020). Dilihat dari respon spektral bangunan untuk menghitung NDBI menggunakan *band* NIR (*band* 5) dan

SWIR (*band* 6) karena keduanya memiliki karakteristik spektral yang memungkinkan untuk membedakan antara wilayah terbangun dan lahan yang tidak terbangun. Band NIR sensitif terhadap vegetasi, di mana reflektansi vegetasi sangat tinggi, sementara permukaan terbangun seperti bangunan memiliki reflektansi lebih rendah. Di sisi lain, band SWIR efektif dalam mendeteksi struktur permukaan yang tidak tertutupi vegetasi, karena reflektansinya lebih tinggi pada permukaan terbangun dibandingkan vegetasi. NDBI memanfaatkan perbedaan reflektansi ini untuk mengidentifikasi dan memetakan area terbangun (Y. Zha and Ni, 2003). Berikut ini rumus dari perhitungan NDBI :

$$NDBI = \frac{(SWIR - NIR)}{(SWIR + NIR)} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

SWIR = gelombang inframerah pendek

NIR = Panjang gelombang inframerah

Tabel 4. Nilai dan Kelas Kerapatan Bangunan

Nilai NDBI	Kelas Kerapatan Banguna
< -0,15	Sangat Rendah
-0,15 – (-0,1)	Rendah
-0,1 – 0,1	Sedang
> 0,1	Tinggi

Sumber: (Dewi dkk., 2023)

Ada banyak sekali indeks untuk analisis lahan terbangun selain NDBI salah satunya *Built-Up Index* (BU). BU merupakan indeks analisis pola perkotaan dengan menggunakan NDBI dan NDVI. Indeks terbangun adalah citra *biner* yang hanya bernilai positif lebih tinggi yang menunjukkan kawasan terbangun dan tandus sehingga memungkinkan BU untuk memetakan kawasan terbangun. Berikut ini rumus perhitungan dari BU sebagai berikut (Saputra et al., 2023):

$$BU = NDBI - NDVI \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

NDBI = *Normalized Difference Built Index*

NDVI = *Normalized Difference Vegetation Indeks*

## 2.5 Land Surface Temperature (LST)

LST atau suhu permukaan tanah adalah suhu lapisan terluar dari suatu objek, dan juga bisa diartikan sebagai suhu rata-rata dari suatu permukaan yang digambarkan dalam satu *pixel* dengan berbagai jenis permukaan. Pada lahan terbuka, suhu permukaan mengacu pada suhu permukaan lahan yang dikenal sebagai LST (Sasmito dan Suprayogi, 2017).

Nilai *radiance spectral* saluran inframerah termal (*thermal infrared*) pada *band 10* citra Landsat 8 dan Landsat 9 digunakan untuk menentukan suhu permukaan. Data yang digunakan untuk menghitung suhu permukaan adalah nilai suhu kecerahan (*brightness temperature*) yang diperoleh dari nilai TOA *radiance band 10* pada sensor TIRS citra Landsat 8 dan Landsat 9, serta nilai LSE (*Land Surface Emissivity/emisivitas permukaan lahan*) yang dihitung dari nilai proporsi vegetasi ( $P_v$ ) yang ditentukan berdasarkan nilai NDVI (Kosasih dkk, 2019). Secara matematis mengubah nilai Spektral Radian dan perhitungan *Brightness Temperature* menggunakan rumus (Sagita dkk., 2022):

$$L\lambda = M_L * Q_{cal} + A - O_i \dots\dots\dots (4)$$

$$BT = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L\lambda} + 1\right)} - 273,15 \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

BT : ToA *Brightness Temperature* ( $^{\circ}C$ )

$L\lambda$  : Nilai Spektral Radian ToA

$M_L$  : *Radiance Multiplicative Band*

$A_L$  : *Radiance Add Band*

$Q_{cal}$  : *Quantized and calibrated standard product pixel value* (DN)

$O_i$  : *Correction for Band 10*

K1: Konstanta konversi termal 1

K2 : Konstanta konversi termal 2

Nilai LSE dapat dihitung menggunakan nilai NDVI yang ditentukan dengan persamaan (Sagita dkk., 2022):

$$e = 0,004 Pv + 0,986 \dots \dots \dots (6)$$

Dimana, proporsi vegetasi (Pv) dihitung dengan membagi luas total vegetasi berdasarkan area proyeksi vertikal (termasuk daun, batang, dan cabang) di atasnya tanah. Berikut persamaan Pv (Sagita dkk., 2022):

$$Pv = \left( \frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right)^2 \dots \dots \dots (7)$$

LST dapat dihitung dengan mengoreksi suhu kecerahan (*brightness temperature* /BT) dengan nilai emisivitas kelas untuk masing – masing kelas kerapatan tutupan vegetasi. Perhitungan LST atau suhu permukaan tanah dapat menggunakan persamaan (Sagita dkk., 2022):

$$LST = \frac{BT}{1 + \frac{\lambda x BT}{\rho} * \ln(e)} \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan:

LST : Suhu Permukaan Tanah (°C)

BT : *Brightness Temperature*

$\lambda$ : Nilai panjang gelombang kanal 10

P ( $hc/\sigma$ ) :  $1,4388 \times 10^{-2}$  mK

h : Konstanta planck ( $6,26 \times 10^{-34}$  Jsec)

c : Kecepatan cahaya ( $2,998 \times 10^8$  m/s<sup>-1</sup>)

$\sigma$  : Konstanta stefan-boltzman ( $1,38 \times 10^{-23}$  J K<sup>-1</sup>)

e : Emisivitas permukaan tanah

Pengukuran LST dapat menggunakan sensor inframerah pada satelit, seperti OLI dan TIRS pada Landsat 8. Nilai LSE diperoleh dari nilai proposi vegetasi (Pv) yang berasal dari *band* 4 (merah) dan *band* 5 (inframerah dekat) pada sensor OLI citra Landsat 8. Nilai *brightness temperature* didapatkan dari nilai TOA *Reflectance band* 10 (inframerah termal) dan *band* 11 (inframerah termal) pada sensor TIRS citra Landsat 8 dan Landsat 9, melalui perhitungan tersebut dapat diketahui nilai estimasi LST (Sagita dkk., 2022).

## 2.6 *Environmental Critical Index (ECI)*

*Environmental Critical Indeks (ECI)* atau indeks kekritisian lingkungan merupakan indeks yang digunakan untuk menentukan kualitas suatu lingkungan. Vegetasi yang berkurang akan mengakibatkan kualitas lingkungan tersebut menurun. Hasil identifikasi menunjukkan lingkungan tersebut memiliki kerapatan vegetasi yang cukup rendah dan didukung oleh suhu permukaan daratan yang cukup tinggi. Sehingga akan menyebabkan nilai ECI kecil dan kualitas lingkungan akan semakin rendah (Alexandra dan Pratiwi, 2019). ECI dalam menilai kekritisian lingkungan pada kawasan perkotaan dihitung menggunakan parameter LST dan BU. Indeks ini membantu mengidentifikasi wilayah dengan tingkat kekritisian lingkungan yang tinggi, seperti wilayah pusat kota dengan lahan terbangun yang padat dan vegetasi yang rendah. Berikut ini rumus dari ECI menurut (Saputra et al., 2023):

$$ECI = LST \times BU \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan:

ECI : Indeks Kekritisian Lingkungan

LST : Suhu Permukaan

BU : *Built Up Area*

Salah satu parameter perhitungan dalam ECI adalah BU yang digunakan untuk menghitung sebaran lahan terbangun dan menjadi parameter penting dalam lingkungan. Lahan terbangun mengacu pada transformasi lahan dari hijau terbuka hingga terbangun (Saputra et al., 2023). Secara singkat, ECI merupakan metode dalam menilai kondisi lingkungan kritis dengan penyebab dari peningkatan LST dan penurunan NDVI dan peningkatan NDBI. ECI memiliki tiga kelas yaitu tidak kritis, kritis dan sangat kritis (Senanayake et al., 2013).

## 2.7 Kepadatan Penduduk

Populasi di suatu daerah mencerminkan kepadatan penduduk di wilayah tersebut. Setiap daerah memiliki tingkat kepadatan penduduk yang berbeda-beda, tergantung pada kemampuan wilayah untuk mendukungnya. Saat ini, di Indonesia, Pulau Jawa memiliki kepadatan penduduk tertinggi, diikuti oleh Pulau Sumatera. Kepadatan (*density*) adalah ukuran objektif yang menggambarkan jumlah penduduk per satuan luas area, misalnya 100 jiwa/hektar. Ukuran kepadatan penduduk ini bisa menjadi indikator apakah suatu wilayah masih layak dan nyaman untuk ditinggali, sehingga kehidupan di wilayah tersebut bisa berjalan dengan efisien. Kepadatan penduduk mengacu pada seberapa banyak penduduk yang tinggal di suatu wilayah tertentu per satuan luas, dan ini dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kondisi fisik wilayah, keamanan, budaya, serta aspek biologis dan psikologis (Fitri dkk., 2021). Untuk menghitung kepadatan penduduk berikut ini rumusnya.

$$\text{Kepadatan Penduduk} = \frac{\text{Jumlah Penduduk}}{\text{Luas Wilayah}} \dots\dots\dots (10)$$

## 2.8 Penentuan Sampel

Rumus Slovin adalah rumus yang digunakan untuk menentukan jumlah sampel minimum yang diperlukan dalam sebuah penelitian, terutama ketika objek penelitian memiliki populasi yang besar. Rumus ini biasanya dipakai untuk menghitung jumlah sampel dari objek yang belum diketahui karakteristik spesifiknya. Dalam konteks analisis citra satelit, rumus ini berguna untuk menentukan berapa banyak piksel atau area yang perlu dianalisis agar hasilnya mewakili keseluruhan citra dengan baik, berikut rumusnya (Santoso, 2023).

$$n = \frac{N}{1+Ne^2} \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan:

- n = Jumlah Sampel
- N = Jumlah Populasi
- e = Batas Toleransi Kesalahan

## 2.9 Uji Akurasi

Uji akurasi citra adalah proses untuk menentukan tingkat keakurasian atau keakuratan citra dari hasil klasifikasi. Uji akurasi citra dapat dilakukan dengan menggunakan *software* seperti QGIS dan metode klasifikasi seperti *Maximum Likelihood*. Tujuan dilakukan uji akurasi adalah untuk mengidentifikasi kesalahan klasifikasi dan mengetahui persentase ketepatannya (akurasi) (Aurellia dkk., 2023). Uji akurasi menggunakan matrik kontingensi yang juga dikenal sebagai matriks kesalahan (*error matrix*) atau matriks konfusi (*confusion matrix*) (Nawangwulan dkk., 2013).

Tabel 5. Matriks Konfusi

Hasil Klasifikasi	Referensi				Jumlah Baris
	A	B	C	D	
A	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>	X <sub>1+</sub>
B	X <sub>21</sub>	X <sub>22</sub>	X <sub>23</sub>	X <sub>24</sub>	X <sub>2+</sub>
C	X <sub>31</sub>	X <sub>32</sub>	X <sub>33</sub>	X <sub>34</sub>	X <sub>3+</sub>
D	X <sub>41</sub>	X <sub>42</sub>	X <sub>43</sub>	X <sub>44</sub>	X <sub>4+</sub>
Jumlah Kolom	X <sub>1+</sub>	X <sub>2+</sub>	X <sub>3+</sub>	X <sub>4+</sub>	N

Untuk menghitung seberapa besar tingkat keakurasian hasil klasifikasi diukur dengan menggunakan rumus:

$$\text{Tingkat Akurasi} = \frac{\text{Jumlah Sampel Benar}}{\text{Total Pengambilan Sampel}} \times 100\% \dots\dots\dots (12)$$

## 2.10 Analisis Regresi Linear Sederhana

Analisis Regresi Sederhana adalah sebuah metode pendekatan untuk pemodelan hubungan antara satu variabel dependen dan satu variabel independen. Dalam model regresi, variabel independen menerangkan variabel dependennya. Dalam analisis regresi sederhana, hubungan antara variabel bersifat linear, dimana perubahan pada variabel X akan diikuti oleh perubahan pada variabel Y secara tetap. Sementara pada hubungan non linear, perubahan variabel X tidak diikuti dengan perubahan variabel y secara proporsional (Wachid dan Tyas, 2022). Secara

matematis model analisis regresi linear sederhana dapat digambarkan sebagai berikut:

$$Y = a + bX \dots\dots\dots (12)$$

Keterangan:

Y = Variabel Dependen

X = Variabel Independen

a = *Intercept*

b = Koefisien regresi

## 2.11 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu digunakan sebagai acuan untuk penelitian ini dengan membandingkan dan menunjukkan kelemahan atau kelainan dari penelitian yang akan dilakukan. Selain itu, penelitian terdahulu juga digunakan sebagai bahan referensi untuk membantu penelitian ini. Berikut adalah penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini.

Tabel 6. Penelitian Terdahulu

No.	Penulis (Tahun)	Judul	Metode	Hasil Penelitian
1.	Senanayake, Welivita, dan Nadeeka (2013)	<i>Remote sensing based analysis of urban heat islands with vegetation cover in Colombo city, Sri Lanka using Landsat-7 ETM</i>	Klasifikasi <i>maximum likelihood</i> dengan analisis NDVI dan LST	Identifikasi <i>Urban Heat Island</i> (UHI) dan daerah kritis lingkungan berdasarkan distribusi LST dan ketersediaan tutupan vegetasi di kota Colombo, Sri Lanka dengan integrasi teknik penginderaan jauh satelit dan GIS.
2.	Bandi Sasmito dan Andri Suprayogi (2017)	Model Kekritisan Indeks Lingkungan dengan Algoritma <i>Urban Heat Island</i> di Kota Semarang	Metode dalam penelitian ini, membuat peta sebaran suhu permukaan tanah dan peta sebaran kerapatan vegetasi di tahun 2013 sampai dengan 2016. Peta suhu permukaan dibuat	Wilayah tengah dan utara Semarang dianggap memiliki kondisi lingkungan yang paling kritis dilihat dari LST dan ketersediaan tutupan vegetasi. Sumber utama LST tinggi ditemukan di pelabuhan dan pusat kota yang dipenuhi dengan bangunan beton dan aspal jalan menimbulkan

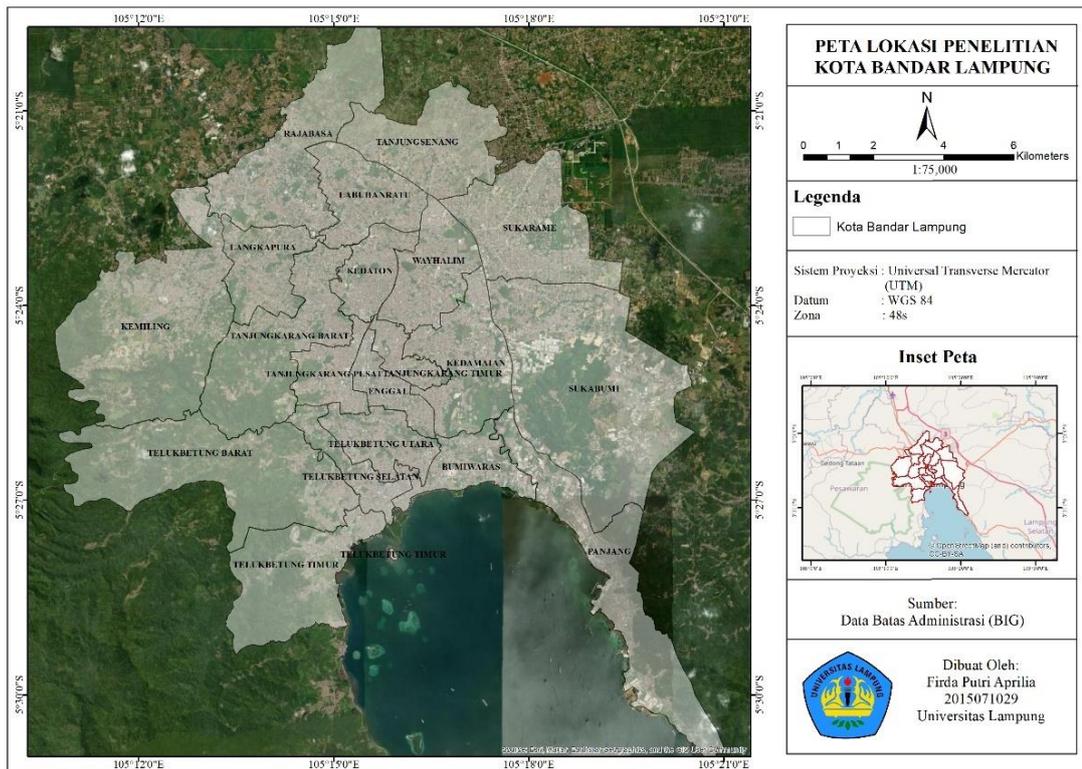
No.	Penulis (Tahun)	Judul	Metode	Hasil Penelitian
			dengan parameter LST dan sebaran vegetasi dengan parameter NDVI.	albedo rendah, serta kecilnya vegetasi pada wilayah tersebut berakibat menimbulkan pulau-pulau panas (UHI)
3.	Indriyani, Gandri, Arafah, Bana, Fitriani dan Basuki (2022)	Analisis Spasial Temporal <i>Environmental Critical Index (ECI) Kota Kendari</i>	Dengan menggunakan data citra satelit Landsat-8 OLI path 112/row 635 yang diperoleh dari <i>United States Geological Survey (USGS)</i> , dinamika suhu permukaan dan kerapatan vegetasi di Kota Kendari diamati selama dua periode, yaitu tahun 2014 dan 2021.	Pada tahun 2014, wilayah sampel Kota Kendari didominasi tingkat kekritisian rendah dengan total luasan 32.838,31 ha. Sedangkan pada tahun 2022 indeks kekritisian lingkungan Rendah memiliki luasan sebesar 26.915,70 ha, Sedang 2.190,86 ha, dan Tinggi seluas 103,95 ha
4.	Lutfi Ibrahim Adi Saputra, Jumadi dan Dewi Novita Sari (2023)	Analisis Indeks Kekritisian Lingkungan (ECI) dan Sebaran Kawasan Kumuh di Yogyakarta dan Sekitarnya Menggunakan Citra Landsat Multitemporal	Landsat 8 OLI/TIRS pada tahun 2016 dan 2021 diunduh dari situs web <i>United States Geological Survey (USGS)</i> . Diolah menjadi transformasi citra LST, NDVI, NDBI, MNDWI untuk mengetahui indeks kritis lingkungan	Kekritisian cenderung rendah di tempat-tempat dengan suhu permukaan rendah, vegetasi padat, dan lahan terbangun jarang dan tinggi di tempat-tempat dengan suhu permukaan tinggi, vegetasi jarang, dan lahan padat terbangun. Daerah kumuh terkonsentrasi terutama di dekat sungai di pusat kota. Daerah kumuh di dan sekitar Yogyakarta sebagian besar terletak di daerah dengan kondisi lingkungan yang sangat memprihatinkan.
5.	Helen Cynthia Aprilia, Jumadi, Andri N.R Mardiah (2021)	<i>Environmental Critical Analysis of Urban Heat Island Phenomenon Using Environmental Critically Indeks (ECI) Algorithm in Surakarta City and Its Surroundings</i>	Objek penelitian adalah Kota Surakarta dan sekitarnya. Metode untuk analisis data menggunakan data sekunder. Citra satelit yang digunakan yaitu Landsat 8 tahun 2013 dan 2019. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan	Dari 2013 hingga 2019, tingkat kekritisian di Kota Surakarta mengalami perubahan. Perubahan terjadi di Pusat Kota Surakarta dan meluas ke daerah sekitarnya. Penggunaan lahan menjadi pengaruh dalam ECI. Gradien perkotaan-pedesaan memperlihatkan bahwa nilai rata-rata tertinggi ECI adalah di daerah perkotaan dan

No.	Penulis (Tahun)	Judul	Metode	Hasil Penelitian
			parameter NDVI, LST, UHI dan ECI.	akan menurun saat menuju ke daerah pedesaan. Keberadaan ECI memiliki korelasi positif dengan UHI dengan efek yang signifikan. Jika terjadi kenaikan ECI, maka UHI juga akan meningkat.
6.	Rosmini Maru, Ichsan Invanni Baharuddin, Sulaiman Zhiddiq, Amal Arfan, Bayudin Jurusan (2015)	<i>Trend Analysis of Urban Heat Island Phenomenon in the City of Makassar, South Sulawesi, Indonesia using Landsat</i>	Penelitian ini menggunakan data citra <i>Landsat 8</i> . Selain itu, perangkat lunak yang digunakan adalah ArcGIS. Pita ini digunakan untuk analisis pita NDVI 2,3,4,5, sedangkan pita 10 dan 11 digunakan untuk mengidentifikasi suhu permukaan. <i>Land Surface Temperature</i> (LST) menggunakan perangkat lunak <i>Landsat 8</i> in ArcGIS 10.2.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada bulan Mei dan Juli 2015 di Kota Makassar suhu cukup tinggi dan didominasi oleh suhu 29°C – 31°C. Selain itu, peningkatan suhu dari Mei hingga Juli, yang ditandai dengan peningkatan luasnya 1.174,56. ha untuk suhu di atas 33°C. Keadaan suhu di Makassar saat ini, telah melebihi ambang batas dari penerimaan suhu oleh manusia. Untuk itu, fenomena UHI ini perlu disikapi secara serius dan berkesinambungan.
7.	Penulis	Analisis Tingkat Kekritisan Lingkungan dengan Metode <i>Environmental Critical Index</i> (ECI ) di Kota Bandar Lampung	Metode <i>Environmental Critical Index</i> (ECI) dengan algoritma NDVI, NDBI dan LST.	Penelitian ini menggunakan citra <i>Landsat 8</i> tahun 2014 dan <i>Landsat 9</i> tahun 2023 dengan metode <i>Environmental Critical Index</i> (ECI) yang menjelaskan mengenai tingkat kekritisan lingkungan

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan data tahun 2014 dan 2023 dengan pengolahan data dan penulisan yang dilakukan di tahun 2024. Sedangkan untuk lokasi penelitian dilakukan di Kota Bandar Lampung yang memiliki luas wilayah 183,72 km<sup>2</sup> dan terdiri dari 20 Kecamatan. Berikut ini gambar peta lokasi penelitian di Kota Bandar Lampung.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

### 3.2 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Perangkat Lunak Pengolah Data Spasial
2. *Microsoft Office*
3. *Google Earth Pro*
4. *GPS Map Camera*
5. Laptop

### 3.3 Data

Berikut merupakan data yang digunakan pada penelitian ini:

Tabel 7. Data Penelitian

No.	Data	Tipe Data	Sumber
1.	Citra Landsat 8 Tahun 2014 (LC08 L1TP 123064 20140429 20200911 02 T1)	Raster	<i>United States Geological Survey</i>
2.	Citra Landsat 9 Tahun 2023 (LC09 L1TP 123064 20230516 20230516 02 T1)	Raster	(USGS)
3.	Jumlah Penduduk dan Luas Wilayah Kota Bandar Lampung	Atribut	Badan Pusat Statistika
4.	Batas Administrasi Kabupaten/Kota	Vektor	Badan Informasi Geospasial

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

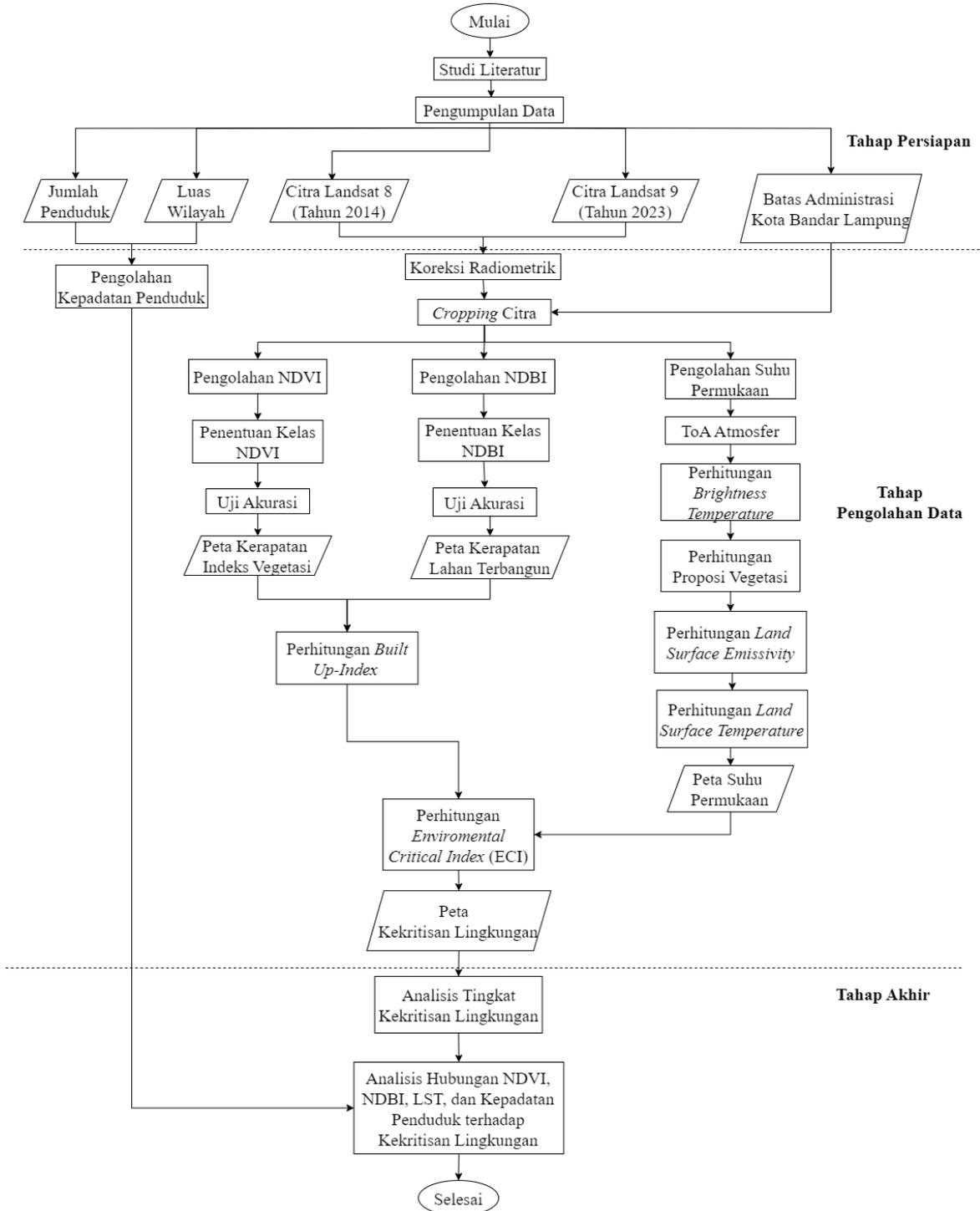
Pelaksanaan penelitian dilakukan dalam waktu tiga bulan dimulai pada bulan Juni sampai dengan Agustus 2024. Tabel berikut ini menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan penelitian.

Tabel 8. Pelaksanaan Penelitian

Kegiatan	Bulan												
	Juni			Juli			Agustus						
Studi Literatur	■	■	■										
Penyusunan Proposal		■	■	■									
Persiapan Administrasi			■	■	■								
Pengumpulan Data				■	■	■							
Pengolahan Data					■	■	■	■					
Validasi Lapangan							■	■	■				
Penyusunan Hasil									■	■	■	■	■

### 3.5 Diagram Alir Penelitian

Dalam tahap penelitian ini terdapat diagram alir untuk mempermudah proses pengerjaan penelitian berikut ini adalah diagram alir penelitian:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

## **3.6 Tahap Persiapan**

### **3.6.1 Identifikasi Masalah**

Pada tahapan identifikasi masalah dilakukan penentuan masalah yang dibahas dalam penelitian ini. Permasalahan pada penelitian ini bagaimana tingkat kekritisian lingkungan yang terjadi di Kota Bandar Lampung pada tahun 2014 dan 2023 serta hubungan NDVI, NDBI, LST dan kepadatan penduduk terhadap kekritisian lingkungan.

### **3.6.2 Studi Literatur**

Studi literatur merupakan tahap awal proses guna mendukung penelitian ini. Informasi yang digunakan dalam studi pustaka ini berasal dari berbagai macam sumber, seperti jurnal, buku, *website*, serta sumber lainnya yang memiliki hubungan dengan materi penelitian ini. Informasi ini berfungsi untuk mendukung penulisan latar belakang, tinjauan pustaka, metodologi penelitian serta analisis penelitian serupa yang digunakan.

### **3.6.3 Teknik Pengumpulan Data**

Pada tahap pengumpulan data dibagi menjadi dua yaitu pengumpulan data primer dan data sekunder.

#### **3.6.3.1 Pengumpulan Data Primer**

Pengumpulan data primer dalam penelitian ini berhubungan dengan vegetasi dan lahan terbangun terhadap kekritisian lingkungan di Kota Bandar Lampung yang diperoleh melalui survei atau observasi lapangan langsung. Observasi ini dilakukan untuk mengetahui uji ketelitian dari hasil klasifikasi citra dengan menggunakan bantuan *smartphone* yang terinstal aplikasi *GPS Map Camera*. Titik sampel sebagai *testing* ditentukan melalui perhitungan menggunakan rumus Slovin. Populasi yang

digunakan adalah total piksel yang berada pada wilayah penelitian yaitu berjumlah 445.068 piksel. Berikut jumlah sampel penelitian.

$$n = \frac{445.068}{1 + 445.068 (0,1)^2} = \frac{445.068}{4.451,68} = 99,97$$

Berdasarkan perhitungan diatas, didapatkan jumlah sampel yaitu sebesar 99,97 dengan pembulatan sampel menjadi 100 sampel. Pengambilan sampel penelitian dilakukan menggunakan metode *stratified random sampling*.

### **3.6.3.2 Pengumpulan Data Sekunder**

Pengumpulan data sekunder dapat diperoleh melalui pengambilan data citra Landsat 8 dan 9 pada *website* <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Selain data citra, ada data Kepadatan Penduduk yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan batas administrasi kabupaten/kota yang diperoleh melalui <https://tanahair.indonesia.go.id/>

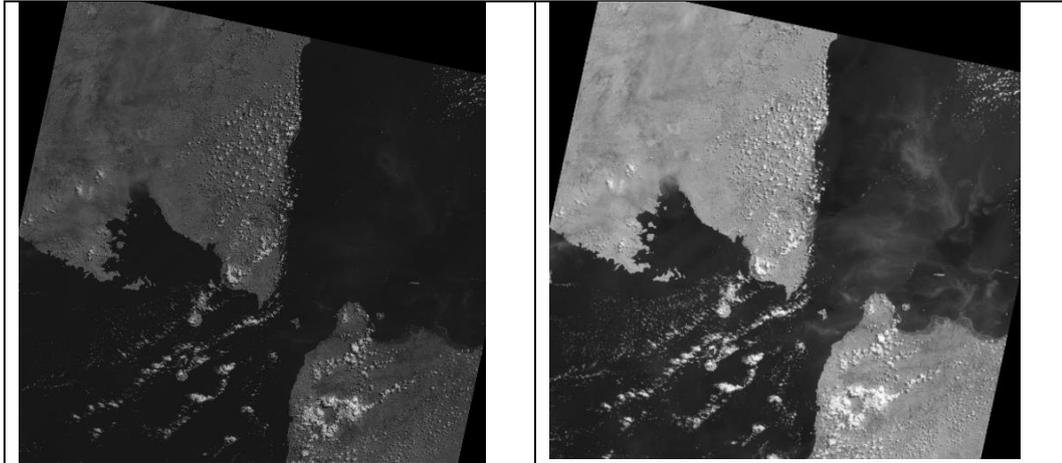
## **3.7 Tahap Pengolahan Data**

Berikut ini proses pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini:

### **3.7.1 Pra Pengolahan**

#### **3.7.1.1 Koreksi Radiometrik**

Koreksi radiometrik bertujuan untuk memperbaiki nilai piksel agar sesuai dengan yang seharusnya yang biasanya mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan utama. Dalam penelitian ini koreksi radiometrik dilakukan dengan mengubah nilai *Digital Number* menjadi nilai reflektan serta melakukan koreksi atmosferik. Berikut adalah tampilan citra sebelum dan sesudah dilakukan koreksi radiometrik.



Gambar 3. Citra Landsat sebelum dan sesudah koreksi radiometrik

### 3.7.1.2 *Cropping*

Pemotongan citra atau *clip* ini dilakukan untuk memotong wilayah yang akan menjadi area penelitian. Proses *cropping* bertujuan untuk memperkecil ukuran sebuah citra agar proses pengolahan menjadi lebih efisien, berikut tampilan citra yang telah di *cropping* sesuai wilayah penelitian.



Gambar 4. Pemotongan Citra

### 3.7.2 Pengolahan Kekritisian Lingkungan

#### 3.7.2.1 Pengolahan NDVI

Setelah melakukan *cropping*, citra satelit diolah kembali untuk menghasilkan indeks kerapatan vegetasi dengan memanfaatkan algoritma NDVI menggunakan teknik penginderaan jauh yaitu gelombang elektromagnetik inframerah dan merah, Pengolahan NDVI dengan menggunakan citra Landsat memanfaatkan *band* 4 dan *band* 5. Perhitungan nilai NDVI dapat menggunakan rumus sesuai dengan persamaan nomor (1). Nilai NDVI menghasilkan rentang nilai antara -1 sampai dengan 1. Nilai NDVI yang tinggi menunjukkan tumbuhan yang lebih hijau (lebih rapat) dan sebaliknya. Setelah hasil pengolahan NDVI diperoleh, selanjutnya dilakukan klasifikasi nilai NDVI.

Tabel 9. Klasifikasi Kerapatan Vegetasi

Klasifikasi Kerapatan Vegetasi	Nilai NDVI	Jenis Penggunaan Lahan
Sangat Rendah	<0,3	Pemukiman Padat, Kawasan Industri, Pusat Perdagangan,
Rendah	0,3 – 0,4	Lahan Kosong, Lapangan, Pemukiman,
Sedang	0,4 – 0,6	Sawah, Semak Belukar, Tumbuhan ternak
Tinggi	>0,6	Hutan, Perkebunan

Sumber: (Dewi et al., 2023)

#### 3.7.2.2 Pengolahan NDBI

NDBI merupakan indeks yang sangat sensitif terhadap lahan terbangun/lahan terbuka sehingga dapat dijadikan parameter untuk mendeteksi kerapatan bangunan. Nilai NDBI salah satu indeks yang menjadi parameter untuk memperoleh nilai *Built-up Index* (BU). NDBI pada Landsat memanfaatkan *spectral band* SWIR dan NIR yang digunakan untuk mendeteksi area lahan terbangun pada Citra Landsat 8 dan 9. Menghitung nilai NDBI dapat menggunakan rumus sesuai dengan persamaan

nomor (2). Setelah nilai NDBI didapatkan lakukan *classify* untuk penentuan kelas NDBI, berikut tampilan kelas NDBI.

Tabel 10. Klasifikasi Kerapatan Bangunan

Klasifikasi Lahan Terbangun	Nilai NDBI	Jenis Penggunaan Lahan
Sangat Rendah	<-0,15	Hutan, Perkebunan, Semak Belukar, Sawah
Rendah	-0,15 – (-0,1)	Lapangan, Lahan kosong, Pemukiman
Sedang	-0,1 – 0,1	Pemukiman, Pusat Perdagangan, Perkantoran
Tinggi	>0,1	Pemukiman Padat, Kawasan Industri,

Sumber: (Dewi et al., 2023)

### 3.7.2.3 Built-Up Index (BU)

BU digunakan untuk menentukan vegetasi pada kawasan perkotaan. Perhitungan untuk mengetahui nilai BU dilakukan dengan mengurangi nilai NDBI dan NDVI. Jika hasil vegetasi berkurang, maka kawasan perkotaan akan terlihat sangat jelas. BU didapatkan melalui rumus sesuai dengan persamaan nomor (3).

### 3.7.2.4 Pengolahan LST

Data Landsat 8 dikoreksi radiometrik menggunakan koreksi ToA Reflektansi yang dilakukan dengan mengkonversi nilai DN ke nilai reflektansi, untuk perhitungan nilai ToA Reflektansi menggunakan rumus sesuai dengan persamaan nomor (4). Setelah mendapatkan nilai ToA, selanjutnya menghitung nilai *Brightness Temperature* (BT) dengan menggunakan band *thermal* yang sudah menjadi nilai *spectral radiance*, yang menggunakan rumus sesuai dengan persamaan nomor (5). Selanjutnya menghitung nilai Proporsi Vegetasi (Pv) yang berguna untuk mengetahui kerapatan vegetasi dan dapat diestimasi menggunakan nilai NDVI. Menghitung nilai Pv menggunakan rumus sesuai dengan persamaan nomor (7).

Perhitungan nilai *Land Surface Emissivity* (LSE) yang bertujuan untuk mengurangi kesalahan estimasi *temperature* permukaan dan menggambarkan kemampuan objek yang dihitung menggunakan nilai NDVI. Perhitungan nilai LSE menggunakan rumus sesuai persamaan nomor (6). Langkah terakhir perhitungan LST dilakukan menggunakan algoritma suhu permukaan tanah dengan faktor konversi ke *celcius* (Sobrino dkk., 2004), yang dijelaskan melalui persamaan nomor (8).

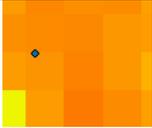
### 3.7.2.5 Pengolahan ECI

ECI adalah kondisi kritis lingkungan akibat peningkatan suhu permukaan, bertambahnya lahan terbangun dan berkurangnya kerapatan vegetasi. Dengan mempertimbangkan nilai LST, NDBI dan NDVI dapat menduga daerah mana yang kekurangan aspek fisik vegetasi atau daerah yang kritis. Dalam menentukan kekritisan lingkungan dapat menggunakan metode ECI dengan rumus sesuai persamaan nomor (9).

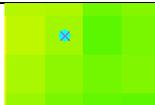
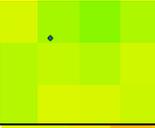
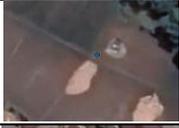
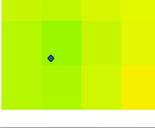
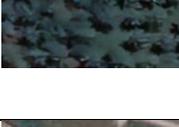
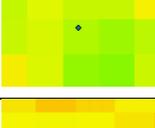
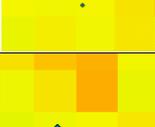
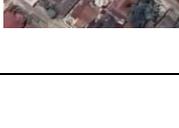
### 3.7.2.6 Validasi Lapangan (*Ground Truth*)

Peneliti menguji ketelitian data dengan menggunakan pengamatan langsung atau *ground truth* yang bertujuan untuk mengetahui tingkat ketelitian dari interpretasi citra digital penginderaan jauh. *Ground truth* dilakukan dengan membandingkan hasil dari pengolahan citra dengan objek yang ditemukan di lapangan. Untuk citra Landsat 8 tahun 2014 *ground truth* dilakukan dengan menggunakan *google earth pro* sedangkan pada citra Landsat 9 tahun 2023 *ground truth* dilakukan dengan turun langsung ke lapangan untuk mengamati. Berikut hasil validasi data kerapatan vegetasi dan kerapatan bangunan tahun 2014 dan 2023.

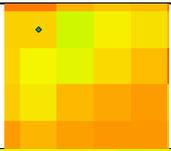
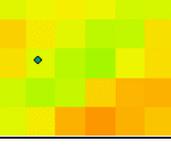
Tabel 11. Validasi Kerapatan Vegetasi Tahun 2014

No	Klasifikasi	<i>Easting</i> (m)	<i>Northing</i> (m)	Citra Landsat 8	Validasi Lapangan	Kondisi
1.	Sangat Rendah	526.267,39	9.408.179,844			Sesuai

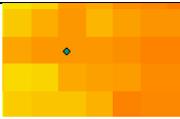
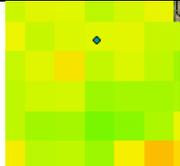
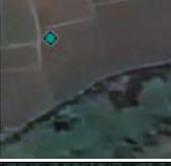
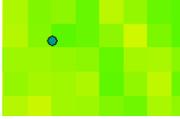
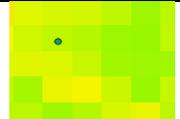
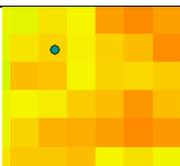
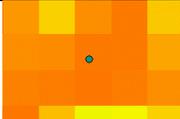
Lanjutan Tabel 11. Validasi Kerapatan Vegetasi Tahun 2014

No	Klasifikasi	<i>Easting</i> (m)	<i>Northing</i> (m)	Citra Landsat 8	Validasi Lapangan	Kondisi
2.	Sedang	531.435,348	9.409.036,037			Sesuai
3.	Sedang	531.642,914	9.408.517,850			Sesuai
4.	Rendah	531.677,663	9.408.194,916			Sesuai
5.	Sedang	532.173,537	9.408.055,238			Sesuai
6.	Rendah	530.326,279	9.407.624,540			Tidak Sesuai
7.	Tinggi	529.226,272	9.407.325,560			Sesuai
8.	Sedang	529.184,520	9.406.972,526			Sesuai
9.	Rendah	531.214,875	9.406.806,989			Sesuai
10.	Rendah	532.942,211	9.406.732,112			Tidak Sesuai

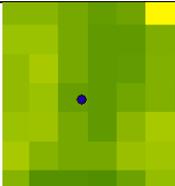
Tabel 12. Validasi Kerapatan Bangunan Tahun 2014

No	Klasifikasi	<i>Easting</i> (m)	<i>Northing</i> (m)	Citra Landsat 8	Validasi Lapangan	Kondisi
1.	Rendah	528.389,381	9.411.088,153			Sesuai
2.	Sedang	527.579,526	9.409.510,409			Sesuai

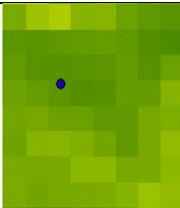
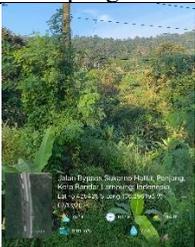
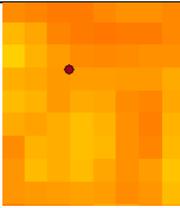
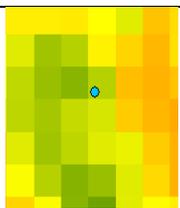
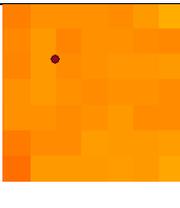
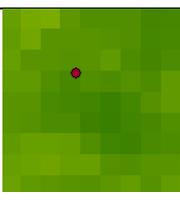
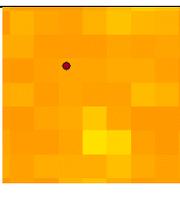
Lanjutan Tabel 12. Validasi Kerapatan Bangunan Tahun 2014

No	Klasifikasi	<i>Easting</i> (m)	<i>Northing</i> (m)	Citra Landsat 8	Validasi Lapangan	Kondisi
3.	Rendah	528.080,912	9.409.353,974			Sesuai
4.	Sedang	529.099,560	9.408.397,856			Sesuai
5.	Rendah	527.730,600	9.408.193,015			Sesuai
6.	Sangat Rendah	526.002,156	9.397.700,972			Sesuai
7.	Sedang	527.301,483	9.407.077,295			Sesuai
8.	Sedang	532.860,602	9.406.757,519			Sesuai
9.	Rendah	526.181,182	9.406.520,055			Sesuai
10.	Rendah	527.102,573	9.406.635,623			Tidak Sesuai

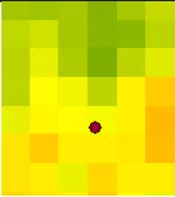
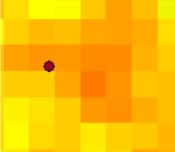
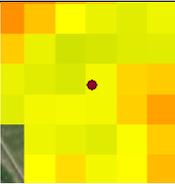
Tabel 13. Validasi Kerapatan Vegetasi Tahun 2023

No.	Klasifikasi	<i>Easting</i> (m)	<i>Northing</i> (m)	Citra Landsat 9	Validasi Lapangan	Kondisi
1.	Tinggi	532.349,368	9.403.542,278			Sesuai

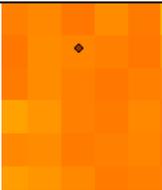
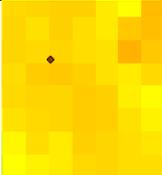
Lanjutan Tabel 13. Validasi Kerapatan Vegetasi Tahun 2023

No.	Klasifikasi	<i>Easting</i> (m)	<i>Northing</i> (m)	Citra Landsat 9	Validasi Lapangan	Kondisi
2.	Tinggi	532.901,413	9.400.291,001			Sesuai
3.	Sangat Rendah	529.769,029	9.401.007,073			Sesuai
4.	Sedang	523.597,096	9.403.836,652			Tidak Sesuai
5.	Sangat Rendah	529.708,960	9.397.733,862			Sesuai
6.	Tinggi	534.922,798	9.400735.748			Sesuai
7.	Sangat Rendah	524.290,085	9.404961.614			Sesuai

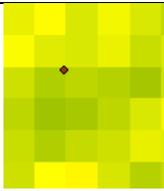
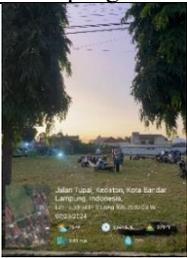
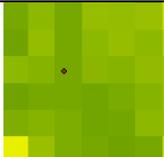
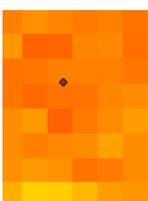
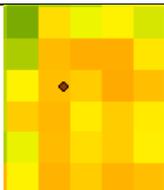
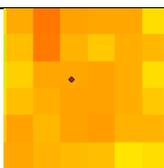
Lanjutan Tabel 13. Validasi Kerapatan Vegetasi Tahun 2023

8.	Rendah	534.434,857	9.398448.576			Sesuai
9.	Sangat Rendah	526.643,194	9.405335.399			Sesuai
10.	Rendah	534.786,559	9.396368.711			Sesuai

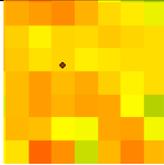
Tabel 14. Validasi Kerapatan Bangunan Tahun 2023

No.	Klasifikasi	<i>Easting</i> (m)	<i>Northing</i> (m)	Citra Landsat 9	Validasi Lapangan	Kondisi
1.	Tinggi	529.827,060	9.398.800,856			Sesuai
2.	Sedang	522.377,193	9.402.359,211			Sesuai

Lanjutan Tabel 14. Validasi Kerapatan Bangunan Tahun 2023

No.	Klasifikasi	<i>Easting</i> (m)	<i>Northing</i> (m)	Citra Landsat 9	Validasi Lapangan	Kondisi
3.	Rendah	529.183,195	9.404.841,282			Sesuai
4.	Sangat Rendah	527.215,481	9.399.098,680			Sesuai
5.	Rendah	531.884,793	9.406.700,097			Sesuai
6.	Tinggi	528.373,392	9.402.163,910			Sesuai
7.	Sedang	523.898,644	9.404.558,465			Sesuai
8.	Sangat Rendah	520.921,009	9.403.050,374			Sesuai
9.	Tinggi	524.607,018	9.404.495,028			Sesuai

Lanjutan Tabel 14. Validasi Kerapatan Bangunan Tahun 2023

10.	Tinggi	533.309,294	9.398.973,421			Tidak Sesuai
-----	--------	-------------	---------------	--	---	--------------

### 3.7.3 Pengolahan Hubungan

#### 3.7.3.1 Regresi Linear Sederhana

Untuk mengetahui hubungan antara dua variabel, yaitu *independent* dan dependen kita dapat menggunakan metode statistik yang disebut analisis regresi. Dalam penelitian ini, regresi yang dilakukan melibatkan sumbu X yang menginformasikan nilai kepadatan penduduk dalam satuan persen dan sumbu Y menginformasikan nilai kekritisan lingkungan. Jika variabel dependen adalah (Y) dan variabel *independent* adalah (X), maka dapat dianalisis hubungan tersebut menggunakan rumus sesuai dengan persamaan nomor (12).

#### 3.7.3.2 Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi ( $R^2$ ) adalah ukuran stastika yang digunakan untuk menunjukkan sejauh mana variasi dalam variabel dependen dapat dijelaskan oleh variabel independen dalam model regresi. Nilai  $R^2$  berkisar antara 0 hingga 1, di mana nilai 0 berarti bahwa model tidak mampu menjelaskan variasi sama sekali, sedangkan nilai 1 menunjukkan bahwa model dapat menjelaskan seluruh variasi dalam data. Semakin tinggi nilai  $R^2$ , semakin baik model dalam memprediksi nilai variabel dependen berdasarkan variabel independen. Namun, perlu diingat bahwa nilai  $R^2$  yang tinggi tidak selalu menunjukkan bahwa model tersebut baik, karena bisa jadi model tersebut mengalami *overfitting*, di mana model terlalu kompleks dan tidak dapat digeneralisasi untuk data baru (Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., and Anderson, 2019).

### 3.7.3.3 Koefisien Korelasi

Koefisien korelasi ( $r$ ) merupakan suatu nilai yang digunakan untuk mengukur derajat keeratan hubungan antara dua variabel atau koefisien yang mengukur kuat tidaknya hubungan antara variabel X dan variabel Y (Sugiyono, 2007). Adapun tabel interpretasi koefisien korelasi seperti tabel dibawah ini.

Tabel 15. Interpretasi Koefisien Korelasi

Nilai Korelasi ( $r$ )	Tingkat Hubungan
0,000 – 0,199	Sangat Rendah
0,200 – 0,399	Rendah
0,400 – 0,599	Sedang
0,600 – 0,799	Kuat
0,800 – 1,000	Sangat Kuat

Sumber: (Sugiyono, 2007)

Jika nilai koefisien korelasi 0, maka kedua variabel tidak mempunyai hubungan. Jika nilai koefisien korelasi mendekati 1, maka kedua variabel mempunyai hubungan semakin kuat, dan jika nilai koefisien korelasi mendekati 0, maka kedua variabel mempunyai hubungan semakin lemah.

### 3.7.3.4 Kepadatan Penduduk

Kepadatan (*density*) adalah ukuran obyektif yang menggambarkan jumlah penduduk per satuan luas area, misalnya 100 jiwa per hektar. Ukuran kepadatan penduduk ini bisa menjadi indikator apakah suatu wilayah masih layak dan nyaman untuk ditinggali, sehingga kehidupan di wilayah tersebut bisa berjalan dengan efisien. Untuk menghitung kepadatan penduduk dapat menggunakan rumus sesuai dengan persamaan nomor (10).

## 3.8 Tahap Akhir

Tahapan akhir dari kegiatan penelitian skripsi ini adalah melakukan analisis dengan menggunakan hasil pengolahan data yang telah dilakukan untuk melihat tingkat kekritisian lingkungan yang terjadi. Setelah dilakukan analisis dapat membuat laporan akhir dari hasil penelitian yang terdapat beberapa bagian penting, antara

lain sebagai berikut, pendahuluan berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian dan sebagainya. Tinjauan Pustaka, berisi teori-teori atau penelitian terkait dengan topik penelitian. Metodologi Penelitian, berisi tentang teknik dan metode yang digunakan dalam penelitian. Hasil dan Pembahasan, berisi hasil penelitian dan pembahasan mengenai hasil penelitian. Simpulan dan Saran, berisi simpulan dari penelitian serta saran untuk penelitian selanjutnya. Daftar Pustaka, berisi daftar referensi yang digunakan dalam penulisan laporan skripsi.

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

1. Kekritisan Lingkungan yang terjadi di Kota Bandar Lampung mengalami perubahan antara tahun 2014 dan tahun 2023. Secara keseluruhan area Kota Bandar Lampung termasuk dalam kelas kritis yang didominasi lahan terbangun padat di pusat kota dan adanya vegetasi pada daerah pinggiran perkotaan. Peningkatan cukup signifikan sebesar 50% terjadi pada area sangat kritis seluas 1.447,74 ha. Peningkatan ini menandakan adanya kekritisan lingkungan yang serius di area tertentu, yang mungkin disebabkan oleh faktor pembangunan infrastruktur atau pemukiman di daerah yang sangat kritis. Selanjutnya penurunan terjadi pada area tidak kritis sebesar 35% atau seluas 1.029,16 ha dan pada area kritis sebesar 15% atau seluas 418,58 ha. Perubahan pada area tidak kritis yang umumnya berupa kawasan pertanian, perkebunan, ruang terbuka hijau, dan semak belukar berubah menjadi lahan terbangun. Tingkat kekritisan paling tinggi terdapat di Kecamatan Tanjung Karang Pusat, Teluk Betung Selatan, Enggal, dan Tanjung Karang Timur.
2. Berdasarkan hasil analisis hubungan, NDBI adalah variabel yang paling berpengaruh terhadap kekritisan lingkungan, dengan kontribusi sebesar 99,04% pada tahun 2014 dan 92,89% pada tahun 2023. NDVI juga memiliki pengaruh signifikan, dengan kontribusi sebesar 82,72% pada tahun 2014 dan 93,89% pada tahun 2023. LST mempengaruhi kekritisan lingkungan dengan kontribusi sebesar 78,15% pada tahun 2014 dan 65,26% pada tahun 2023. Kepadatan penduduk memiliki pengaruh yang relatif kecil, yakni 59,42% pada tahun 2014 dan 53,85% pada tahun 2023. Hubungan antara NDVI dan kekritisan lingkungan menunjukkan garis hubungan negatif, yang berarti

semakin tinggi nilai NDVI, maka kekritisannya akan rendah. Sebaliknya, NDBI, LST dan kepadatan penduduk memiliki garis hubungan positif dengan kekritisannya lingkungan, artinya semakin tinggi nilai NDBI, LST, dan kepadatan penduduk maka kekritisannya lingkungan akan semakin tinggi.

## 5.2 Saran

Adapun saran yang penulis sampaikan pada kesempatan kali ini adalah perlu adanya evaluasi terhadap perencanaan pada pembangunan untuk menekan panas perkotaan. Selain itu diperlukan sosialisasi dalam upaya penghijauan berkelanjutan kepada masyarakat yang dilakukan oleh pemerintah. Informasi kekritisannya lingkungan juga dapat memberikan masukan terkait pembangunan jangka pendek, menengah, hingga panjang dalam pembangunan yang berkelanjutan. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode kekritisannya lingkungan yang berbeda dengan menambahkan parameter terkait penilaian kekritisannya lingkungan seperti penggunaan lahan, erosi, jenis tanah, ketersediaan RTH, tingkat polusi, dan pencemaran udara. Penggunaan citra satelit yang memiliki resolusi lebih tinggi dari penelitian ini dapat dilakukan. Pada pengolahan suhu dapat menggunakan metode interpolasi *Inverse Distance Weighted* (IDW) yang datanya berasal dari BMKG sehingga data suhu yang dihasilkan lebih akurat dan diperlukan validasi pengukuran untuk suhu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alexandra, P. C., dan Pratiwi, K. 2019. Pengaruh Pola Spasial Tingkat Kekritisian Lingkungan terhadap Perubahan Tutupan Lahan di Kota Makassar menggunakan Citra Landsat. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh*, 6, 106–114.
- Aurellia, N., Rahmasari, S. E., Prabawa, R., dan Faridatunisa, W. 2023. Identifikasi Perubahan Lahan Terbangun Dan Non Terbangun Menggunakan Metode Enhanced Built-Up and Berenecs Index (Ebbi) Di Kota Surabaya Wilayah Barat. *Jurnal Geodesi Undip*.
- Badan Pusat Statistik. 2022. Kota Bandar Lampung Dalam Angka Bandar Lampung Municipality in Figures 2022. In *BPS Kota Bandar Lampung*. <https://doi.org/10.21831/jc.v16i1.27640>
- BIG. 2014. Peraturan BIG Nomor 8 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Pengumpulan dan Pengolahan Data Geospasial Habitat Dasar Perairan Laut Dangkal. *Badan Informasi Geospasial*, 10.
- Dewi, A. R., Taryana, D., dan Astuti, I. S. 2023. Pengaruh perubahan kerapatan bangunan dan vegetasi terhadap Urban Heat Island di Kota Bekasi menggunakan citra penginderaan jauh multitemporal. *Jurnal Integrasi dan Harmoni Inovatif Ilmu-Ilmu Sosial*, 3(6), 604–625. <https://doi.org/10.17977/um063v3i6p604-625>
- Fadlillah, M. F., Hadiani, R., dan Solichin, S. 2018. Analisis Kekeringan Hidrologi Berdasarkan Metode Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Di Daerah Aliran Sungai Alang Kabupaten Wonogiri. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 2(1), 34. <https://doi.org/10.20961/jrrs.v2i1.24324>
- Fawzi, N. I., dan Husna, V. N. 2021. Landsat 8 “Sebuah Teori dan Teknik Pemrosesan Tingkat Dasar.” In *El -Markazi* (Vol. 1). El Markazi. <https://www.researchgate.net/publication/350819219>
- Fitri, D. O., Rahmawati, I., Witri, D., dan Budiman, F. 2021. Analisis Pengaruh Kepadatan Penduduk Perkotaan terhadap Tingkatan Pengangguran di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Syariah*, 1–23.

- Fitriani, V., Gandri, L., Bana, S., dan Ahmaliun, L. De. 2023. Analisis Hubungan Land Surface Temperature (LST) dan Indeks Kerapatan Vegetasi (NDVI) DAS Wanggu, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 7(1), 1–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.31258/jiik.7.1.49-57>
- Hadi, B. S. 2019. *Penginderaan Jauh* (S. Amalia (ed.); I). UNY Ppess. [https://staffnew.uny.ac.id/upload/132240452/penelitian/Penginderaan Jauh Pengantar ke Arah Pembelajaran Berpikir Spasial.pdf](https://staffnew.uny.ac.id/upload/132240452/penelitian/Penginderaan%20Jauh%20Pengantar%20ke%20Arah%20Pembelajaran%20Berpikir%20Spasial.pdf)
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., and Anderson, R. E. 2019. *Multivariate Data Analysis*. *Cengage Learning*, 7.
- Hendrawan, Marzuki, Muliadi, dan Azhari, A. P. 2020. Sebaran Lahan Terbangun Berdasarkan Normalized Difference Built-up Index Citra Landsat 8 di Kota Mataram. *SainsTech Innovation Journal*, 3(1), 35–40. <https://doi.org/10.37824/sij.v3i1.2020.191>
- Indriyani, L., Gandri, L., Arafah, N., Bana, S., Fitriani, V., dan Basuki, B. 2023. Analisis Spasial Temporal Environmental Critical Index (ECI) Kota Kendari. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 24(2), 149–156. <https://doi.org/10.55981/jtl.2023.996>
- Insan, A. F. N., dan Prasetya, F. V. A. S. 2021. Sebaran Land Surface Temperature Dan Indeks Vegetasi Di Wilayah Kota Semarang Pada Bulan Oktober 2019. *Buletin Poltanesa*, 22(1), 45–52. <https://doi.org/10.51967/tanesa.v22i1.471>
- Kosasih, D., Nasihin, I., dan Zulkarnain, E. R. 2019. Deteksi Kerapatan Vegetasi dan Suhu Permukaan Tanah Menggunakan Citra Landsat 8 (Studi Kasus : Stasiun Penelitian Pasir Batang Taman Nasional Gunung Ciremai. *Konservasi untuk Kesejahteraan Masyarakat*, 1, 162–173.
- Nawangwulan, Bambang Sudarsono, I., dan Sasmito, B. 2013. Analisis Pengaruh Lahan Pertanian Terhadap Hasil Produk Tanaman Pangan Di Kabupaten Pati. *Jurnal Geodesi Undip*, 2(2), 127–140.
- Noviliansari, W., Kurnia, S. D., dan Yulianandha, M. A. 2020. Penggunaan Metode Ndvi Dan Savi Untuk Mengetahui Ketersediaan Ruang Terbuka Hujau Terhadap Pemenuhan Kebutuhan Oksigen (Studi Kasus: Kota Yogyakarta). *Jurnal Teknik Sipil ITM*, 1(1), 1–9. <http://eprints.itn.ac.id/4597/>
- Nugroho, S., Yuliani, E., dan Kautsary, J. 2022. Fenomena Urban Sprawl terhadap Faktor-faktor Perubahan Penggunaan Lahan di Pinggiran Kota. *UNIPLAN: Journal of Urban and Regional Planning*, 3(1), 1–8.

- Oktaviani, A., dan Yarjohan. 2016. Perbandingan Resolusi Spasial, Temporal Dan Radiometrik. *Jurnal Enggano*, 1(2), 74–79. <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/jurnalenggano/article/view/1066>
- Peraturan Kementrian. 2016. Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI, No. P.71 tentang Pedoman Pengelolaan Lahan Kritis.
- Purwanto, E. H., dan Lukiawan, R. 2019. Parameter Teknis Dalam Usulan Standar Pengolahan Penginderaan Jauh: Metode Klasifikasi Terbimbing. *Jurnal Standardisasi*, 21(1), 67. <https://doi.org/10.31153/js.v21i1.737>
- Santoso, A. 2023. Rumus Slovin: Panacea Masalah Ukuran Sampel. *Jurnal Psikologi*, 4, 24–43. <https://dx.doi.org/10.24071/suksma.v4i2.6434>
- Sagita, A. R., Margaliu, A. S. C., Rizal, F., dan Mazzaluna, H. P. 2022. Analisis Korelasi Suhu Permukaan, NDVI, Elevasi dan Pola Perubahan Suhu Daerah Panas Bumi Rendingan-Ulubelu-Waypanas, Tanggamus Menggunakan Citra Landsat 8 OLI/TIRS. *Jurnal Geosains dan Remote Sensing*, 3(1), 43–51. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2022.v3i1.72>
- Sampurno, R., dan Thoriq, A. 2016. Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 Operational Land Imager (Oli) Di Kabupaten Sumedang. *Jurnal Teknotan*, 10(2), 61–70. <https://doi.org/10.24198/jt.vol10n2.9>
- Saputra, L. I. A., Jumadi, and Sari, D. N. 2023. *Analysis of Environmental Criticality Index (ECI) and Distribution of Slums in Yogyakarta and Surrounding Areas Using Multitemporal Landsat Imagery* (Nomor 2). Atlantis Press SARL. [https://doi.org/10.2991/978-2-38476-066-4\\_26](https://doi.org/10.2991/978-2-38476-066-4_26)
- Sasmito, B., dan Suprayogi, A. 2019. Kajian Deteksi Dan Penentuan Garis Pantai Dengan Metode Terestris Dan Pengindraan Jauh. *Elipsoida : Jurnal Geodesi dan Geomatika*, 2(02), 1–6. <https://doi.org/10.14710/elipsoida.2019.6442>
- Senanayake, I. P., Welivitiya, W. D. D. P., and Nadeeka, P. M. 2013. Remote sensing based analysis of urban heat islands with vegetation cover in Colombo city, Sri Lanka using Landsat-7 ETM+ data. *Urban Climate*, 5, 19–35. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2013.07.004>
- Sugiyono. 2007. Statistika Untuk Penelitian. In *Alfabeta Bandung* (Vol. 12, hal. 1–415).
- Tucker CJ. 1979. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *8(2):127–50*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/003442577990010>
- Wachid, N., dan Tyas, W. P. 2022. Analisis Transformasi NDVI dan kaitannya dengan LST Menggunakan Platform Berbasis Cloud: Google Earth Engine. *Jurnal Planologi*, 19(1), 60. <https://doi.org/10.30659/jpsa.v19i1.20199>

Y. Zha, J. G., and Ni, S. 2003. Use of ndbi in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 24(3), 583–594. <https://doi.org/10.1080/01431160304987>

**LAMPIRAN**