

Analisis Tingkat Kekritisan Lingkungan dengan Metode *Environmental Critical Index* (ECI) di Kota Bandar Lampung

FIRDA PUTRI APRILIA¹, FAJRIYANTO², ANGGUN TRIDAWATI³

Teknik Geodesi, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia
Email: firda.putriaprilia2029@students.unila.ac.id

ABSTRAK

Kekritisan lingkungan adalah kondisi suatu wilayah yang menunjukkan tingkat kerusakan atau kekritisan yang dapat memengaruhi kemampuan lingkungan dalam mendukung kehidupan manusia dan ekosistem. Faktor penyebabnya meliputi rendahnya vegetasi (NDVI), meningkatnya lahan terbangun (NDBI), suhu permukaan tinggi (LST), dan kepadatan penduduk. Tujuan penelitian ini menganalisis tingkat kekritisan lingkungan di Kota Bandar Lampung serta hubungan antara parameter tersebut terhadap kekritisan lingkungan. Metode yang digunakan adalah algoritma *Environmental Critical Index* (ECI) yaitu pendekatan integratif yang menggabungkan beberapa parameter lingkungan untuk menilai tingkat kekritisan wilayah secara spasial dan kuantitatif dengan data citra Landsat 8 (2014) dan Landsat 9 (2023). Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan kekritisan cukup signifikan sebesar 50% terjadi pada area sangat kritis seluas 1.447,74 ha. Sebaliknya terjadi penurunan pada area tidak kritis sebesar 35% atau seluas 1.029,16 ha dan pada area kritis sebesar 15% atau seluas 418,58 ha. Faktor yang paling berpengaruh terhadap kekritisan lingkungan adalah NDBI.

Kata kunci: ECI, NDVI, NDBI, LST, Landsat.

ABSTRACT

Environmental criticality is a condition of an area that shows a level of damage or criticality that can affect the ability of the environment to support human life and ecosystems. The causative factors include low vegetation (NDVI), increasing built-up land (NDBI), high surface temperature (LST), and population density. The purpose of this study was to analyze the level of environmental criticality in Bandar Lampung City and the relationship between these parameters and environmental criticality. The method used is the Environmental Critical Index (ECI) algorithm, an integrative approach that combines several environmental parameters to assess the level of criticality of an area spatially and quantitatively with Landsat 8 (2014) and Landsat 9 (2023) image data. The results of the study is significant increase in criticality of 50% in a very critical area of 1,447.74 ha. Conversely, there was a decrease in non-critical areas of 35% or 1,029.16 ha and in critical areas of 15% or 418.58 ha. The most influential factor in environmental criticality is NDBI.

Keywords: ECI, NDVI, NDBI, LST, Landsat.

1. PENDAHULUAN

Kekritisan lingkungan adalah kondisi suatu wilayah yang menunjukkan tingkat kerusakan atau kekritisannya yang dapat memengaruhi kemampuan lingkungan dalam mendukung kehidupan manusia dan ekosistem. Faktor utama penyebabnya meliputi minimnya vegetasi, peningkatan lahan terbangun, dan suhu permukaan yang tinggi. Peningkatan suhu, akibat efek rumah kaca dari aktivitas manusia seperti emisi gas atmosfer (NO_2 , CO_2 , dan metana), memerangkap panas dan memicu pemanasan global (**Fitriani dkk., 2023**). Pemanasan global juga dapat dipengaruhi oleh peningkatan jumlah penduduk yang dapat memperburuk kekritisannya lingkungan dan kenaikan suhu tiap tahun (**Insan dan Prasetya, 2021**).

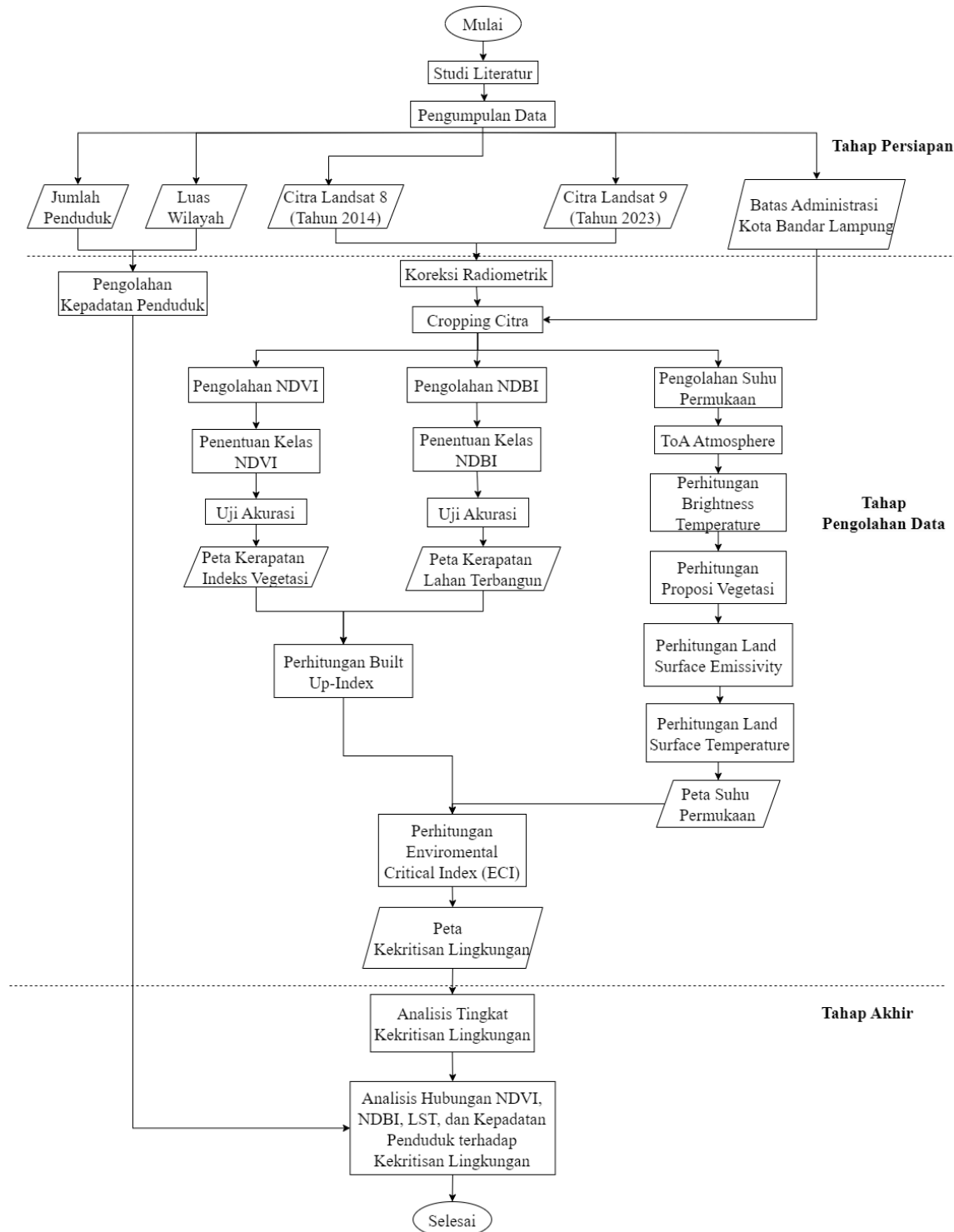
Kota Bandar Lampung mengalami peningkatan jumlah penduduk setiap tahun dan menjadi wilayah terpadat di Provinsi Lampung. Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa pada tahun 2022, penduduk kota ini mencapai 1.209.937 jiwa dengan luas wilayah 183,72 km^2 . Dengan demikian, kepadatan penduduk Kota Bandar Lampung mencapai 6.585,77 jiwa/ km^2 , menjadikannya area terpadat di Provinsi Lampung (**Badan Pusat Statistik, 2022**). Peningkatan jumlah 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 kekritisannya 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 kekritisannya 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 (**Indriyani dkk., 2023**). Dampak negatif akibat kekritisannya lingkungan, pada suatu wilayah yaitu terjadinya penurunan kualitas lingkungan. Maka dari itu diperlukan analisis lebih lanjut terkait kekritisannya 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 kekritisannya 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 kekritisannya 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 kekritisannya lingkungan yang terjadi di Kota Bandar Lampung dan mengetahui hubungan kekritisannya lingkungan dengan NDVI, NDBI, LST. Peta yang dihasilkan yaitu peta berisi informasi kekritisannya lingkungan di Kota Bandar Lampung pada tahun 2014 dan 2023.

2. METODE

Metode penelitian ini menggambarkan prosedur kerja yang dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu tahap persiapan, tahap pengolahan dan tahap analisis. Prosedur kerja secara rinci dijelaskan pada Gambar 1.

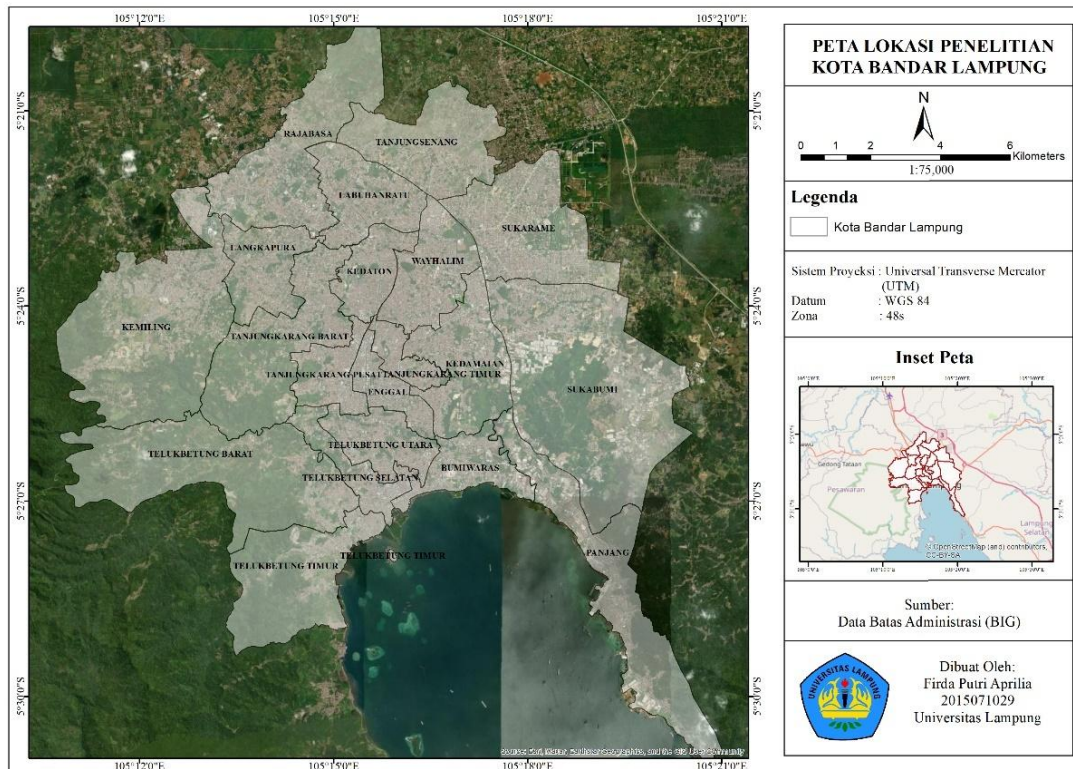
Analisis Tingkat Kekritisan Lingkungan dengan Metode *Environmental Critical Index* (ECI) di Kota Bandar Lampung



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kota Bandar Lampung Provinsi Lampung yang memiliki luas wilayah 183,72 km² dan terdiri dari 20 Kecamatan. Berikut ini peta lokasi penelitian pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

2.2 Tahap Persiapan

Tahap persiapan dimulai dari mengidentifikasi masalah yang ada di Kota Bandar Lampung, seperti jumlah penduduk yang terus meningkat setiap tahunnya menyebabkan pembangunan menjadi lebih tinggi. Akibat pembangun tersebut akan adanya penurunan vegetasi dan berakibat lingkungan menjadi kritis. Maka dari itu diperlukan penelitian terkait kekritisn lingkungan di Kota Bandar Lampung.

Untuk memperdalam pemahaman tentang penelitian ini, dilakukan studi literatur dari berbagai sumber terkait penelitian sejenis, baik dari jurnal, buku, maupun sumber lainnya. Hasil terkait studi literatur berupa informasi area penelitian, data yang digunakan, dan metode pada penelitian sebelumnya. Data yang digunakan mencakup data raster citra Landsat 8 tahun 2014, Landsat 9 tahun 2023 yang didapatkan melalui *United States Geological Survey* (USGS), data *attribute* jumlah penduduk dan luas wilayah Kota Bandar Lampung dari Badan Pusat Statistika (BPS), serta data vektor batas administrasi Kota Bandar Lampung dari Ina-Geoportal.

2.3 Tahap Pengolahan

Tahap pengolahan data dilakukan secara berurutan untuk setiap jenis data yang digunakan, berikut prose pengolahan data.

2.3.1 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* (DN) menjadi nilai reflektan.

2.3.2 Cropping

Pemotongan citra atau *cropping* ini dilakukan untuk memotong wilayah yang akan menjadi area penelitian. Proses *cropping* bertujuan untuk memperkecil ukuran sebuah citra agar proses pengolahan menjadi lebih efisien.

2.3.3 Normalize Difference Vegetation Index (NDVI)

NDVI merupakan kombinasi matematis antara band 4 merah (RED) dan band 5 sinar jauh (NIR) pada landsat, yang digunakan untuk mengukur jumlah vegetasi dan kondisinya (**Fadlillah dkk, 2018**). Perhitungan nilai NDVI dapat menggunakan rumus sesuai dengan persamaan nomor (1).

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

dengan:

NIR = nilai reflektansi sinar inframerah dekat (Near Infrared)
RED = nilai reflektansi cahaya merah (Red)

2.3.4 Normalized Difference Built-up Index (NDBI)

NDBI adalah indeks yang dihitung berdasarkan rasio reflektansi channel band SWIR (*short wave infrared*) dan NIR (*near infrared*). NDBI digunakan untuk mengetahui tutupan lahan terbangun (**Hendrawan dkk, 2020**). Perhitungan nilai NDVI dapat menggunakan rumus sesuai dengan persamaan nomor (2).

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

dengan:

SWIR = nilai reflektansi sinar inframerah gelombang pendek (Shortwave Infrared)
NIR = nilai reflektansi sinar inframerah dekat (Near Infrared)

Built-Up (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 (**Saputra dkk, 2023**). Perhitungan nilai NDVI dapat menggunakan rumus sesuai dengan persamaan nomor (3).

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

dengan:

BU = Built-up Index (Mengindikasikan tingkat keterbangunan suatu area)
NDBI = Normalized Difference Built-up Index (mendeteksi area terbangun menggunakan citra satelit)
NDVI = Normalized Difference Vegetation Index (Indeks vegetasi yang menunjukkan keberadaan dan kepadatan tanaman hijau)

2.3.5 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 (**Sasmito dan Suprayogi, 2019**). Tahap awal pengolahan LST adalah menginput *band* 10, lalu mengkonversi *digital number* (DN) menjadi *spectral radiance* (L_λ) dengan rumus persamaan nomor (4).

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

dengan :

- $L\lambda$ = Radiansi spektral pada Top Of Atmosphere (TOA)
- M_L = Radiance Multi Band
- Q_{caL} = Digital Number
- A = Radiance Add Band
- O_i = Koreksi

Selanjutnya nilai *spectral radians* dikonversi menjadi nilai ToA *Brightness Temperature* menggunakan persamaan nomor (5).

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

dengan :

- BT = Brightness Temperature (°C)
- $L\lambda$ = Radiansi spektral pada Top Of Atmosphere (TOA)
- $K1$ = Konstanta kalibrasi termal 1
- $K2$ = Konstanta kalibrasi termal 2
- 273,15 = Nilai pengurang untuk mengubah suhu dari Kelvin ke Celsius

Setelah itu menghitung nilai Proporsi Vegetasi (P_v) yang diestimasi menggunakan nilai NDVI dengan persamaan nomor (6).

$$P_v = \left(\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right)^2 \quad (6)$$

dengan :

- P_v = Proporsi Vegetasi (rasio vegetasi terhadap permukaan)
- $NDVI$ = Nilai Normalized Difference Vegetation Index pada piksel tertentu
- $NDVI_{min}$ = Nilai NDVI minimum di seluruh area studi
- $NDVI_{max}$ = Nilai NDVI maksimum di seluruh area studi

Menghitung nilai *Land Surface Emissivity* (LSE) yang bertujuan untuk mengurangi kesalahan estimasi *temperature* permukaan dan menggambarkan kemampuan objek, Persamaan menentukan nilai LSE sebagai berikut.

$$e = 0,004 P_v + 0,986 \quad (7)$$

dengan :

- e = Emisivitas
- P_v = Proporsi Vegetasi (rasio vegetasi terhadap permukaan)

Tahap akhir yaitu mencari nilai LST setelah sebelumnya mendapatkan nilai BT dan LSE, LST yang digunakan memiliki satuan *celcius* dengan rumus persamaan nomor (8).

$$LST = \frac{BT}{1 + \frac{\lambda \times BT}{\rho} \ln(e)} \quad (8)$$

dengan :

- LST = Land Surface Temperature (Suhu Permukaan Lahan)
- BT = Brightness Temperature (°C)
- $L\lambda$ = Radiansi spektral pada Top Of Atmosphere (TOA)
- $K1$ = Konstanta kalibrasi termal 1
- $K2$ = Konstanta kalibrasi termal 2
- 273,15 = Nilai pengurang untuk mengubah suhu dari Kelvin ke Celsius

2.3.6 Environmental Critical Index (ECI)

Environmental Critical Indeks (ECI) atau indeks kekritisan lingkungan merupakan indeks yang digunakan untuk menentukan kualitas suatu lingkungan. Dengan mempertimbangkan nilai LST, NDBI dan NDVI dapat menduga daerah mana yang kekurangan aspek fisik vegetasi atau daerah yang kritis (**Saputra dkk, 2023**). Dalam menentukan kekritisan lingkungan dapat menggunakan metode ECI dengan rumus persamaan nomor (9).

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

dengan :

<i>ECI</i>	=	Emisivitas
<i>LST</i>	=	Land Surface Temperature (Suhu Permukaan Lahan)
<i>BU</i>	=	Built-up Index (Mengindikasikan tingkat keterbangunan suatu area)

2.4 Tahap Analisis

Analisis merupakan tahap akhir dari penelitian ini, tahap analisis meliputi analisis kekritisan lingkungan dan analisis hubungan NDVI, NDBI dan LST terhadap kekritisitasan lingkungan.

2.4.1 Analisis Kekritisan Lingkungan

Indikator utama yang digunakan dalam analisis ini meliputi NDVI, NDBI, dan LST. Setiap indikator tersebut dianalisis untuk mengukur tingkat kekritisan suatu wilayah berdasarkan perubahan vegetasi, lahan terbangun, serta suhu permukaan. Setelah data diolah, hasilnya akan berupa peta kekritisan lingkungan yang menunjukkan tingkat kerusakan atau risiko kerusakan di berbagai area. Proses analisis ini memungkinkan untuk mengidentifikasi wilayah yang paling rentan terhadap penurunan kualitas lingkungan dan merumuskan kebijakan yang tepat untuk perbaikan. Dengan pendekatan berbasis teknologi ini, pengelolaan lingkungan dapat dilakukan secara lebih efektif dan efisien (**Indriyani dkk, 2023**).

2.4.2 Regresi Linear Sederhana

Analisis Regresi Sederhana adalah sebuah metode pendekatan untuk pemodelan hubungan antara satu variabel dependen dan satu variabel independen. 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 and Tyas, 2022**). Secara matematis model analisis regresi linearr sederhana dapat digambarkan dengan persamaan nomor (10).

$$Y = a + bX \quad (10)$$

dengan :

<i>Y</i>	=	Variabel dependen (respon/ yang diprediksi)
<i>X</i>	=	Variabel independen (prediktor/ variabel bebas)
<i>a</i>	=	Intersep atau konstanta (nilai Y saat X = 0)
<i>b</i>	=	Koefisien regresi atau slope (kemiringan garis), menunjukkan seberapa besar perubahan Y untuk setiap perubahan satu satuan pada X

2.4.3 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 (Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., dan Anderson, 2019).

2.4.4 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 nomor (1).

Tabel 1. Interpretasi Koefisien Korelasi

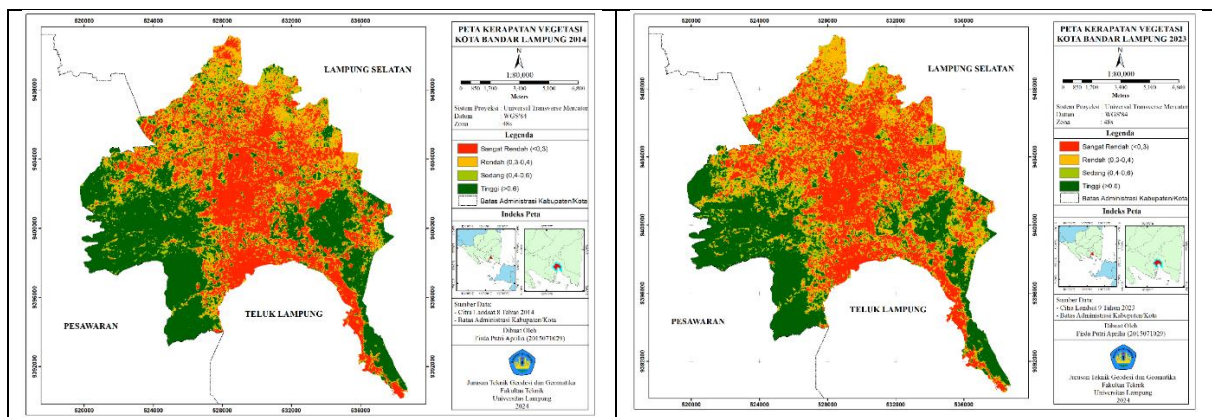
Nilai Korelasi (r)	Tingkat Hubungan
0,000 – 0,199	Sangat Rendah
0,200 – 0,399	Rendah
0,400 – 0,599	Sedang
0,600 – 0,799	Kuat
0,800 – 1,000	Sangat Kuat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

3.1.1 NDVI

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan didapatkan nilai NDVI di Kota Bandar Lampung tahun 2014 dan 2023 yang terdiri dari klasifikasi sangat rendah, rendah, sedang dan tinggi. Hasil NDVI di Kota Bandar pada tahun 2014 dan 2023 dapat dilihat pada gambar dan tabel dibawah ini.



Gambar 3. Peta NDVI Tahun 2014

Tabel 2. Perubahan Luas NDVI Kota Bandar Lampung Tahun 2014 dan 2023

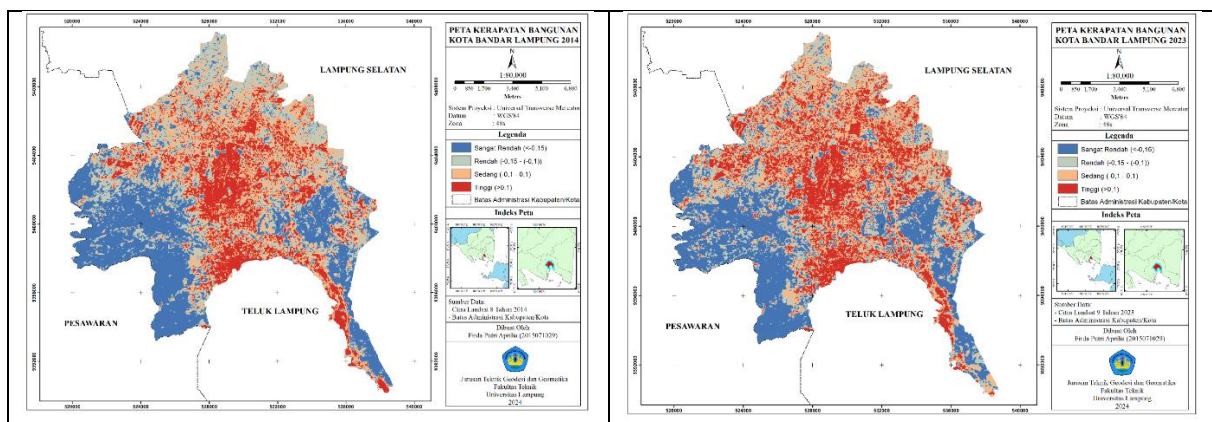
Klasifikasi NDVI	NDVI 2014		NDVI 2023		Selisih Luas (ha)	Persentase Perubahan (%)
	Luas (ha)	Persentase (%)	Luas (ha)	Persentase (%)		
Sangat Rendah	5.682,33	31	6.130,35	34	448,02	7
Rendah	3.534,03	18	4.116,60	23	582,57	14
Sedang	2.179,89	12	2.386,53	13	206,64	9
Tinggi	6.602,04	37	5.364,81	30	-1.237,23	-23

Analisis Tingkat Kekritisan Lingkungan dengan Metode *Environmental Critical Index* (ECI) di Kota Bandar Lampung

Berdasarkan data pada Tabel 2 persentase paling besar terjadi pada kelas vegetasi rendah yaitu meningkat 14% dari 3.534,03 ha pada tahun 2014 menjadi seluas 4.116,60 ha pada tahun 2023. Selanjutnya terjadi penurunan 23% pada kelas vegetasi tinggi yaitu seluas 1.237,23 ha. Dari hasil analisis dapat dilihat selama 10 tahun terakhir, Kota Bandar Lampung telah mengalami perubahan lahan yang cukup signifikan. Lahan yang sebelumnya digunakan sebagai sawah, semak belukar, hutan, dan perkebunan, kini banyak diubah menjadi kawasan permukiman, pusat perdagangan, kawasan industri, dan pemukiman padat. Hal ini terlihat dari meningkatnya jumlah area dengan vegetasi sangat rendah, rendah, dan sedang, serta menurunnya area dengan vegetasi tinggi. Pengurangan vegetasi ini juga dapat meningkatkan suhu permukaan secara tidak langsung.

3.1.2 NDBI

Hasil pengolahan data NDBI di Kota Bandar pada tahun 2014 dan 2023 dapat dilihat pada gambar dan tabel dibawah ini.



Gambar 4. Peta NDBI Tahun 2014 dan 2023

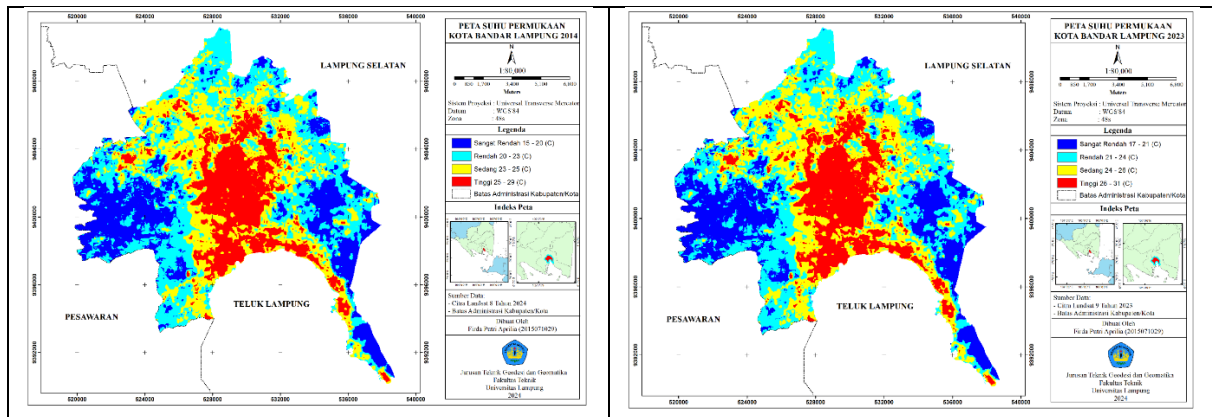
Tabel 3. Perubahan Luas NDBI Kota Bandar Lampung Tahun 2014 dan 2023

Klasifikasi NDBI	NDBI 2014		NDBI 2023		Selisih Luas (ha)	Persentase Perubahan (%)
	Luas (ha)	Luas (ha)	Luas (ha)	Persentase (%)		
Sangat Rendah	5.649,02	4.058,19	-1.590,83	34	448,02	-36
Rendah	4.525,24	3.900,78	-621,46	23	582,57	-14
Sedang	4.254,69	4.904,91	650,07	13	206,64	15
Tinggi	3.582,34	5.134,41	1.552,07	30	-1.237,23	35

Dari hasil pengolahan data NDBI Kota Bandar Lampung tahun 2014 dan 2023 terjadi penurunan dan peningkatan luas area pada setiap kelas klasifikasi kerapatan bangunan. Untuk kelas yang mengalami penurunan ada dua yaitu kelas sangat rendah mengalami penurunan sebesar 36% seluas 1.590,83 ha dan kelas rendah mengalami penurunan sebesar 14% seluas 621,46 ha, penurunan yang dialamin disebabkan adanya pembangunan pada area yang sebelumnya hutan, lahan pertanian menjadi lahan terbangun. Kemudian untuk kelas yang mengalami peningkatan tertinggi yaitu ada pada kelas tinggi yang meningkat seluas 1.552,07 ha dengan persentase 35% dari total luas wilayah. Dengan adanya peningkatan yang cukup pesat pada kelas tinggi diindikasikan terjadinya pertumbuhan penduduk yang menyebabkan adanya pembangunan pesat pada kawasan pemukiman.

3.1.3 LST

Hasil pengolahan LST di Kota Bandar pada tahun 2014 dan 2023 dapat dilihat pada gambar dan tabel dibawah ini.



Gambar 5. Peta LST Tahun 2014 dan 2023

Tabel 4. Perubahan Luas LST di Kota Bandar Lampung Tahun 2014 dan 2023

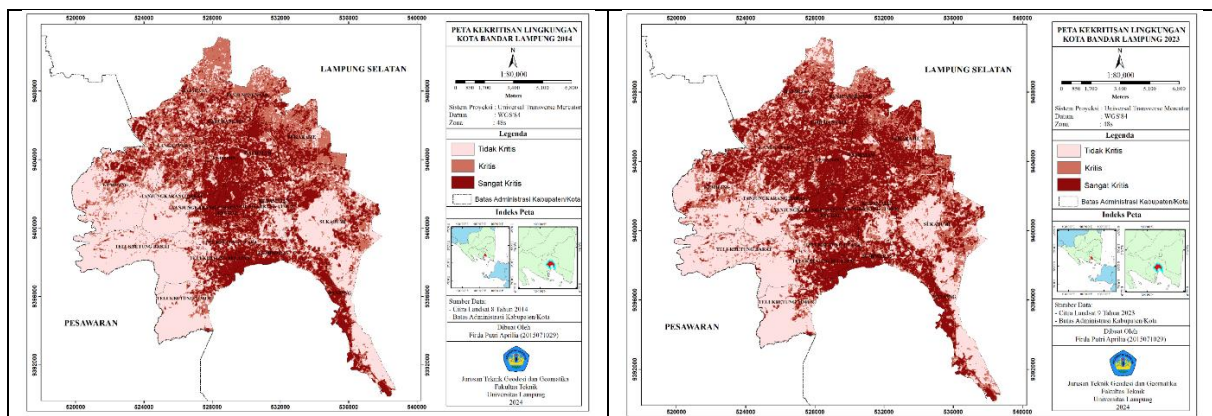
Kategori LST	LST 2014		LST 2023		Selisih Luas (ha)	Persentase Perubahan (%)
	Luas (ha)	Persentase (%)	Luas (ha)	Persentase (%)		
Sangat Rendah	3.822,48	21	2.109,11	12	-1.713,37	-81
Rendah	5.899,85	33	4.022,85	22	-1.877	-46
Sedang	4.941,16	27	5.967,89	33	1.026,75	17
Tinggi	3.334,78	19	5.898,43	33	2.563,65	43

Berdasarkan Tabel 4, secara keseluruhan kelas LST Kota Bandar Lampung yang mendominasi pada ke dua tahun pengamatan yaitu tahun 2014 dengan kategori rendah dan tinggi serta tahun 2023 dengan kategori sedang dan tinggi. Perubahan area suhu permukaan dengan peningkatan tertinggi terjadi pada kelas tinggi dengan selisih luas sebesar 2.563,65 ha dengan persentase 43%, dengan meningkatnya suhu pada kategori tinggi dikarenakan pembangunan infrastruktur dan pemukiman baru yang terus bertambah setiap tahunnya menyebabkan suhu permukaan menjadi panas. Penurunan tertinggi pada kelas sangat rendah seluas 1.713,37 ha sebesar 81%, terjadinya penurunan disebabkan oleh perubahan lahan hijau menjadi area terbangun sehingga mengurangi area bervegetasi. Semua kategori suhu permukaan mengalami perubahan cukup signifikan dari tahun 2014 hingga 2023.

3.2 Pembahasan

3.2.1 Analisis Tingkat Kekritisan Lingkungan

Hasil pengolahan data kekritisian lingkungan di Kota Bandar pada tahun 2014 dan 2023 dapat dilihat pada gambar dan tabel dibawah ini.



Gambar 6. Peta Kekritisian Lingkungan Tahun 2014 dan 2023

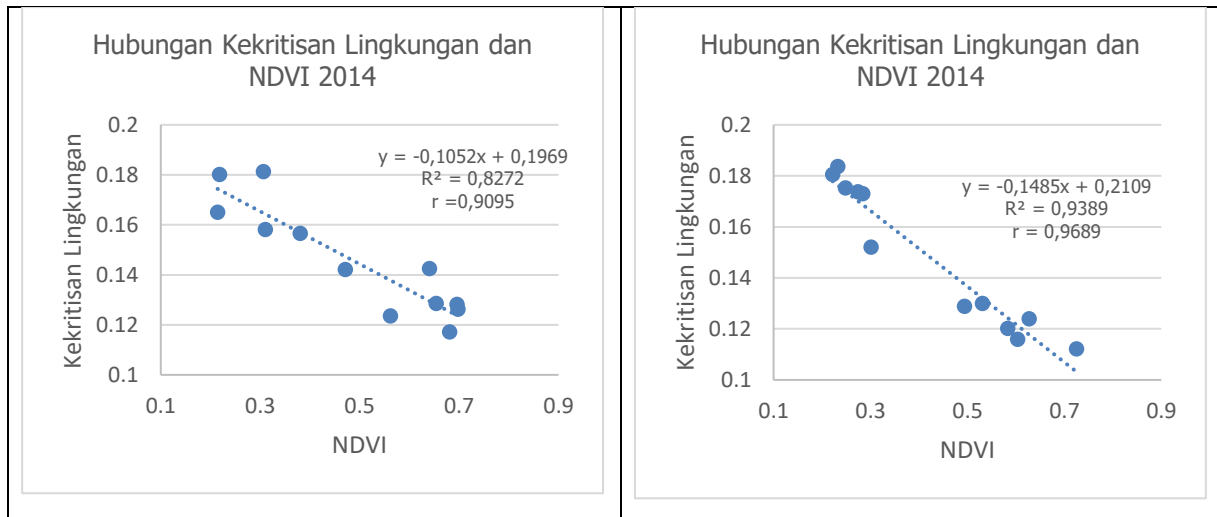


Gambar 7. Grafik Perubahan Luas Area Kekritisan Lingkungan Kota Bandar Lampung Tahun 2014 dan 2023

Berdasarkan grafik diatas kelas tidak kritis mengalami penurunan sebesar 35% dari sebelum 7.501,08 hektar menjadi 6.471,92 hektar. Penurunan ini menunjukkan adanya perubahan kondisi lingkungan di area tersebut. Kelas kritis juga mengalami penurunan sebesar 15% dari tahun sebelumnya dari 5.310,78 hektar menjadi 4.892,20 hektar, yang mengindikasikan perlu adanya upaya rehabilitasi lahan di area tersebut. Berbanding terbalik dengan kelas tidak kritis dan kritis yang mengalami penurunan, sementara kelas sangat kritis malah mengalami peningkatan sebesar 50% dari tahun sebelumnya dari 5.186,43 hektar menjadi 6.634,17 hektar. Peningkatan ini menandakan adanya kekritisan lingkungan yang lebih serius di area tertentu, yang mungkin disebabkan oleh faktor peningkatan pembangunan baru dan perlu upaya penanggulangan oleh pemerintah di wilayah tersebut agar tidak terjadi kekritisan yang semakin parah. Tingkat kekritisan paling tinggi berada di Kecamatan Tanjung Karang Pusat, Enggal, Teluk Betung Selatan dan Tanjung Karang Timur.

3.2.2 Analisis Hubungan Kekritisan Lingkungan dan NDVI

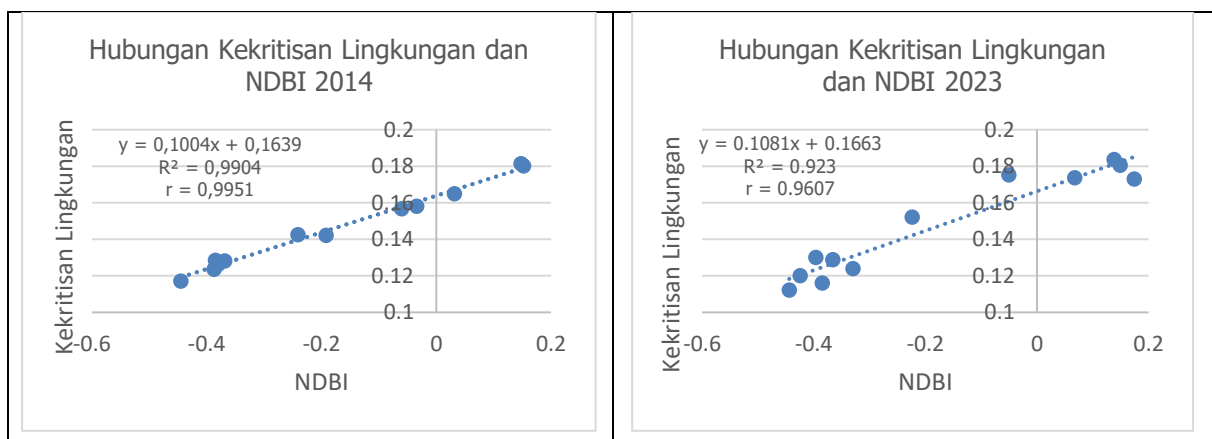
Analisis hubungan kekritisan lingkungan dengan NDVI tahun 2014 dan 2023 menggunakan 12 sampel penelitian. Hasil persamaan regresi pada tahun 2014 $y = -0,1052x + 1,969$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh sebesar 0,8272 dimana nilai tersebut menunjukkan bahwa NDVI mempengaruhi nilai kekritisan lingkungan sebesar 82,72% dan 17,28% dipengaruhi oleh faktor lainnya, serta nilai korelasi (r) sebesar 0,9095 yang menunjukkan tingkat hubungan sangat kuat. Persamaan regresi untuk tahun 2023 $y = -0,1485x + 0,2109$, dengan nilai koefisien determinasi (R^2) yang didapatkan sebesar 0,9389 dimana nilai tersebut menunjukkan bahwa NDVI mempengaruhi nilai kekritisan lingkungan sebesar 93,89% dan 6,11% dipengaruhi oleh faktor lainnya, serta nilai korelasi (r) 0,9689 tingkat hubungan sangat kuat. Kekritisan lingkungan dan NDVI memiliki garis hubungan negatif yang artinya semakin meningkat nilai NDVI, maka kekritisan lingkungan akan semakin menurun. Hubungan antara kedua variabel tersebut direpresentasikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Scatter Plot NDVI Terhadap Kekritisan Lingkungan Tahun 2014 dan 2023

3.2.3 Analisis Hubungan Kekritisan Lingkungan dan NDBI

Hasil hubungan antara kekritisan lingkungan dengan NDBI tahun 2014, ditunjukkan dengan persamaan regresi $y = -0,1052x + 1,969$, dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9904 dimana NDBI mempengaruhi nilai kekritisan lingkungan sebesar 99,04% dan 0,96% dipengaruhi oleh faktor lainnya, serta nilai korelasi (r) sebesar 0,9903 yang menunjukkan hubungan sangata kuat. Persamaan regresi kekritisan lingkungan dengan NDBI tahun 2023 regresi $y = 0,1081x - 1,663$, dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,923 dimana NDBI mempengaruhi nilai kekritisan lingkungan sebesar 92,3% dan 7,7% dipengaruhi oleh faktor lainnya, serta nilai korelasi (r) sebesar 0,9607 yang memiliki tingkat hubungan sangat. Kekritisan lingkungan dengan positif yang artinya semakin meningkat nilai NDBI, maka kekritisan lingkungan akan meningkat. Hubungan antara kekritisan lingkungan dan NDBI direpresentasikan pada Gambar 9.

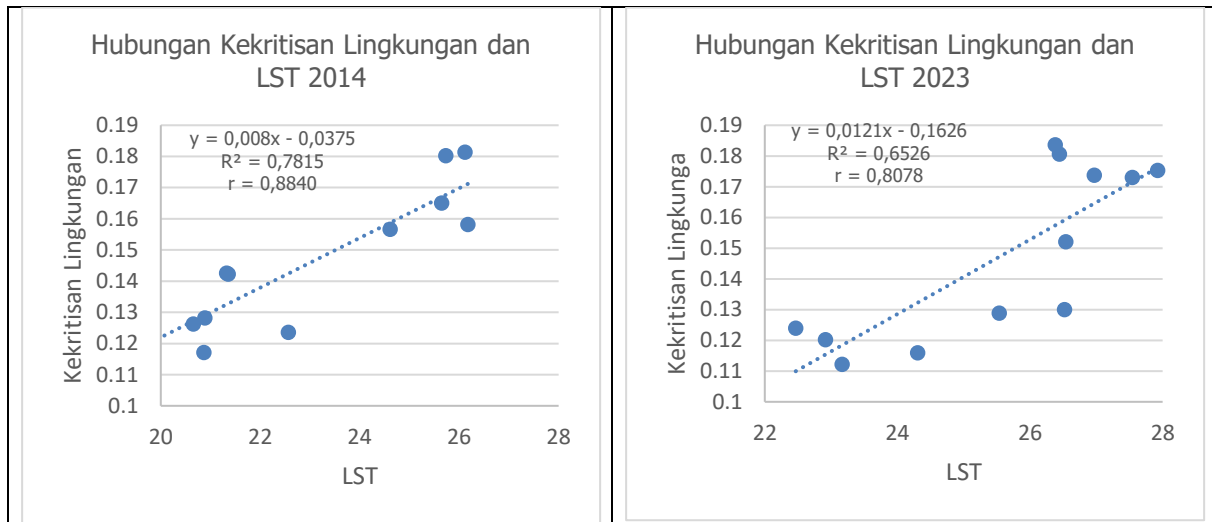


Gambar 9. Scatter Plot NDBI Terhadap Kekritisan Lingkungan Tahun 2014 dan 2023

3.2.4 Analisis Hubungan Kekritisan Lingkungan dan LST

Persamaan yang dihasilkan dari analisis hubungan antara kekritisan lingkungan dan LST pada tahun 2014 adalah $y = 0,008x - 0,0375$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,7815 dimana nilai tersebut menunjukkan bahwa LST mempengaruhi nilai kekritisan lingkungan sebesar 78,15% dan 21,85% dipengaruhi oleh faktor lainnya, serta nilai korelasi (r) sebesar 0,8302 dengan tingkat hubungan kuat. Untuk hasil persamaan regresi di tahun 2023 $y = 0,0121x + 0,1626$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,6526 dimana nilai

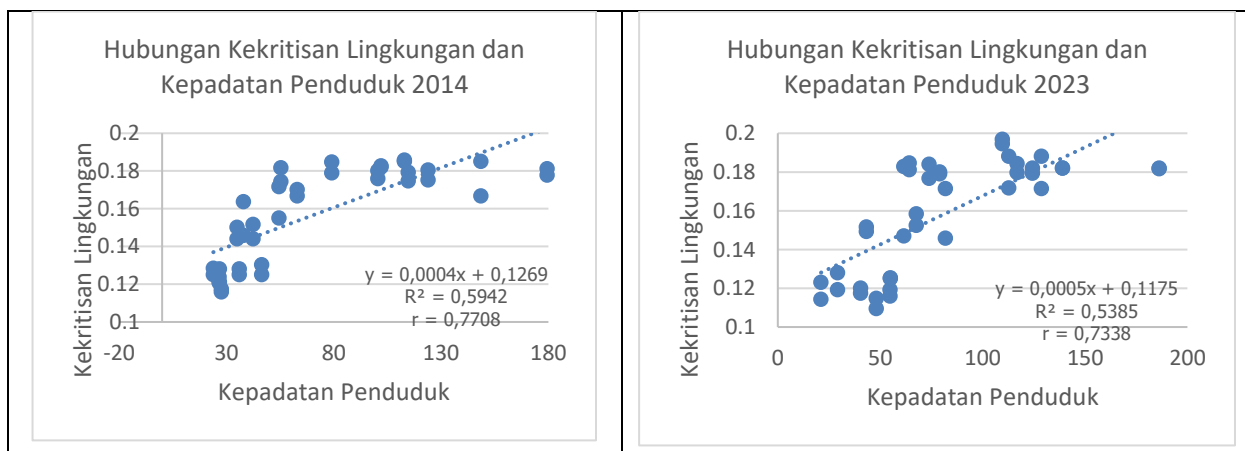
tersebut menunjukkan bahwa LST mempengaruhi nilai kekritisan lingkungan sebesar 65,26% dan 34,74% dipengaruhi faktor lainnya, serta nilai korelasi (r) sebesar 0,8302 yang menunjukkan hubungan kuat. Garis hubung antar kekritisan lingkungan dan LST yaitu positif, dimana ketika LST meningkat, maka kekritisan lingkungan juga meningkat. Hubungan antara kedua variabel tersebut direpresentasikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Scatter Plot LST Terhadap Kekritisan Lingkungan Tahun 2014 dan 2023

3.2.5 Analisis Hubungan Kekritisan Lingkungan dan Kepadatan Penduduk

Analisis hubungan antara kekritisan lingkungan dengan kepadatan penduduk tahun 2014 dan 2023 menggunakan 40 sampel penelitian. Persamaan yang dihasilkan tahun 2014 $y=0,004x - 0,1269$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,5942 dimana nilai tersebut menunjukkan bahwa kepadatan penduduk mempengaruhi nilai kekritisan lingkungan sebesar 59,42% dan 40,58% dipengaruhi oleh faktor lainnya, serta nilai korelasi (r) sebesar 0,7708 dengan tingkat hubungan kuat. Hasil persamaan regresi di tahun 2023 $y=0,0005x - 0,1175$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,5385 dimana nilai menunjukkan bahwa kepadatan penduduk mempengaruhi nilai kekritisan lingkungan sebesar 53,85% dan 46,15% dipengaruhi faktor lainnya, serta nilai korelasi (r) sebesar 0,7338 yang menunjukkan hubungan kuat. Garis hubung antar kekritisan lingkungan dan kepadatan penduduk yaitu positif, dimana ketika kepadatan penduduk meningkat, maka kekritisan lingkungan juga meningkat. Hubungan antara kedua variabel tersebut direpresentasikan pada Gambar 11.



Gambar 11. Scatter Plot Kepadatan Penduduk Terhadap Kekritisan Lingkungan Tahun 2014 dan 2023

4. KESIMPULAN

Kekritisan Lingkungan yang terjadi di Kota Bandar Lampung mengalami perubahan dalam 10 tahun terakhir antara tahun 2014 dan tahun 2023. 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 menjadi lahan terbangun. Tingkat kekritisan paling tinggi terdapat di Kecamatan Tanjung Karang Pusat karena daerah tersebut merupakan kawasan industri perdagangan dan pusat ekonomi yang menyebabkan tingginya pembangunan pada wilayah tersebut berakibat suhu permukaan tinggi dan penurunan vegetasi, selanjutnya Kecamatan Teluk Betung Selatan yang berada pada kawasan pusat pemerintahan menjadikan pusat pembangunan infrastruktur secara besar-besaran yang membuat vegetasi semakin berkurang, lalu ada Kecamatan Enggal dan Tanjung Karang Timur yang merupakan kawasan pemukiman padat penduduk dimana didominasi oleh lahan terbangun dan kurangnya vegetasi menyebabkan suhu permukaan menjadi lebih tinggi.

Berdasarkan hasil analisis hubungan, NDBI adalah variabel yang paling berpengaruh terhadap kekritisan lingkungan. Hubungan antara NDVI dan kekritisan lingkungan menunjukkan garis hubungan negatif, yang berarti semakin tinggi nilai NDVI, maka kekritisan lingkungan akan rendah. Sebaliknya, NDBI, LST memiliki garis hubungan positif dengan kekritisan lingkungan, artinya semakin tinggi nilai NDBI, LST, maka kekritisan lingkungan akan semakin tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada Program Studi Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik Universitas Lampung atas dukungan dan fasilitas yang telah diberikan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR RUJUKAN

- 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>
- Fadlillah, M. F., Hadiani, R., and 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>
- Hendrawan, Marzuki, Muliadi, and 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., and 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., and 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>
- 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.
- Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI, No. P.71 Tahun 2016 tentang Pedoman Pengelolaan Lahan Kritis.
- 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* (Issue 2). Atlantis Press SARL. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-066-4_26
- Sasmito, B., and 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>
- Sugiyono. 2007. Statistika Untuk Penelitian. In *Alfabeta Bandung* (Vol. 12, hal. 1–415).