OPEN ACCESS
Journal Homepage: http://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jwl

JURNAL WILAYAH DAN LINGKUNGAN
P-ISSN: 2338-1604 dan E-ISSN: 2407-8751
Volume 12 Nomor 3, Desember 2024, 307-320
http://dx.doi.org/10.14710/jwl.12.3.307-320

Analisis Hubungan Perkembangan Kawasan Terbangun dan *Land Surface Temperature* Terhadap *Eenvironmental Critical Index* di Kota Bandung Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh

Analysis of The Relationship Between Building Areas and Land Surface Temperature to The Environmental Critically Index in The City of Bandung Using Remote Sensing Technology

Syahrial Fahmi [1]
Sains Informasi Geografi Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

Diki Wahyudi
Sains Informasi Geografi Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

Muhammad Fajri Arif
Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional, Bandung, Indonesia

Artikel Masuk : 04 September 2023
Artikel Diterima : 12 November 2024
Tersedia Online : 31 Desember 2024

Abstrak: Kota Bandung merupakan salah satu kota dengan pertumbuhan pesat di Jawa Barat. Hal itu ditandai dengan peningkatan jumlah penduduk dan pembangunan infrastruktur. Masifnya pembangunan infrastruktur menyebabkan perubahan alih fungsi lahan dari kawasan bervegetasi menjadi kawasan terbangun yang berakibat pada penurunan indeks kualitas lingkungan. Penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi kawasan terbangun, suhu permukaan, dan tingkat kekritisan lingkungan menggunakan *Environmental Criticality Index (ECI)* dengan variabel EBBI dan LST berbasis data Landsat-8 OLI/TIRS tahun 2013 dan 2023. Secara khusus, penelitian ini juga menganalisis hubungan antara EBBI dan LST terhadap *Environmental Criticality Index*. Hasil penelitian menunjukkan terjadi peningkatan luas kawasan terbangun sebesar 490,2 ha dari 9.674 Ha di tahun 2013 menjadi sebesar 10.164,2 Ha di tahun 2023. Sementara itu, hasil kondisi suhu permukaan mengalami peningkatan luas area yang didominasi rentang suhu *moderate* (22,2°C – 25,1°C) dan terjadi peningkatan luas area tingkat kekritisan lingkungan yang signifikan untuk kategori tinggi dari 461,5 Ha di tahun 2013 menjadi sebesar 5402,9 Ha di tahun 2023. Adapun wilayah di Kota Bandung dengan tingkat kategori kekritisan lingkungan tinggi paling luas berada di Kecamatan Babakan Ciparay dengan luas area sebesar 386,8 Ha di tahun 2023. Masing-masing variabel EBBI dan LST memiliki korelasi hubungan terhadap tingkat kekritisan lingkungan dan nilai korelasi hubungan paling tinggi, yaitu variabel EBBI terhadap tingkat

[1] Korespondensi Penulis: Sains Informasi Geografi, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia
Email: syahrialfahmi@upi.edu

© 2024 LAREDEM

kekritisan lingkungan sebesar 99,4% di tahun 2013 dan 97,6% di tahun 2023. Hasil analisis tingkat kekritisan lingkungan di Kota Bandung diharapkan dapat direkomendasikan sebagai salah satu data pelengkap dalam pengambilan kebijakan terkait pengembangan dan perencanaan kota.

Kata Kunci: *Enhance Built-Upand Bareness Index; Environmental Criticality Index; Land Surface Temperature*; Penginderaan Jauh

Abstract: *Bandung City, a rapidly urbanizing area in West Java, has experienced substantial population growth and infrastructure expansion in recent years. This growth has led to a marked shift in land use, with vegetated areas increasingly converted to Built-Up zones, resulting in a decline in environmental quality. This study seeks to assess the extent of Built-Up areas, surface temperature, and environmental criticality levels through the Environmental Criticality Index, utilizing EBBI and LST variables derived from Landsat-8 OLI/TIRS data for 2013 and 2023. Additionally, it examines the relationship between EBBI and LST indicators and the Environmental Criticality Index. The findings indicate an increase of 490.2 hectares in Built-Up areas, from 9,674 hectares in 2013 to 10,164.2 hectares in 2023. Surface temperature analysis reveals an expansion in areas with moderate temperature ranges (22.2°C–25.1°C) and a significant increase in high-environmental-criticality zones, which grew from 461.5 hectares in 2013 to 5,402.9 hectares in 2023. The Babakan Ciparay sub-district was identified as having the highest environmental criticality, encompassing 386.8 hectares in 2023. Both EBBI and LST variables demonstrate strong correlations with environmental criticality levels, with EBBI showing the highest correlation—99.4% in 2013 and 97.6% in 2023. These findings offer valuable data to inform policy-making and urban planning in Bandung, supporting sustainable development and improved environmental management.*

Keywords: *Environmental Criticality Index; Enhance Built-Upand Bareness Index; Land Surface Temperature; Remote Sensing*

Pendahuluan

Kota adalah suatu wilayah atau tempat yang memiliki infrastruktur yang lengkap untuk mendukung aktivitas penduduknya. Kota tidak hanya berfungsi sebagai tempat tinggal penduduk, tetapi juga digunakan sebagai pusat pelayanan pemerintahan, pusat ekonomi, dan pusat kegiatan sosial. Layanan perkotaan yang memadai akan menawarkan peluang hidup yang lebih baik bagi penduduk desa dan pinggiran kota sehingga menyebabkan masyarakat bermigrasi ke pusat perkotaan atau disebut urbanisasi. Terus bertambahnya penduduk akan memicu para pengembang atau *developer* untuk melakukan perubahan lahan menjadi permukiman secara besar-besaran, pemerintah juga perlu mengembangkan sarana prasarana dalam membantu perekonomian di perkotaan, seperti pembangunan gedung perkantoran dan pertokoan sehingga mempengaruhi kondisi dari alam baik itu udara, air, suhu dan juga lahan hijau (Handayani, Sasmito, and Wijaya 2017). Padahal suatu kota sangat membutuhkan lahan hijau untuk kenyamanan kota tersebut dan masyarakat yang ada di dalamnya.

Kota Bandung merupakan Ibu Kota Provinsi Jawa Barat dan juga merupakan kota dengan kepadatan penduduk tertinggi di Provinsi Jawa Barat. Kepadatan penduduk di Kota Bandung terus meningkat, terutama pada tahun 2017-2021 (Sukojo and Hauzan 2023). Fenomena *Urban Heat Island* juga sudah terjadi di Kota Bandung berdasarkan penelitian oleh (Naf and Hernawati 2018). Sebagai Ibu Kota Provinsi Jawa Barat, Kota Bandung akan terus mengalami pertumbuhan penduduk yang pesat, begitu pula dengan pembangunan infrastruktur untuk mendukung kebutuhan penduduknya. Hal ini menyebabkan perubahan alih fungsi lahan vegetasi ke lahan terbangun sehingga memberikan dampak negatif berupa degradasi kualitas lingkungan dan peningkatan suhu atau *Urban Heat Island* di wilayah perkotaan. Degradasi lingkungan akibat adanya

konversi habitat alami atau vegetasi menjadi bangunan menyebabkan polusi, perubahan iklim, dan gangguan siklus ekologis (Senanayake, Welivitiya, and Nadeeka 2013).

Degradasi lingkungan mengakibatkan berkurangnya tingkat kenyamanan masyarakat kota dan juga meningkatkan indeks kekritisan lingkungan. Kekritisan lingkungan merupakan tidak berimbangnya komposisi fisik dengan komposisi eksisting lainnya. Salah satunya perkembangan lahan terbangun dapat mempengaruhi tingkat kekritisan lingkungan di perkotaan. Oleh karena itu, tidak mudah untuk menyelesaikan permasalahan perkotaan secara cepat, tepat, dan akurat. Teknologi penginderaan jauh menjadi terobosan bagi pengelola perkotaan untuk memantau kekritisan lingkungan di perkotaan. Data penginderaan jauh sangat penting untuk efisiensi waktu dan biaya (Fahmi, Somantri, and Ridwana 2023). Penginderaan jauh juga memiliki perspektif historis dalam data multi-temporal sehingga dapat digunakan untuk pengukuran proses alam di perkotaan, pertumbuhan perkotaan, *urban sprawl*, dan model pembangunan perkotaan (Hidayati, Suharyadi, and Danoedoro 2019). Selain itu, penginderaan jauh sangat relevan dengan teknologi geo-informasi, seperti GIS, analisis spasial, dan pemodelan dinamis, di mana penginderaan jauh dan data GIS dapat digunakan untuk pemantauan, sintesis, dan pemodelan lingkungan perkotaan (Pettorelli et al. 2005).

Di antara data satelit penginderaan jauh, citra Landsat adalah alat citra yang paling umum digunakan dan andal yang telah memberikan catatan temporal terpanjang tentang permukaan bumi (Yan et al. 2016). Data citra Landsat telah banyak digunakan dalam studi mengenai kekritisan lingkungan menggunakan transformasi *Environmental Criticality Index* (ECI). Studi sebelumnya telah menunjukkan bahwa Indeks Kekritisan Lingkungan (ECI) adalah efisien metode dalam menentukan kekritisan lingkungan perkotaan secara spatio-temporal (Ranagalage, Estoque, and Murayama 2017; Senanayake et al. 2013).

Dalam mengidentifikasi lahan terbangun, algoritma *Built-Up (BU) Index* dapat digunakan untuk memperoleh hasil yang lebih baik. Algoritma BU Index menggunakan algoritma EBBI (*Enhance Built-Up and Bareness Index*) sering digunakan untuk identifikasi indeks lahan terbangun. EBBI (*Enhance Built-Up and Bareness Index*) digunakan untuk memetakan kawasan terbangun pada penelitian ini karena pada pemetaan kawasan terbangun menggunakan indeks, seperti NDBI, terdapat kekurangan dalam membedakan kawasan terbangun dengan lahan kosong. Keduanya sering disamaratakan karena kemiripan nilai piksel kedua objek sehingga tingkat ketelitiannya kurang maksimal. Namun, masalah tersebut dapat diatasi dengan menggunakan EBBI yang lebih baik dalam memisahkan antara piksel lahan terbangun dan non terbangun sehingga kesalahan pemetaan tutupan lahan dapat diminimalisasi (Prakoso and Sasmito 2018)

Suhu permukaan daratan dapat diidentifikasi dengan menggunakan algoritma *Land Surface Temperature (LST)* pada penutup lahan. Sementara itu, tingkat kekritisan lingkungan menggunakan algoritma *Environmental Critically Index (ECI)*. Algoritma LST dan *Built-Up* Index memiliki hubungan berbanding lurus sehingga kedua algoritma tersebut dapat dikalkulasikan untuk memperoleh nilai indeks kekritisan lingkungan (Pettorelli et al. 2005; Ranagalage et al. 2017; Setioningrum 2018; Zhan, Meng, and Xiao 2015)

Algoritma EBBI dan LST memiliki korelasi positif. Faktor yang mempengaruhinya berupa kelembaban, vegetasi, permukaan tanah, material buatan manusia, dan lain-lain. Spektrum elektromagnetik saluran *Thermal Infrared (TIR)* pada citra satelit Landsat 8, dapat menentukan karakteristik dinamika permukaan daratan bersamaan dengan *Visible and Near-Infrared (VNIR)* dan *Shortwave Infrared (SWIR)*. Secara umum, lahan terbangun, permukaan tanah kering menunjukkan nilai LST tinggi, sedangkan badan air dan vegetasi menunjukkan nilai LST rendah. Algoritma LST dan ECI juga memiliki korelasi positif dengan pengaruh yang signifikan (Alexander 2020; Grimm et al. 2008; Guha et al. 2018; Li et al. 2017).

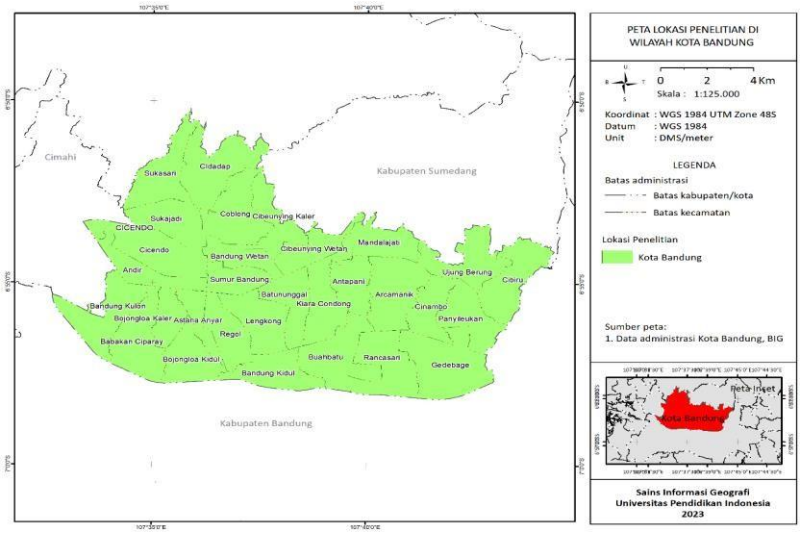
Sejumlah studi telah dilakukan dalam pemanfaatan data Citra Landsat 8 untuk mengidentifikasi tingkat kekritisan lingkungan dengan menggunakan faktor pertimbangan, seperti kerapatan vegetasi, kerapatan bangunan, suhu permukaan daratan, serta tutupan lahan. Identifikasi tingkat kekritisan lingkungan telah dilakukan di Kota Makassar, Kota Surakarta, serta Kota Purwokerto. Di samping itu, studi tingkat kekritisan lingkungan dengan mempertimbangkan nilai lahan terbangun bersamaan masih perlu dikembangkan karena sebagian besar menggunakan nilai kerapatan vegetasi bersamaan dengan suhu permukaan daratan (Alexandra and Pratiwi 2019; Fadlin, Kurniadin, and Prasetya 2020; Sasmito and Suprayogi 2018; Setioningrum 2018)

Beberapa penelitian terdahulu sebagian besar dilakukan di wilayah perkotaan dataran rendah, sedangkan penelitian ini dilakukan di daerah cekungan Bandung yang dikelilingi pegunungan dan berelevasi di atas 675 m dpl. Selain itu, pada penelitian terdahulu parameter pendeteksi tutupan lahan yang di masukan dalam Indeks ECI, yaitu NDBI, NDVI, dan MNDWI. Sementara itu, pada penelitian ini penulis meng-*input* Indeks EBBI ke dalam indeks ECI sebagai parameter tutupan lahan dengan pertimbangan indeks EBBI lebih unggul dalam membedakan tutupan lahan bangunan dan non bangunan sehingga diestimasi hasil yang diperoleh lebih sesuai. Adapun, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi perkembangan lahan terbangun menggunakan indeks EBBI, *Land Surface Temperature*, tingkat kekritisan lingkungan, dan pengaruh hubungan perkembangan lahan terbangun serta *Land Surface Temperature* terhadap tingkat kekritisan lingkungan atau *Environmental Criticality Index* (ECI) tahun 2013 dan 2023 di Kota Bandung.

Metode Penelitian

Wilayah Kajian

Wilayah kajian dalam penelitian terletak di Kota Bandung. Secara geografis Kota Bandung terletak pada posisi 107°36’ Bujur Timur dan 6°55’ Lintang Selatan. Kota Bandung merupakan ibukota Provinsi Jawa Barat yang terdiri dari 30 kecamatan (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer yang diperlukan, yaitu Data Citra Landsat-8 0LI/TIRS Perekaman Bulan Juli 2013 dan Bulan Juli 2023. Adapun data sekunder yang diperlukan dalam penelitian, yaitu data batas administrasi Kota Bandung.

Tabel 1. Data Penelitian

No	Data	Jenis Data	Sumber
1	Landsat-8 OLI/TIRS Perekaman 08 Juli 2013	Primer	USGS
2	Landsat-8 OLI/TIRS Perekaman 20 Juli 2023	Primer	USGS
3	Batas Administrasi Kota Bandung	Sekunder	BIG

Analisis Data

Enhance Built-Upand Bareness Index (EBBI)

Penggunaan algoritma EBBI digunakan untuk memetakan dan membedakan antara kawasan terbangun dengan lahan kosong (As-Syakur et al., 2012). Perhitungan EBBI menggunakan rumus sebagai berikut:

$$EBBI = \frac{(SWIR - NIR)}{10\sqrt{(SWIR + TIRS)}} \quad (1)$$

Keterangan: EBBI = *Enhanced Built Up and Bareness Index*; NIR = Nilai spektral saluran *Near Infrared*; SWIR = Nilai spektral saluran *Short Wave Infrared*; TIRS = Nilai spektral saluran *Thermal Infrared Sensor*.

Land Surface Temperature (LST)

Pengolahan suhu permukaan mengacu pada penelitian (Fawzi, 2017) dengan persamaan:

$$TS = \frac{T}{(1 + \frac{\lambda T}{\partial} In\ \varepsilon)} \quad (2)$$

Keterangan: TS = Suhu permukaan; T = Suhu kecerahan; λ = Panjang gelombang tengah band thermal Landsat 8; ∂ = Ketetapan 1.438 x 10-2mK; € = Nilai Emisitas.

Environmental Critically Index (ECI)

Tahap awal sebelum perhitungan ECI adalah dengan menyamakan nilai spektral indikator yang digunakan dengan terlebih dahulu merentangkan *(stretched)* nilai spektral setiap indikator menjadi 1 – 255. Hal tersebut dilakukan untuk menghindari angka 0 dari piksel. Klasifikasi dilakukan dengan menggunakan *Natural Breaks* sehingga dihasilkan tiga klasifikasi, yaitu rendah, sedang, dan tinggi.

$$ECI = LST \times EBBI\ (Strech\ 1 - 255) \quad (3)$$

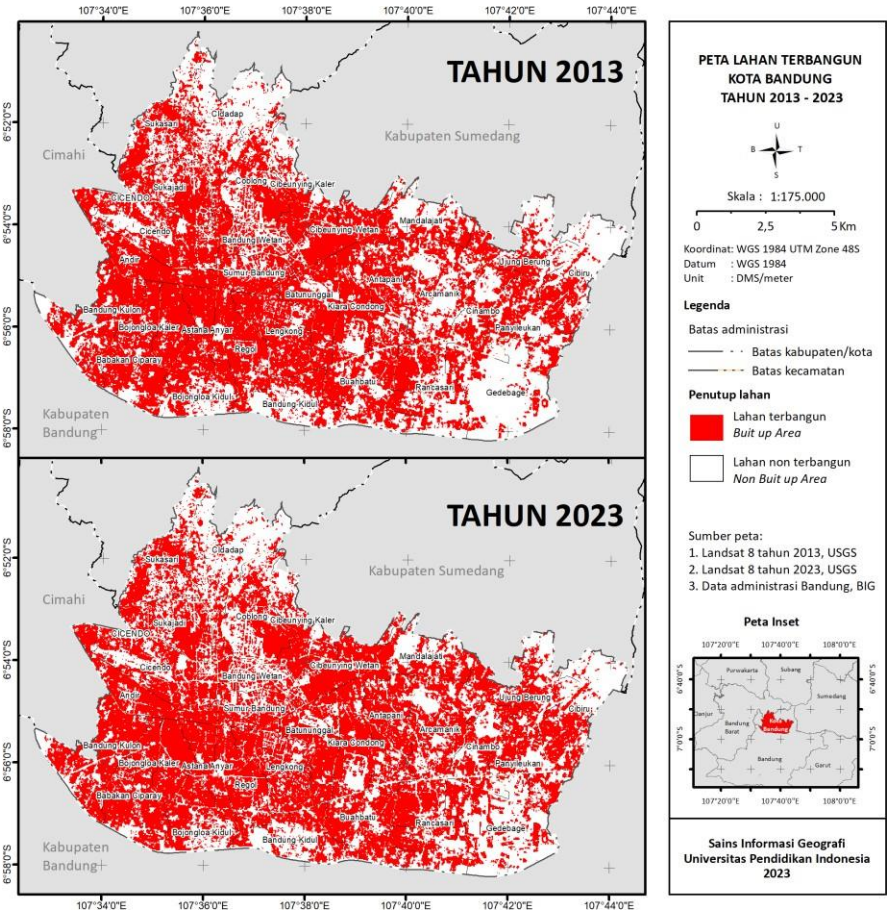
Keterangan: ECI = *Environmental Critically Index*; LST = Nilai *Land Surface Temperature*; EBBI = *Enhanced Built Up and Bareness Index.*

Hasil dan Pembahasan

Analisis Kawasan Terbangun (EBBI) Kota Bandung Tahun 2013 dan 2023

Hasil analisis dan interpretasi menggunakan indeks EBBI di Kota Bandung dari Citra Landsat-8 OLI/TIRS diperoleh dua klasifikasi, yaitu kelas kawasan terbangun *(built-up)* dan kelas kawasan non terbangun *(nonbuilt-up).* Dari hasil interpretasi Citra Landsat 8 OLI/TIRS perubahan luas lahan di Kota Bandung menjadi kawasan terbangun dalam rentang waktu 10 tahun cenderung mengalami perubahan yang cukup signifikan. Peta Kawasan Terbangun Kota Bandung tahun 2013 dan 2023 disajikan pada Gambar 2. Perubahan kawasan terbangun tahun 2013 dan 2023 menunjukkan bahwa luas area

terbangun cenderung meningkat. Secara spasial-temporal perubahan luas lahan terbangun signifikan terjadi di wilayah selatan Kota Bandung, yaitu Kecamatan Gedebage, Kecamatan Rancasari, Kecamatan Arcamanik dan Kecamatan Panyileukan.



Gambar 2. Peta Kawasan Terbangun Kota Bandung Tahun 2013 - 2023

Perubahan spasial kawasan terbangun *(built-up)* mengalami peningkatan dan kawasan non-terbangun *(nonbuilt-up)* mengalami penurunan di Kota Bandung dari tahun 2013 - 2023. Luas tiap perubahan kawasan terbangun di Kota Bandung pada tahun 2013 dan 2023 disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan hasil tersebut, menunjukkan adanya peningkatan luas lahan terbangun dari 9.674 Ha di tahun 2013 menjadi 10.164,2 Ha di tahun 2023. Sementara itu, lahan non terbangun tahun 2013 memiliki luas sebesar 7.153,8 Ha, lalu di tahun 2023 luas tersebut berkurang 490,2 Ha menjadi 6.663,6 Ha. Hasil penelitian ini juga memperkuat penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Wicaksono and Darmawan 2021) yang menyatakan bahwa terjadi peningkatan tutupan lahan terbangun berimplikasi pada penurunan lahan non terbangun di Kota Bandung. Peningkatan luas lahan terbangun di Kota Bandung didorong adanya pertumbuhan penduduk dengan komposisi penggunaan lahan terbesar digunakan untuk peruntukkan kawasan permukiman dan industry (Wijaya 2015).

Tabel 2. Luas Perubahan Kawasan Terbangun Kota Bandung Tahun 2013 - 2023

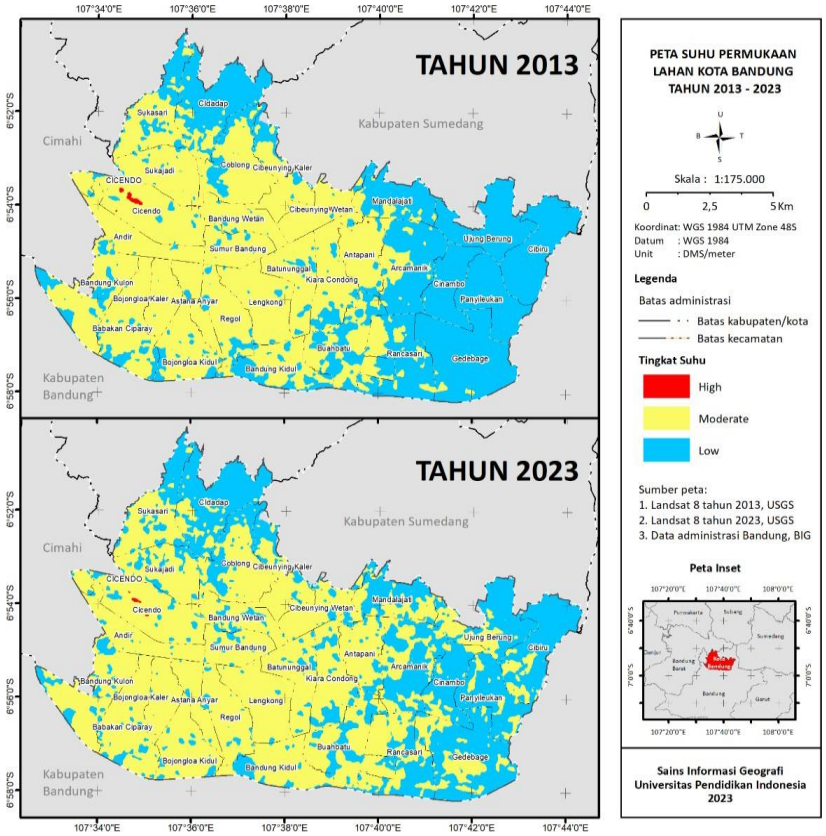
Kelas lahan	Luas Kawasan Terbangun Kota Bandung (ha)	
	Tahun 2013	Tahun 2023
*Built-Up*area	9674	10164.2
Non*Built-Up*area	7153 .8	6663.6

Analisis Suhu Permukaan (LST) Kota Bandung Tahun 2013 dan 2023

Hasil interpretasi menggunakan *Land Surface Temperatur (LST)* di Kota Bandung dari Citra Landsat-8 OLI/TIRS dikelompokkan menjadi 3 klasifikasi kelas suhu permukaan lahan, yaitu kelas suhu rendah *(low)* dengan rentang suhu antara 15,1°C – 22,1°C, kelas suhu sedang *(moderate)* dengan rentang suhu antara 22,2°C – 25,1°C, dan kelas suhu tinggi *(high)* dengan rentang suhu antara 25,2°C - 33°C. Dari hasil interpretasi Citra Landsat 8 OLI/TIRS, terjadi perubahan dinamika suhu permukaan lahan di Kota Bandung dalam rentang waktu 10 tahun cenderung mengalami dinamika perubahan yang cukup signifikan terutama didominasi pada klasifikasi suhu sedang *(moderate)*.

Dalam periode 10 tahun (2013 – 2023), suhu permukaan lahan di Kota Bandung dominan mengalami peningkatan, ditandai dengan area suhu *moderate* yang mengalami penambahan luas pada tahun 2023. Hasil ini memperkuat penelitian yang dilakukan oleh (Puspita and Saputra 2019) menyatakan bahwa terjadi peningkatan suhu permukaan lahan di Kota Bandung dari Tahun 2003 – 2016 dan diperkirakan pada tahun 2031 rata – rata suhu permukaan lahan akan naik 1°C. Peningkatan tren suhu di Kota Bandung juga berefek pada terjadinya fenomena *Urban Heat Island*, dikarenakan perbedaan suhu permukaan di perkotaan bandung lebih panas dibandingkan di daerah *sub-urban*. Menurut (Putra, Sukmono, and Sasmito 2018) terjadinya fenomena *Urban Heat Island* di indikatori kuat karena adanya ketidaksamaan antara suhu di pusat perkotaan dan daerah pinggiran kota.

Peta Suhu Permukaan Lahan (LST) Kota Bandung Tahun 2013 dan 2023 disajikan pada Gambar 3 berikut.



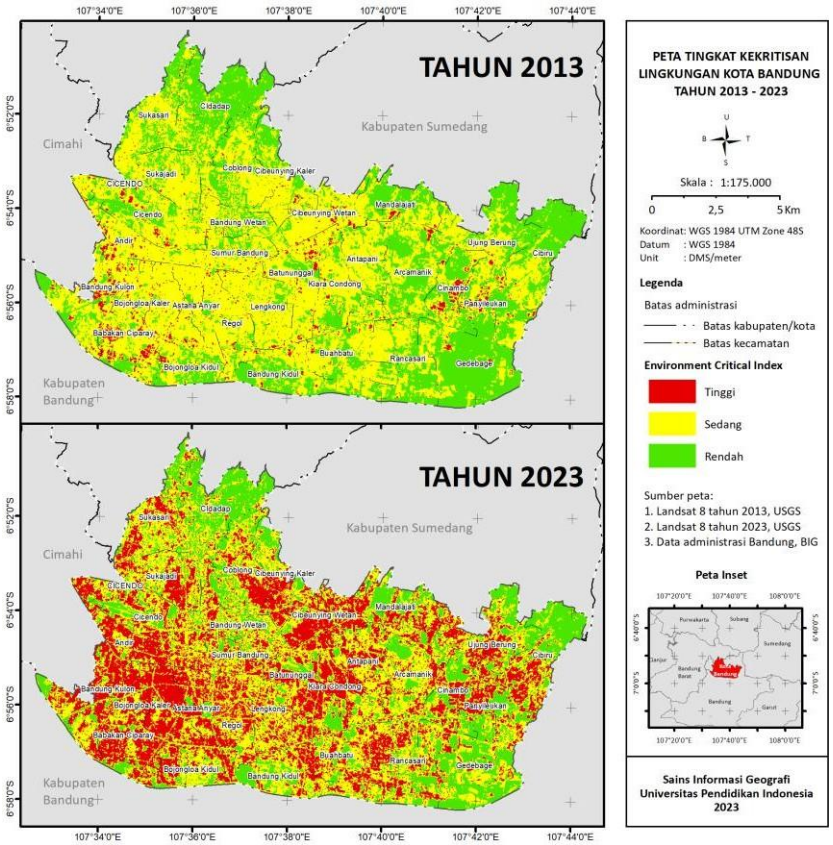
Gambar 3. Peta Suhu Permukaan Lahan (LST) Kota Bandung Tahun 2013 - 2023

Pola arah perubahan suhu permukaan lahan (LST) secara spasial mengalami dinamika peningkatan dan penurunan di Kota Bandung dari rentang tahun 2013 dan 2023. Luas tiap perubahan *Land Surface Temperature* di Kota Bandung pada tahun 2013 dan 2023 disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Tabel 3, menunjukkan luas area klasifikasi suhu rendah *(low)* sebesar 7.147,4 Ha di tahun 2013 dan mengalami penurunan menjadi 5.960,7 Ha di tahun 2023, sedangkan luas area klasifikasi suhu sedang *(moderate)* tahun 2013 luasnya sebesar 9.662,4 Ha, bertambah menjadi 10.961,3 Ha. Sementara itu, untuk hasil luas area suhu tinggi *(high)* luasnya sebesar 18 Ha dan berkurang menjadi 5,6 Ha.

Tabel 3. Luas Perubahan *Land Surface Temperature* Kota Bandung Tahun 2013 - 2023

Keterangan	Luas *Land Surface Temperature* Kota Bandung (ha)	
	Tahun 2013	Tahun 2023
Low (15,1°C – 22,1°C)	7147.4	5960.7
Moderate (22,2°C – 25,1°C)	9662.4	10861.3
High (25,2°C – 33°C)	18	5.6

Analisis Tingkat Kekritisan Lingkungan (ECI) Kota Bandung Tahun 2013 dan 2023



Gambar 4. Peta Tingkat Kekritisan Lingkungan (ECI) Kota Bandung Tahun 2013 - 2023

Pada Gambar 4. hasil interpretasi menggunakan algoritma ECI di Kota Bandung dari Citra Landsat-8 OLI/TIRS dikelompokkan menjadi 3 klasifikasi kelas tingkat kekritisan lingkungan, yaitu rendah, sedang dan tinggi. Dari hasil interpretasi Citra Landsat 8 OLI/TIRS terjadi perubahan tingkat kekritisan lingkungan di Kota Bandung dalam interval waktu 10 tahun cenderung mengalami perubahan yang signifikan terutama didominasi

tingkat kekritisan lingkungan yang tinggi. Hasil penelitian ini memperkuat temuan oleh (Sukojo and Hauzan 2023) yang menyatakan bahwa tingkat kekritisan lingkungan di Kota Bandung mengalami tren peningkatan, terutama pada kategori kekritisan lingkungan sedang. Analisis multitemporal dalam studi tersebut menunjukkan bahwa peningkatan tingkat *Environmental Criticality Index (ECI)* yang sedang sejalan dengan bertambahnya luas area lahan terbangun. Hal itu, mengindikasikan adanya hubungan yang signifikan antara konversi lahan menjadi kawasan terbangun dan perubahan dalam tingkat kekritisan lingkungan yang perlu mendapat perhatian dalam perencanaan dan pengelolaan lingkungan perkotaan.

Berdasarkan Tabel 4, terdapat perubahan luas tingkat kekritisan di Kota Bandung dalam periode 2013 – 2023. Diketahui bahwa hasil analisis ECI dengan menggunakan algoritma EBBI dan LST menunjukan peningkatan luas area tingkat kekritisan lingkungan kelas tinggi yang cukup signifikan sebesar 5.402,9 Ha di tahun 2023, Jika dibandingkan tahun 2013, luas area yang mengalami tingkat kekritisan lingkungan kelas tinggi, yaitu seluas 461,5 Ha. Selain itu, berdasarkan Tabel 5 dari hasil analisis data, pada tahun 2023 diketahui bahwa Kecamatan Babakan Ciparay menjadi wilayah dengan tingkat kekritisan tertinggi di Kota Bandung dengan luas 386,8 Ha. Dilihat secara spasial, kecamatan itu sebagian besar penggunaan lahannya ialah lahan terbangun untuk kawasan permukiman.

Berdasarkan analisis pembanding antara indeks ECI dan interpretasi citra resolusi tinggi, tingkat ECI tertinggi berada di kawasan permukiman, industri, dan perdagangan, sedangkan tingkat ECI terendah berada di kawasan hutan dan ruang terbuka hijau. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kekritisan lingkungan salah satunya dipengaruhi oleh kondisi penutup lahan. Selain itu, suhu permukaan juga berkontribusi pada tingkat kekritisan lingkungan. Oleh karena itu, peningkatan populasi urban dapat berimplikasi terhadap kondisi tingkat kekritisan lingkungan karena konversi tutupan lahan menjadi area terbangun berpotensi mengurangi luas lahan bervegetasi yang pada gilirannya dapat menyebabkan peningkatan suhu permukaan lahan.

Tabel 4. Luas Perubahan Tingkat Kekritisan Lingkungan Kota Bandung Tahun 2013 - 2023

Keterangan	Luas Perubahan Tingkat Kekritisan Lingkungan Kota Bandung (Ha)	
	Tahun 2013	Tahun 2023
Rendah	6592.6	4255.8
Sedang	9768.5	7163.3
Tinggi	461.5	5402.9

Tabel 5. Luas Perubahan Tingkat Kekritisan Lingkungan (ECI) Kota Bandung Per Kecamatan Tahun 2013 - 2023

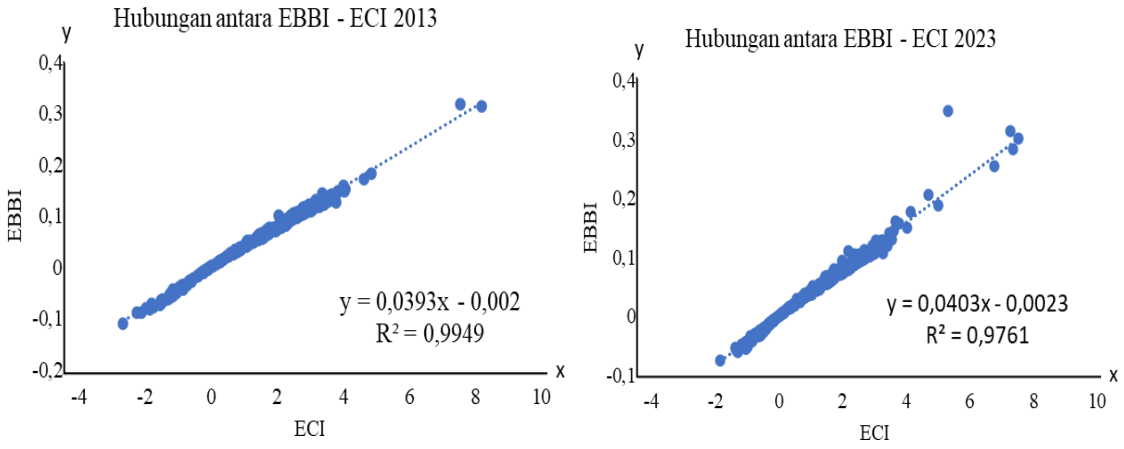
Kecamatan	Tahun 2013			Tahun 2023		
	Rendah	Sedang	Tinggi	Rendah	Sedang	Tinggi
Ujung Berung	267.5	330	1.8	209.2	233.5	156.5
Sumur Bandung	260.7	75.1	8.2	56.7	179.7	107.6
Sukasari	346.5	273.9	4.5	170.3	302.8	151.8
Sukajadi	377.5	136.2	5.8	79.2	258.8	181.5
Regol	375.2	78.3	15.1	53.7	223.9	191.1
Panyileukan	243.8	238.3	39.2	153.6	191.4	176.2
Mandalajati	203.1	258.5	9.2	173	165.9	131.9
Lengkong	493.7	78.4	11.1	46.7	343	193.4
Kiara Condong	400.6	149.1	22.8	98.7	191.3	282.5
Coblong	442.1	274.1	6	206	310.1	206.1
Cinambo	168.6	204.6	46.7	149.3	137.3	133.4
Cidadap	201.3	618.1	1.5	513.4	253.9	53.6
Cicendo	492.3	243.2	32.3	165.4	343.8	258.6
Cibiru	232.3	430.6	1.1	322.1	188.8	153.2
Cibeunying Wetan	332.2	60.2	12	33.1	144.6	226.7
Cibeunying Kaler	266.1	160.9	6.6	105.8	187.4	140.4

Kecamatan	Tahun 2013			Tahun 2023		
	Rendah	Sedang	Tinggi	Rendah	Sedang	Tinggi
Buah batu	479.4	241.7	14.6	120.5	384.4	230.7
Bojongloa Kulon	314.1	176.6	23.3	77.3	240.9	195.9
Bojongloa Kaler	276.1	19.4	12.1	9.8	75.2	222.58
Batununggal	369	78.4	27.3	59.2	182.9	232.6
Bandung Wetan	220.5	115	3.9	88.9	185	65.4
Bandung Kulon	448.3	193.2	67.8	104.9	257.7	346.8
Bandung Kidul	241.7	278.6	12.6	173.3	249.5	110.1
Babakan Ciparay	477.4	134.4	86.7	80.3	231.4	386.8
Astana Anyar	239.9	18.9	4.8	14	99.9	149.7
Arcamanik	340.1	398.4	10.4	187.6	395.2	166
Antapani	309.4	105.2	1.9	38.8	216.1	161.6
Andir	346	49.9	20.8	27.5	161.1	228
Gedebage	186.4	782.1	9.8	518.2	362.8	97.2
Rancasari	363.4	324.7	3.3	175.9	313.6	201.9

Analisis Suhu Permukaan (LST) Kota Bandung Tahun 2013 dan 2023

Hasil pengolahan data nilai kawasan terbangun (EBBI) dan kekritisan lingkungan (ECI) dilakukan perhitungan untuk menganalisis pengaruh hubungan antara kawasan terbangun terhadap kekritisan lingkungan menggunakan perhitungan regresi linear sederhana. Hasil dari analisis regresi linear didapat persamaan yang memperlihatkan seberapa besar hubungan antara kedua variabel. Pada Gambar 5, dapat dilihat hasil regresi linear dari kedua variable diperoleh persamaan y = 0,0393x + 0.002 ditahun 2013 dan y = 0.0403x + 0.0023 di tahun 2023. Persamaan yang diperoleh menunjukkan hubungan yang positif atau berbanding lurus antara nilai EBBI dengan nilai ECI. Sebaran *scatterplot* kedua variabel tersebut membentuk presisi dan akurasi yang tinggi dalam satu garis linear (gambar 5).

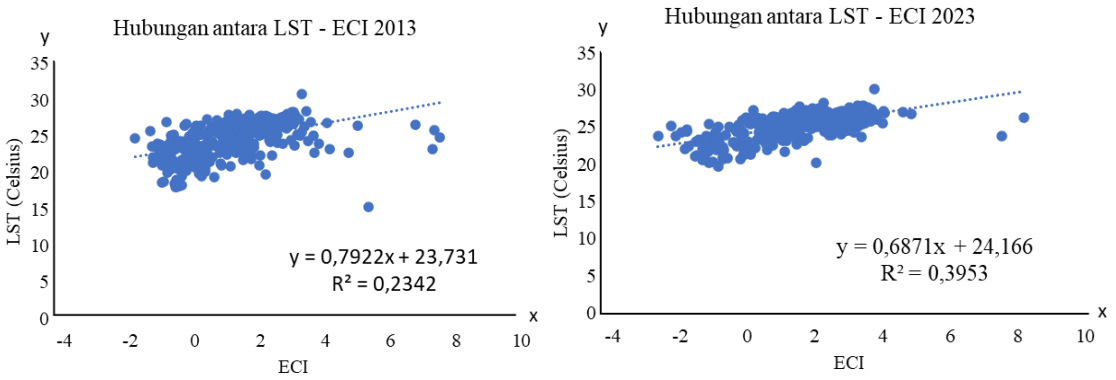
Persamaan tersebut menghasilkan nilai koefisien determinasi sebesar R^2 0,9949 ditahun 2013 dan 0,9761 ditahun 2023 yang mengandung pengertian bahwa pengaruh variabel bebas (EBBI) terhadap variabel terikat (ECI) berpengaruh sebesar R^2 99,4% dan R^2 97,6%. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan korelasi kuat antara kawasan terbangun terhadap kekritisan lingkungan sehingga apabila di lapangan kawasan terbangun meningkat maka indeks kekritisan lingkungan (ECI) akan juga mengalami peningkatan. Pada Gambar 5 terlihat model grafik EBBI terhadap ECI menunjukkan garis linear yang berbanding lurus positif pada kedua variabel.



Gambar 5. Grafik Hubungan EBBI dengan ECI Tahun 2013 - 2023

Analisis Hubungan Suhu Permukaan (LST) dan Tingkat Kekritisan Lingkungan (ECI) di Kota Bandung

Hasil pengolahan data suhu permukaan (LST) dan kekritisan lingkungan (ECI) dilakukan perhitungan untuk mengetahui pengaruh hubungan antara suhu permukaan lahan (LST) terhadap kekritisan lingkungan (ECI) menggunakan perhitungan regresi linear sederhana. Hasil dari analisis regresi linear diperoleh persamaan yang memperlihatkan seberapa besar hubungan dengan kedua variabelnya. Pada Gambar 6 dapat dilihat hasil regresi linear dari kedua variabel. Hasil analisis regresi linier didapatkan persamaan y = 0,06871x + 24.166 ditahun 2013 dan y = 0.7922x + 23.731 di tahun 2023. Persamaan yang didapatkan menunjukkan hubungan yang positif antara pengolahan data LST dengan ECI.



Gambar 6. Grafik Hubungan LST dengan ECI Tahun 2013 - 2023

Dari persamaan tersebut menghasilkan nilai koefisien determinasi sebesar 0,3953 ditahun 2013 dan 0,2342 ditahun 2023 yang mengandung pengertian bahwa pengaruh variabel bebas (LST) terhadap variabel terikat (ECI) sebesar 39,5% dan 23,4%. Hal tersebut menunjukkan adanya korelasi signifikan yang mencerminkan dampak konversi lahan terhadap kondisi kekritisan lingkungan. Data LST yang diperoleh dari citra satelit menunjukkan bahwa peningkatan suhu permukaan berbanding lurus dengan tingginya tingkat kekritisan lingkungan.

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Aprilia and Mardiah 2021) yang menyatakan bahwa korelasi antara parameter LST dengan Indeks ECI memiliki hubungan yang lebih rendah, dibandingkan parameter indeks lahan terbangun dengan ECI. Menurut, (Sasmito and Suprayogi 2017) kondisi tutupan lahan berbanding lurus dengan kondisi kekritisan lingkungan perkotaan, tutupan lahan yang didominasi bangunan akan memiliki indeks ECI yang tinggi, dibandingkan tutupan lahan bervegetasi. Temuan ini mengindikasikan bahwa upaya mitigasi, seperti pengelolaan tutupan lahan yang berkelanjutan dan pengembangan ruang terbuka hijau. Hal itu sangat diperlukan di Kota Bandung untuk menjaga kualitas lingkungan guna mengurangi efek negatif dari perubahan alih fungsi lahan dan suhu permukaan lahan yang dapat menyebabkan turunnya kualitas lingkungan ditandai dengan tingkat *Environmental Criticaly Index* yang tinggi.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian kondisi perkembangan kawasan terbangun yang terjadi di Kota Bandung pada tahun 2013 dan 2023 mengalami peningkatan untuk kelas *Built-Up* area sebesar 9674 di tahun 2013 dan 10.164,2 Ha di tahun 2023. Sedangkan, kelas *non Built-Up* area mengalami penurunan dari 7153,9 Ha di tahun 2013 menjadi 6663,6 Ha di tahun 2023. Kondisi *Land Surface Temperature* (LST) yang terjadi di Kota

Bandung pada tahun 2013 dan 2023 mengalami dinamika perbedaan yang signifikan. Pada tahun 2013 didominasi rentang suhu *moderate* (22,2°C – 25,1°C) dengan luas area sebesar 9.662,4 Ha dan mengalami peningkatan luas area pada tahun 2023 sebesar 10.861,3 Ha. Kondis tingkat kekritisan lingkungan (ECI) yang terjadi di Kota Bandung pada tahun 2013 dan 2023 mengalami peningkatan luas area yang signifikan untuk kategori tinggi dari 461,5 Ha di tahun 2013 menjadi sebesar 5402,9 Ha di tahun 2023. Wilayah kecamatan di Kota Bandung dengan tingkat kategori kekritisan lingkungan tinggi paling luas berada di Kecamatan Babakan Ciparay dengan luas area sebesar 386,8 Ha di tahun 2023.

Hasil regresi linear sederhana menunjukan pengaruh indeks kawasan terbangun (EBBI) terhadap tingkat kekritisan lingkungan (ECI) menunjukan nilai koefisien determinasi (R2) yang dihasilkan sebesar 99,4% di tahun 2013 dan 97,6% di tahun 2023 yang berarti bahwa tingkat korelasi hubungan tinggi antara EBBI dan ECI. Sedangkan hasil regresi linear sederhana antara suhu permukaan (LST) terhadap tingkat kekritisan lingkungan ECI menunjukan nilai koefisien determinasi (R2) yang dihasilkan sebesar 39,5% di tahun 2013 dan 23,4% yang berarti tingkat korelasi hubungan rendah antara LST dan ECI. Tingkat kekritisan lingkungan di Kota Bandung terjadi karena adanya perubahan luas kawasan terbangun yang meningkat dan berkurangnya kawasan terbuka atau kawasan hijau. Oleh karena itu diperlukan upaya penghijauan secara berkelanjutan untuk mengurangi dampak kekritisan lingkungan yang terjadi.

Hasil analisis tingkat kekritisan lingkungan dengan algoritma EBBI, LST dan ECI menggunakan citra Landsat-8 OLI/TIRS dapat dimanfaatkan dan diimplementasikan di pusat-pusat perkotaan lain. Selain itu, hasil analisis penilaian tingkat kekritisan lingkungan diharapkan dapat sebagai salah satu data pelengkap dalam pengambilan kebijakan terkait pengembangan dan perencanaan kota.

Ucapan Terima Kasih

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh Dosen Program Studi Sains Informasi Geografi Universitas Pendidikan Indonesia dan seluruh Dosen Program Studi Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional yang telah membimbing penulis sehingga penelitian ini bisa terlaksana dengan baik. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada lembaga atau institusi swasta maupun negeri yang telah berkontribusi menyediakan data secara *open source* dan peneliti terdahulu yang telah memberikan ilmu pengetahuan dalam pengembangan riset.

Daftar Pustaka

Alexander, Cici. 2020. "Normalised Difference Spectral Indices and Urban Land Cover as Indicators of Land Surface Temperature (LST)." *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 86:102013.

Alexandra, Pricilia Chika, and Kartika Pratiwi. 2019. "Pengaruh Pola Spasial Tingkat Kekritisan Lingkungan Terhadap Perubahan Tutupan Lahan Di Kota Makassar Menggunakan Citra Landsat (The Effect of Spatial Patterns of Environment's Critical Level towards the Land Cover Changes in Makassar City Using Landsat I." Pp. 106–14 in *Seminar Nasional Penginderaan Jauh*. Vol. 6.

Aprilia, Helen Cynthia, and Andri N. R. Mardiah. 2021. "Environmental Critical Analysis of Urban Heat Island Phenomenon Using ECI (Environmental Critically Index) Algorithm in Surakarta City and Its Surroundings." *International Journal for Disaster and Development Interface* 1(1).

Fadlin, Feri, Nia Kurniadin, and Astrolabe Sian Prasetya. 2020. "Analisis Indeks Kekritisan Lingkungan Di Kota Makassar Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 OLI/TIRS." *Elipsoida: Jurnal Geodesi Dan Geomatika* 3(01):55–63.

Fahmi, Syahrial, Lili Somantri, and Riki Ridwana. 2023. "PEMANFAATAN PENGINDERAAN JAUH DAN

TEKNOLOGI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK ANALISIS PEMETAAN LAHAN KRITIS DI KECAMATAN BELINYU KABUPATEN BANGKA." *GEOGRAPHY: Jurnal Kajian, Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan* 11(1):133–47.

Grimm, Nancy B., Stanley H. Faeth, Nancy E. Golubiewski, Charles L. Redman, Jianguo Wu, Xuemei Bai, and John M. Briggs. 2008. "Global Change and the Ecology of Cities." *Science* 319(5864):756–60.

Guha, Subhanil, Himanshu Govil, Anindita Dey, and Neetu Gill. 2018. "Analytical Study of Land Surface Temperature with NDVI and NDBI Using Landsat 8 OLI and TIRS Data in Florence and Naples City, Italy." *European Journal of Remote Sensing* 51(1):667–78.

Handayani, Mutiah Nurul, Bandi Sasmito, and Arwan Putra Wijaya. 2017. "Analisis Hubungan Antara Perubahan Suhu Dengan Indeks Kawasan Terbangun Menggunakan Citra Landsat (Studi Kasus: Kota Surakarta)." *Jurnal Geodesi Undip* 6(4):208–2018.

Hidayati, Iswari Nur, R. Suharyadi, and Projo Danoedoro. 2019. "Environmental Quality Assessment of Urban Ecology Based on Spatial Heterogeneity and Remote Sensing Imagery." *KnE Social Sciences* 363–79.

Li, Weifeng, Qiwen Cao, Kun Lang, and Jiansheng Wu. 2017. "Linking Potential Heat Source and Sink to Urban Heat Island: Heterogeneous Effects of Landscape Pattern on Land Surface Temperature." *Science of the Total Environment* 586:457–65.

Naf, M. Zakir Tazkiatun, and Rika Hernawati. 2018. "Analisis Fenomena UHI (Urban Heat Island) Berdasarkan Hubungan Antara Kerapatan Vegetasi Dengan Suhu Permukaan." *ITB Indonesian Journal of Geospatial* 5(1):25–36.

Pettorelli, Nathalie, Jon Olav Vik, Atle Mysterud, Jean-Michel Gaillard, Compton J. Tucker, and Nils Chr Stenseth. 2005. "Using the Satellite-Derived NDVI to Assess Ecological Responses to Environmental Change." *Trends in Ecology & Evolution* 20(9):503–10.

Prakoso, Ditho Tanjung, and Bandi Sasmito. 2018. "Pemanfaatan Enhanced Built-Up and Bareness Index (EBBI) Untuk Pemetaan Kawasan Terbangun Dan Lahan Kosong Di Kota Semarang." *Jurnal Geodesi Undip* 7(4):325–33.

Putra, Arfina Kusuma, Abdi Sukmono, and Bandi Sasmito. 2018. "Analisis Hubungan Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Suhu Permukaan Terkait Fenomena Urban Heat Island Menggunakan Citra Landsat (Studi Kasus: Kota Surakarta)." *Jurnal Geodesi Undip* 7(3):22–31.

Ranagalage, Manjula, Ronald C. Estoque, and Yuji Murayama. 2017. "An Urban Heat Island Study of the Colombo Metropolitan Area, Sri Lanka, Based on Landsat Data (1997–2017)." *ISPRS International Journal of Geo-Information* 6(7):189.

Sasmito, Bandi, and Andri Suprayogi. 2017. "Model Kekritisan Indeks Lingkungan Dengan Algoritma Urban Heat Island Di Kota Semarang." *Majalah Ilmiah Globe* 19(1):45–52.

Sasmito, Bandi, and Andri Suprayogi. 2018. "Spatial Analysis of Environmental Critically Due to Increased Temperature in the Built up Area with Remote Sensing." P. 012011 in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 165. IOP Publishing.

Senanayake, Indishe Prabath, WDDP Welivitiya, and Parana Manage Nadeeka. 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.

Setioningrum, Desi. 2018. "Analisis Urban Heat Island Dan Indeks Kekritisan Lingkungan Kota Purwokerto Berdasarkan Data Satelit OLI/TIRS Landsat 8."

Sukojo, Bangun Muljo, and Naufal Shidqi Hauzan. 2023. "Analisis Perubahan Indeks Kekritisan Lingkungan Dengan Algoritma Environmental Criticality Index Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 OLI/TIRS (Studi Kasus: Kota Bandung)." *Geoid* 18(2):311–25.

Wicaksono, Muhammad Satrio, and Soni Darmawan. 2021. "Pemetaan Dan Pemantauan Lahan Terbangun Perkotaan Dengan Data Landsat Multitemporal Menggunakan Google Earth Engine (Studi Kasus: Kota Bandung, Jawa Barat Dan Kota Semarang, Jawa Tengah)." *Prosiding FTSP Series* 395–400.

Wijaya, Nurrohman. 2015. "Deteksi Perubahan Penggunaan Lahan Dengan Citra Landsat Dan Sistem Informasi Geografis: Studi Kasus Di Wilayah Metropolitan Bandung, Indonesia." *Geoplanning: Journal of Geomatics and Planning* 2(2):82–92.

Yan, Lin, David P. Roy, Hankui Zhang, Jian Li, and Haiyan Huang. 2016. "An Automated Approach for Sub-Pixel Registration of Landsat-8 Operational Land Imager (OLI) and Sentinel-2 Multi Spectral Instrument (MSI) Imagery." *Remote Sensing* 8(6):520.

Zhan, Q., F. Meng, and Y. Xiao. 2015. "Exploring the Relationships of between Land Surface Temperature, Ground Coverage Ratio and Building Volume Density in an Urbanized Environment." *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 40:255–60.