

ANALISIS PENGARUH PERKEMBANGAN LAHAN TERBANGUN TERHADAP PENINGKATAN SUHU PERMUKAAN TERKAIT FENOMENA *URBAN HEAT ISLAND* DI KOTA PEKALONGAN TAHUN 2013 DAN 2023

Fajar Riski Samudra, Jumadi
Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Surakarta
E-mail: e100200197@students.ums.ac.id

Abstrak

Kota Pekalongan merupakan sebuah Kota yang berada di Jawa Tengah bagian utara dan berbatasan langsung dengan laut Jawa. Peningkatan lahan terbangun dan berkurangnya lahan vegetasi akan mengakibatkan peningkatan suhu permukaan yang menjadi penyebab fenomena urban heat island di wilayah perkotaan. Tujuan dari penelitian ini adalah: 1. Mengetahui persebaran tutupan lahan (*Land Cover*) dan suhu permukaan lahan (*Land Surface Temperature*) di Kota Pekalongan tahun 2013 dan 2023. 2. Menganalisis pengaruh perkembangan tutupan lahan terbangun terhadap peningkatan suhu permukaan lahan di Kota Pekalongan tahun 2013 dan 2023. 3. Menganalisis persebaran UHI terhadap tutupan lahan terkait peningkatan suhu permukaan lahan di Kota Pekalongan tahun 2013 dan 2023. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pengolahan citra Landsat 8 untuk menghasilkan klasifikasi tutupan lahan, klasifikasi suhu permukaan, dan klasifikasi *urban heat island*. Uji regresi linear sederhana digunakan untuk mengetahui pengaruh antara perkembangan lahan terbangun terhadap peningkatan rata-rata suhu permukaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tutupan lahan terbangun pada tahun 2013 dan 2023 didominasi persebarannya di wilayah Kecamatan Pekalongan Barat. Sebaran lahan vegetasi pada tahun 2013 mendominasi pada bagian wilayah Kecamatan Pekalongan Timur dan Pekalongan Selatan, pada tahun 2023 tersebar pada bagian selatan Kota Pekalongan. Sebaran lahan terbuka pada tahun 2013 mendominasi di wilayah Kecamatan Pekalongan Timur dan pada tahun 2023 hanya mendominasi di bagian utara Kota Pekalongan. Sebaran tutupan lahan tubuh air pada tahun 2013 dan 2023 sebagian besar mendominasi di wilayah Kecamatan Pekalongan Utara. Pada tahun 2013 sebaran suhu permukaan yang mendominasi yaitu suhu kelas II ($27,53-30,48^{\circ}\text{C}$) dengan luas $10,69 \text{ km}^2$ yang tersebar di wilayah Kecamatan Pekalongan Selatan. Sedangkan pada tahun 2023 berubah menjadi suhu kelas IV ($33,45-36,40^{\circ}\text{C}$) dengan luas $13,51 \text{ km}^2$ yang tersebar di 3 wilayah yaitu Kecamatan Pekalongan Barat, Kecamatan Pekalongan Timur, dan Kecamatan Pekalongan Selatan. Hasil regresi linier sederhana menunjukkan bahwa terdapat pengaruh sebesar 58,7% antara perkembangan lahan terbangun terhadap peningkatan suhu permukaan. Luas UHI tahun 2013 sebesar $19,09 \text{ km}^2$ dan tahun 2023 sebesar $27,88 \text{ km}^2$. Peningkatan luas UHI dipengaruhi oleh nilai ambang batas yang juga meningkat. Kecamatan Pekalongan Barat konsisten memiliki luas *Urban Heat Island* terbesar, terutama pada lahan terbangun, sedangkan Pekalongan Utara mendominasi dalam sebaran *Urban Heat Island* pada tubuh air dan lahan terbuka.

Kata kunci: Kota Pekalongan, Tutupan Lahan, Lahan Terbangun, Suhu Permukaan, *Urban Heat Island*.

Abstract

Pekalongan City is a city located in the northern part of Central Java and directly adjacent to the Java Sea. The increase in built-up land and the reduction of vegetation land will

result in an increase in surface temperature which is the cause of the urban heat island phenomenon in urban areas. The objectives of this study are: 1. To determine the distribution of land cover and land surface temperature in Pekalongan City in 2013 and 2023. 2. Analyse the influence of the development of built-up land cover on the increase of land surface temperature in Pekalongan City in 2013 and 2023. 3. Analysing the distribution of UHI against land cover in relation to land surface temperature increase in Pekalongan City in 2013 and 2023. The method used in this research is Landsat 8 image processing to produce land cover classification, surface temperature classification, and urban heat island classification. Simple linear regression test was used to determine the influence between the development of built-up land and the increase in average surface temperature. The results show that built-up land cover in 2013 and 2023 is dominated by the distribution in the West Pekalongan sub-district. The distribution of vegetated land in 2013 was dominated in the East Pekalongan and South Pekalongan sub-districts, while in 2023 it was spread in the southern part of Pekalongan City. The distribution of open land in 2013 dominated in the East Pekalongan sub-district, while in 2023 it will only dominate in the northern part of Pekalongan City. The distribution of land cover of water bodies in 2013 and 2023 is mostly dominated in the North Pekalongan sub-district. In 2013, the dominant surface temperature distribution was class II temperature (27.53-30.48°C) with an area of 10.69 km² spread across the South Pekalongan sub-district. While in 2023 it changed to temperature class IV (33.45-36.40°C) with an area of 13.51 km² spread across 3 areas namely West Pekalongan District, East Pekalongan District, and South Pekalongan District. The simple linear regression results show that there is a 58,7% influence between the development of built-up land and the increase in surface temperature. The UHI area in 2013 was 19.09 km² and in 2023 was 27.88 km². The increase in UHI area is influenced by the increasing threshold value. West Pekalongan sub-district consistently has the largest Urban Heat Island area, mainly on built-up land, while North Pekalongan dominates in the distribution of Urban Heat Island on water bodies and open land.

Keywords: Pekalongan City, Land Cover, Built-up Land, Surface Temperature, Urban Heat Island.

1. PENDAHULUAN

Kota merupakan wilayah administrasi yang setara dengan wilayah Kabupaten dan telah ditentukan oleh Undang-Undang (Hidayati et al., 2018). Wilayah perkotaan memiliki sarana dan prasarana untuk keperluan masyarakat yang lebih memadai dan berfungsi sebagai pusat pemerintahan, tempat tinggal, pusat pelayanan dan ekonomi, maupun sosial (Feronika et al., 2023). Kota Pekalongan mengalami pertumbuhan penduduk yang cukup pesat dalam kurun waktu 10 tahun terakhir. Pada tahun 2013 penduduk Kota Pekalongan sebanyak 290.870 jiwa, sedangkan pada tahun 2023 penduduk Kota Pekalongan meningkat sebanyak 319.981 jiwa. Kenaikan jumlah penduduk Kota Pekalongan dalam periode 2013 hingga 2023 sebanyak 27.098 jiwa yang dapat dilihat dari jumlah penduduk Kecamatan Pekalongan Barat sebanyak 5.878 jiwa, Kecamatan Pekalongan Timur sebanyak 8.290 jiwa, Kecamatan Pekalongan Selatan sebanyak 10.035 jiwa, dan Kecamatan Pekalongan Utara sebanyak 2.885 jiwa. Dengan meningkatnya jumlah penduduk, Kota Pekalongan mengalami perubahan tutupan lahan, seperti peralihan lahan pertanian atau kosong menjadi lahan

terbangun. Meningkatnya jumlah penduduk juga diimbangi dengan peralihan fungsi lahan. Karena pertumbuhan penduduk yang pesat, masyarakat membutuhkan lebih banyak lahan untuk berbagai tujuan, seperti permukiman, pertanian, industri, dan fasilitas umum. Hal ini dapat menyebabkan tutupan lahan berubah, salah satunya adalah lahan pertanian beralih fungsi menjadi lahan terbangun. Urbanisasi adalah komponen yang mengubah tutupan lahan menjadi lahan terbangun. Peningkatan suhu permukaan adalah dampak utama dari perkembangan lahan terbangun. Daerah perkotaan, seperti jalan, tempat parkir, bangunan, dan permukaan beraspal lainnya, biasanya memiliki penyerapan radiasi matahari yang lebih tinggi, konduktivitas termal, dan kemampuan untuk melepaskan panas yang disimpan di siang hari ke malam hari (Srivani, 2012).

Suhu permukaan menjadi parameter yang digunakan untuk analisa perubahan iklim yang terdapat di permukaan bumi (Gusmiarti et al., 2022). Suhu permukaan, atau perubahannya, sangat penting untuk diketahui karena sangat terkait dengan evaluasi pembangunan wilayah agar tetap menjadi pertimbangan untuk kawasan hijau dan untuk menentukan kawasan mana yang sesuai untuk industri (Feronika et al., 2023). Meningkatnya temperatur suhu di wilayah perkotaan dapat menyebabkan pembentukan titik panas kota yang di mana semakin banyak titik panas yang terbentuk dapat menyebabkan perubahan unsur cuaca dan iklim di kawasan tersebut, kondisi tersebut dapat menjadi sebab suhu di pusat kawasan kota akan lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah di sekitarnya (Arie, 2021). Perubahan suhu permukaan dipengaruhi oleh distribusi lahan terbangun yang semakin padat yang mengakibatkan berkurangnya lahan vegetasi, dan penurunan suhu udara untuk matahari melakukan fotosintesis (Shabrina et al., 2023). Peningkatan suhu di wilayah tertentu dapat disebabkan oleh perubahan tata guna lahan yang signifikan, seperti penggundulan hutan, perluasan perkotaan, dan perubahan aliran sungai. Suhu di daerah perkotaan lebih tinggi karena permukaan bangunan seperti beton, aspal, dan logam yang tidak alami.

Pulau panas kota (UHI) adalah fenomena yang dialami oleh banyak kota di seluruh dunia. Suhu udara di kota-kota ini lebih tinggi daripada suhu udara di sekitarnya (Rushayati et al., 2018). Pada umumnya fenomena UHI terjadi pada kawasan pusat perkotaan dan menurun pada wilayah pinggiran pedesaan (Mukmin et al., 2016). Tanpa vegetasi yang memadai, daerah perkotaan cenderung menyerap dan mempertahankan panas lebih lama, yang dapat menyebabkan fenomena UHI. Daerah perkotaan cenderung memiliki sedikit vegetasi alami, seperti pohon dan taman. Vegetasi ini membantu dalam penyerapan panas dan memberikan keteduhan, yang dapat membantu menurunkan suhu.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perkembangan lahan terbangun dan suhu permukaan di Kota Pekalongan pada tahun 2013 dan 2023. Selain itu, penelitian ini juga menyajikan pengaruh antara perkembangan lahan terbangun terhadap perubahan suhu permukaan yang terjadi di Kota

Pekalongan yang terkait dengan fenomena Urban Heat Island (UHI)/pulau panas dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh yang berupa data citra Landsat 8 OLI/TIRS.

2. METODE

Metode penelitian ini menggunakan metode deksriptif kuantitatif, observasi lapangan, dan pengolahan citra. Metode deksriptif kuantitatif digunakan untuk menganalisis luas perubahan tutupan lahan dan rata-rata perubahan suhu permukaan. Kemudian regresi linier sederhana digunakan untuk mengetahui pengaruh antara perubahan luas tutupan lahan (lahan terbangun, lahan vegetasi, lahan terbuka, dan lahan tubuh air) terhadap peningkatan suhu permukaan. Observasi lapangan bertujuan untuk melakukan uji akurasi terhadap tutupan lahan yang sebelumnya sudah dilakukan proses klasifikasi. Pengolahan citra dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan klasifikasi tutupan lahan dan klasifikasi suhu permukaan. Kemudian dilakukan perhitungan UHI dari hasil pengolahan suhu permukaan. Metode yang digunakan dalam pengumpulan data yaitu dengan menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan yaitu data sampel yang diambil langsung di lapangan dengan menggunakan metode *simple random sampling* yang akan dilakukan uji akurasi pada citra yang sudah dilakukan klasifikasi tutupan lahan untuk citra tahun 2023 dan uji akurasi citra tahun 2013 menggunakan *software* Google Earth Pro, sedangkan data primer citra Landsat 8 yang didapatkan langsung dari sumbernya melalui situs resmi USGS di laman <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Data tersebut digunakan untuk penelitian mengenai *Land Surface Temperature*, *Urban Heat Island* dan klasifikasi tutupan lahan. Data sekunder yang dibutuhkan untuk menunjang penelitian yaitu shapefile batas administrasi Kota Pekalongan yang diunduh melalui laman <https://www.indonesia-geospasial.com/>.

2.1 Pengolahan Data

2.1.1 Layer Stacking

Layer stacking dilakukan untuk menggabungkan band. *Layer stacking* merupakan proses penggabungan beberapa band menjadi 1 *file band* baru pada *software* ENVI.

2.1.2 Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik bertujuan untuk menghilangkan pengaruh faktor-faktor tersebut agar nilai piksel dapat digunakan untuk analisis dengan lebih akurat.

2.1.3 Pemotongan Citra

Pemotongan citra ini dilakukan untuk mendapatkan daerah yang akan dilakukan penelitian. Pemotongan ini dilakukan dengan menggunakan *tools* ROI (*Region Of Interest*) yang terdapat di *software* ENVI 5.1 untuk melakukan proses klasifikasi tutupan lahan dan proses reklasifikasi LST (*Land Surface Temperature*) yang sebelumnya dilakukan proses pemotongan pada *software* ArcGIS.

2.1.4 Klasifikasi tutupan lahan

Klasifikasi tutupan lahan dilakukan untuk mendapatkan peta tutupan lahan melalui data citra Landsat 8 yang sudah di unduh. Klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode klasifikasi terbimbing (*Supervised Classification*).

2.1.5 Klasifikasi *Land Surface Temperature*

- Konversi DN (*Digital Number*) ke Radian
- Konversi *Brightness Temperature* (BT)
- Perhitungan NDVI
- Perhitungan *Proportion of Vegetation* (Pv)
- Perhitungan *Land Surface Emmissivity* (LSE)
- Perhitungan *Land Surface Temperature* (LST)

2.1.6 Perhitungan UHI

Persamaan yang digunakan dalam menentukan distribusi UHI menurut Jatmiko, (2015) dalam (Pratiwi & Jaelani, 2021) yaitu.

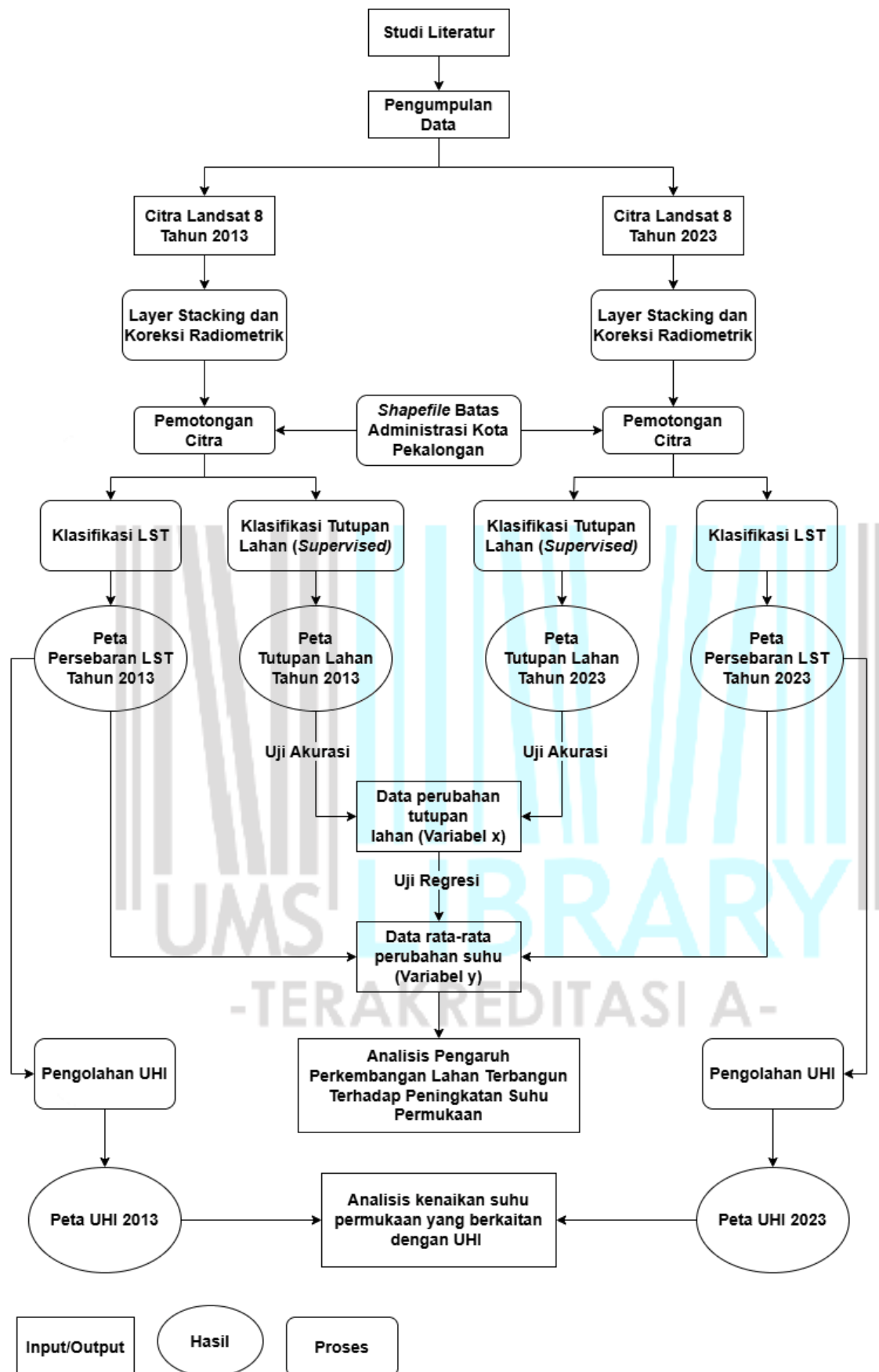
$$UHI = T_{mean} - (\mu + 0.5\alpha)$$

2.5.1 Pengolahan Data Lapangan

Pengolahan data sampel yang didapat melalui survei lapangan dan citra aplikasi geospasial Google Earth Pro kemudian diolah dengan menggunakan tabel *Confussion Matrix* dan menggunakan statistik Kappa untuk melakukan uji akurasi

2.5.2 Regresi Linear Sederhana

Uji statistik digunakan untuk mengetahui pengaruh antara perubahan luas tutupan lahan terhadap peningkatan suhu permukaan. Variabel yang memengaruhi (x) dalam penelitian ini yaitu perubahan luas tutupan lahan (lahan terbangun, lahan vegetasi, lahan terbuka, dan lahan tubuh air) dan variabel terpengaruhnya yaitu (y) rata-rata perubahan suhu permukaan yang terdapat di Kota Pekalongan.



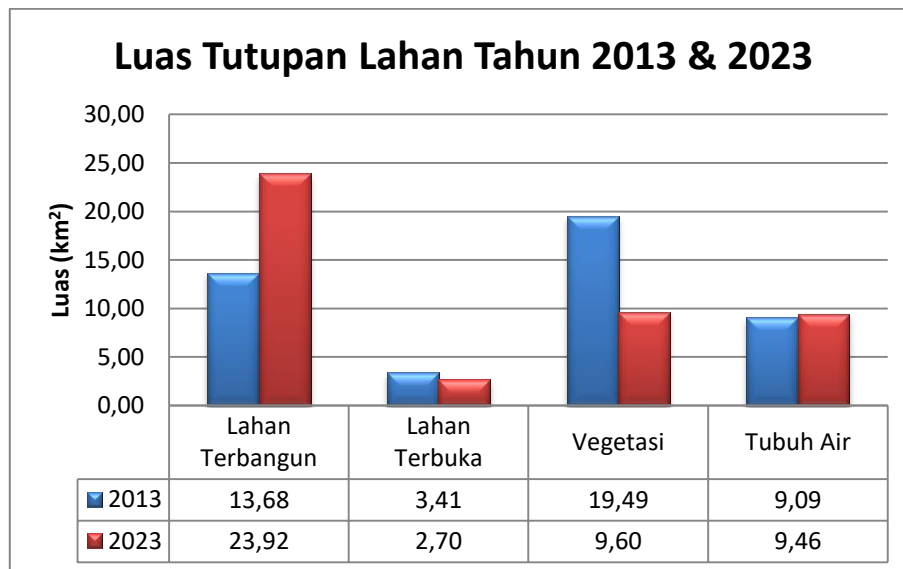
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

(Sumber : Penulis, 2024)

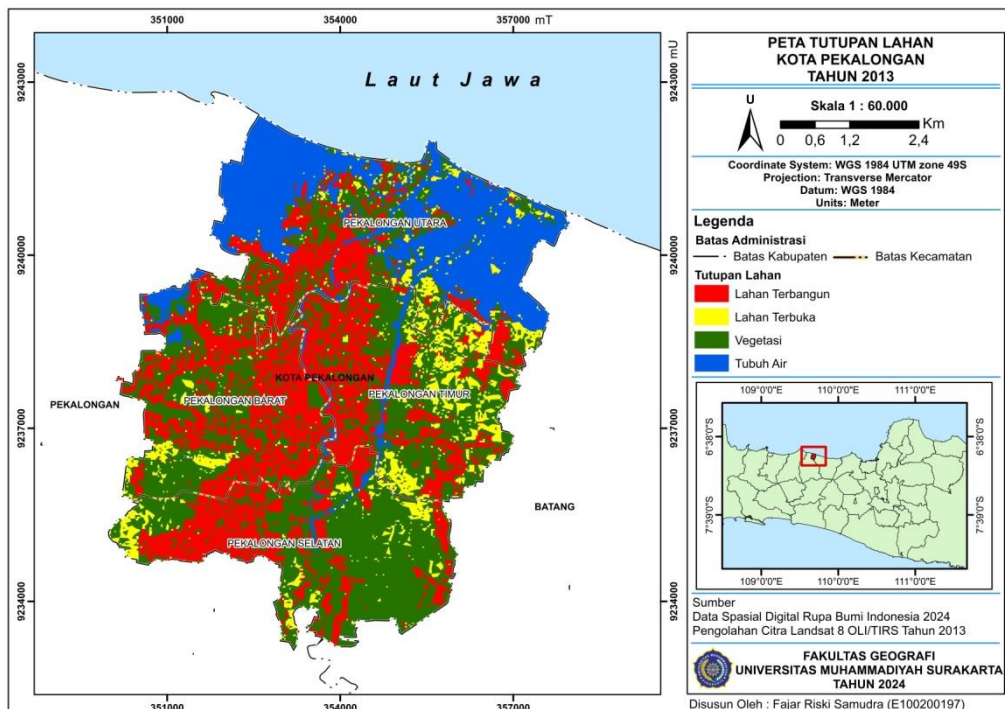
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sebaran Tutupan Lahan

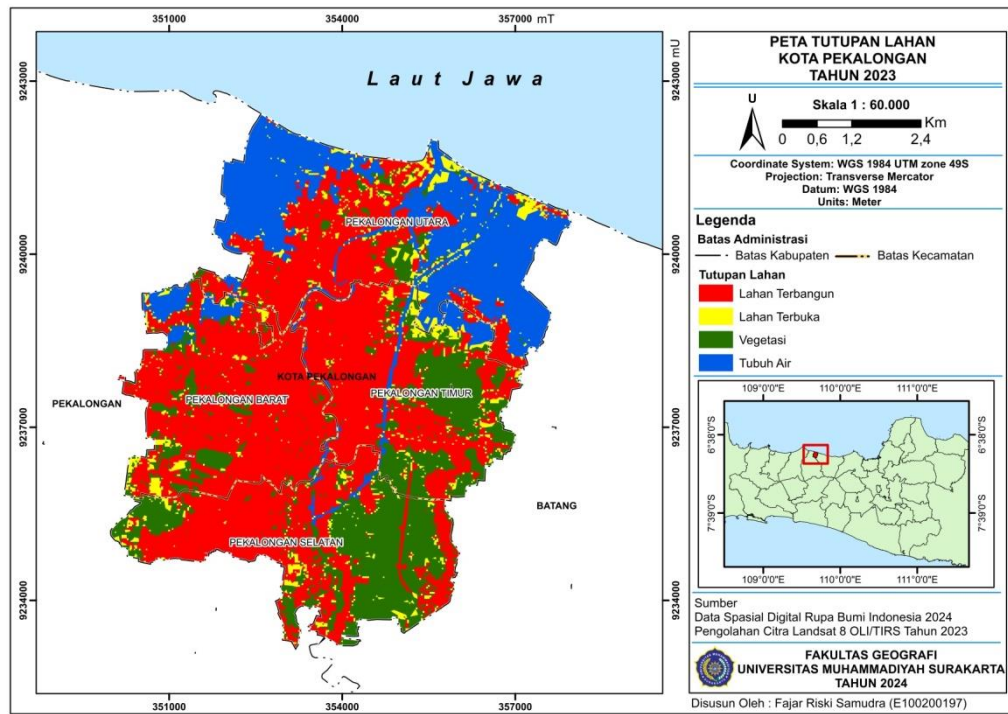
Berdasarkan sebaran tutupan lahan di Kota Pekalongan tahun 2013 (lihat Gambar 2) dan 2023 (lihat Gambar 3). Hasil klasifikasi tutupan lahan di Kota Pekalongan yaitu lahan terbangun yang meliputi pemukiman, industri dan jalan tol pada tahun 2013 yang memiliki luas $13,68 \text{ km}^2$ atau 29,94% dari total luas wilayah. Kemudian sebaran lahan terbangun pada tahun 2023 memiliki luas $23,92 \text{ km}^2$ atau 52,38%, Perkembangan luas sebesar $10,24 \text{ km}^2$ menunjukkan pertumbuhan pesat dalam pembangunan karena urbanisasi, peningkatan jumlah penduduk, atau pembangunan infrastruktur. Luas tutupan lahan terbangun ini meningkat secara signifikan selama sepuluh tahun terakhir. Bertambahnya populasi jumlah penduduk dan meningkatnya lahan terbangun untuk pemukiman, industri, fasilitas umum, dan lain-lain akan menimbulkan berbagai macam permasalahan terutama pada perubahan penggunaan lahan (Almegi & Fatmawati, 2024). Lahan terbangun ini cenderung tersebar hampir seluruh wilayah Kota Pekalongan, namun pada bagian wilayah Kecamatan Pekalongan Selatan persebaran lahan terbangun tidak begitu luas karena masih didominasi oleh lahan vegetasi berupa lahan pertanian seperti sawah. Hasil klasifikasi tutupan lahan kedua di Kota Pekalongan yaitu lahan vegetasi, pada tahun 2013 memiliki luas sebesar $19,49 \text{ km}^2$ atau 42,69% dari total luas wilayah ini meliputi sawah, kebun, padang rumput, dan semak belukar. Pada tahun 2023 sebaran lahan vegetasi terjadi penurunan luas menjadi $9,60 \text{ km}^2$ atau 21,01% dari total luas wilayah. Penurunan yang cukup signifikan ini menunjukkan adanya konversi besar-besaran lahan hijau menjadi area non-hijau karena perluasan wilayah perkotaan. Lahan vegetasi ini cenderung tersebar pada bagian wilayah Kota Pekalongan Selatan. Hasil klasifikasi tutupan lahan ketiga di Kota Pekalongan yaitu tubuh air, pada tahun 2013 yang memiliki luas $9,09 \text{ km}^2$ atau 19,90% dari total luas wilayah. Tutupan lahan tubuh air ini meliputi wilayah perairan tambak, sungai dan, rawa yang tersebar di sebagian besar wilayah Kecamatan Pekalongan Utara yang dekat dengan wilayah pesisir pantai. Namun pada tahun 2023 terjadi peningkatan menjadi $9,46 \text{ km}^2$. Perubahan sebaran sebesar $0,37 \text{ km}^2$ ini merupakan peningkatan yang signifikan dalam hal perubahan tutupan lahan, meskipun ukurannya kecil jika dibandingkan dengan perubahan dalam kategori lainnya. Luas lahan terbuka pada tahun 2013 memiliki luas $3,41 \text{ km}^2$ atau 7,48% dari total luas wilayah tetapi pada tahun 2023 berkurang menjadi $2,70 \text{ km}^2$. Persebaran lahan terbuka ini mendominasi di wilayah Kecamatan Pekalongan Timur yang meliputi lahan kosong atau lahan tandus yang minim vegetasi dan persebaran yang paling rendah berada di wilayah Kecamatan Pekalongan Utara. Hasil uji akurasi pada tahun 2013 menunjukkan akurasi keseluruhan mencapai 95%, dengan nilai Kappa sebesar 93,17%. Sedangkan pada tahun 2023 menunjukkan hasil akurasi keseluruhan 91,66 % dan nilai Kappa sebesar 89 %.



Gambar 2. Grafik Perubahan Luas Tutupan Lahan Tahun 2013 & 2023
(Sumber : Pengolahan data, 2024)



Gambar 3. Peta Tutupan Lahan Kota Pekalongan Tahun 2013
(Sumber : Penulis, 2024)

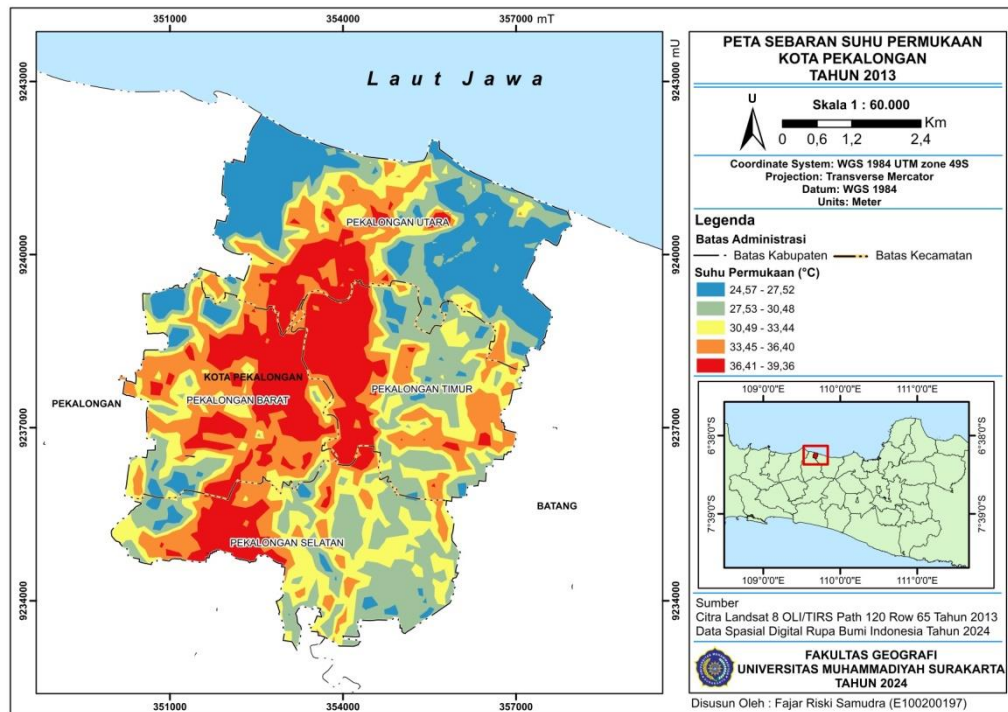


Gambar 4. Peta Tutupan Lahan Kota Pekalongan Tahun 2023

(Sumber : Penulis, 2024)

3.2 Sebaran Suhu Permukaan

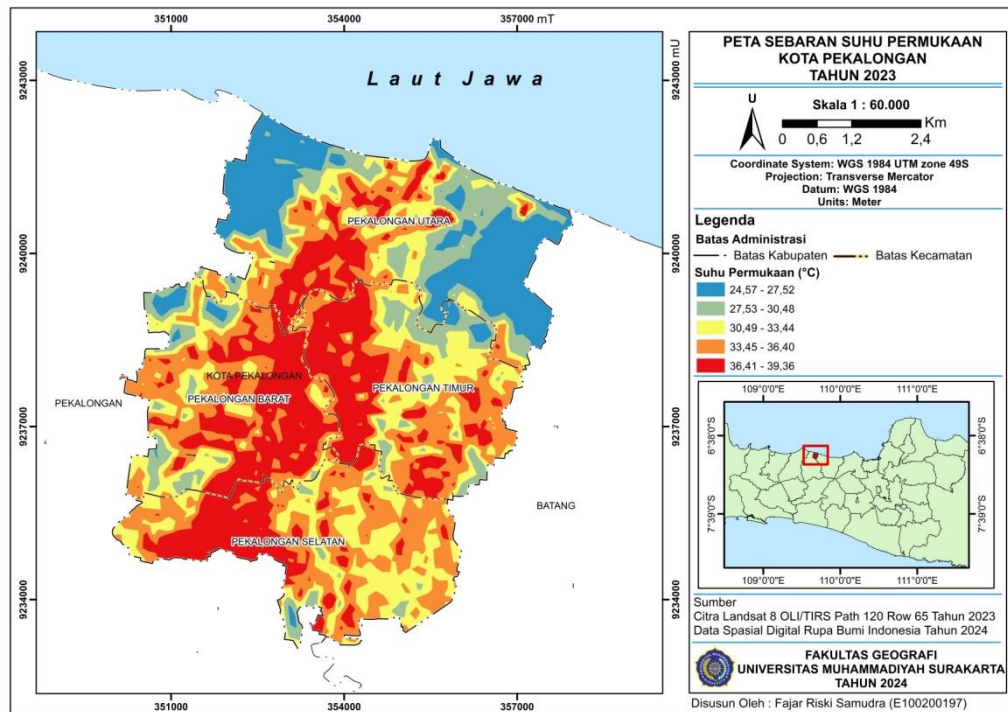
Klasifikasi sebaran suhu permukaan di Kota Pekalongan tahun 2013 (lihat Gambar 3.4) dan 2023 (lihat Gambar 3.5) di bagi menjadi 5 kelas yaitu Kelas I ($24,57-27,52^{\circ}\text{C}$), Kelas II ($27,53-30,48^{\circ}\text{C}$), Kelas III ($30,49-33,44^{\circ}\text{C}$), Kelas IV ($33,45-36,40^{\circ}\text{C}$), dan Kelas V ($36,41-39,36^{\circ}\text{C}$). Sebaran suhu permukaan Kota Pekalongan pada tahun 2013, diketahui bahwa terdapat lima kelas suhu permukaan yang berbeda. Kelas II, dengan rentang suhu ($27,53-30,48^{\circ}\text{C}$), memiliki luas area terbesar, yaitu $10,69 \text{ km}^2$. Kelas IV, dengan suhu ($33,45-36,40^{\circ}\text{C}$), mencakup area seluas $9,75 \text{ km}^2$, sedangkan Kelas III ($30,49-33,44^{\circ}\text{C}$) mencakup $9,23 \text{ km}^2$. Kelas V, yang merupakan kelas dengan suhu tertinggi ($36,41-39,36^{\circ}\text{C}$), meliputi area seluas $8,38 \text{ km}^2$. Kelas I, dengan suhu terendah ($24,57-27,52^{\circ}\text{C}$), memiliki luas wilayah terkecil, yaitu $7,93 \text{ km}^2$. Pada tahun 2013 rata – rata suhu permukaan Kota Pekalongan yaitu sebesar $26,80^{\circ}\text{C}$ yang didominasi oleh suhu kelas II ($27,53-30,48^{\circ}\text{C}$) yang tersebar di wilayah Kecamatan Pekalongan Utara dan Pekalongan Selatan. Sebaran suhu permukaan yang memiliki luasan terendah yaitu suhu permukaan kelas I ($24,57-27,52^{\circ}\text{C}$) yang didominasi persebarannya di wilayah Kecamatan Pekalongan Utara karena di wilayah ini tersebar tutupan lahan tubuh air yang berupa lahan tambak dan rawa sehingga suhu permukaan tergolong rendah.



Gambar 5. Peta Sebaran Suhu Permukaan Kota Pekalongan Tahun 2013

(Sumber : Penulis, 2024)

Sebaran suhu permukaan Kota Pekalongan pada tahun 2023, diketahui bahwa Kelas IV (33,45-36,40°C), memiliki luas area terbesar, yaitu 13,51 km². Kelas V (36,41-39,36°C) mencakup area seluas 11,21 km², sementara Kelas III (30,49-33,44°C) meliputi 9,87 km². Kelas I (24,57-27,52°C) memiliki luas 5,81 km², dan Kelas II (27,53-30,48°C) mencakup area terkecil, yaitu 5,2 km². Pada tahun 2023 rata – rata suhu permukaan Kota Pekalongan yaitu sebesar 33,97°C yang meningkat 7,17°C dibandingkan dengan tahun 2013. Sebaran Suhu permukaan Kota Pekalongan didominasi oleh suhu kelas IV (33,45-36,40°C) yang tersebar di wilayah Kecamatan Pekalongan Selatan dan Pekalongan Barat. Sebaran suhu permukaan yang memiliki luasan terendah yaitu suhu permukaan kelas II (27,53-30,48°C) yang memiliki persebaran di wilayah Kecamatan Pekalongan Utara yang mendominasi tutupan lahan tubuh air seperti tambak dan rawa. Luas sebaran suhu permukaan di Kota Pekalongan menunjukkan adanya peningkatan luas wilayah dengan suhu tinggi, terutama pada Kelas IV dan V, yang mengindikasikan bahwa suhu permukaan di Kota Pekalongan mengalami peningkatan signifikan pada tahun 2023. Suhu permukaan yang tinggi terdapat pada wilayah yang memiliki presentase dan perkembangan lahan terbangun yang tinggi (Rakuasa & Pertuack, 2023).



Gambar 6. Peta Sebaran Suhu Permukaan Kota Pekalongan Tahun 2023

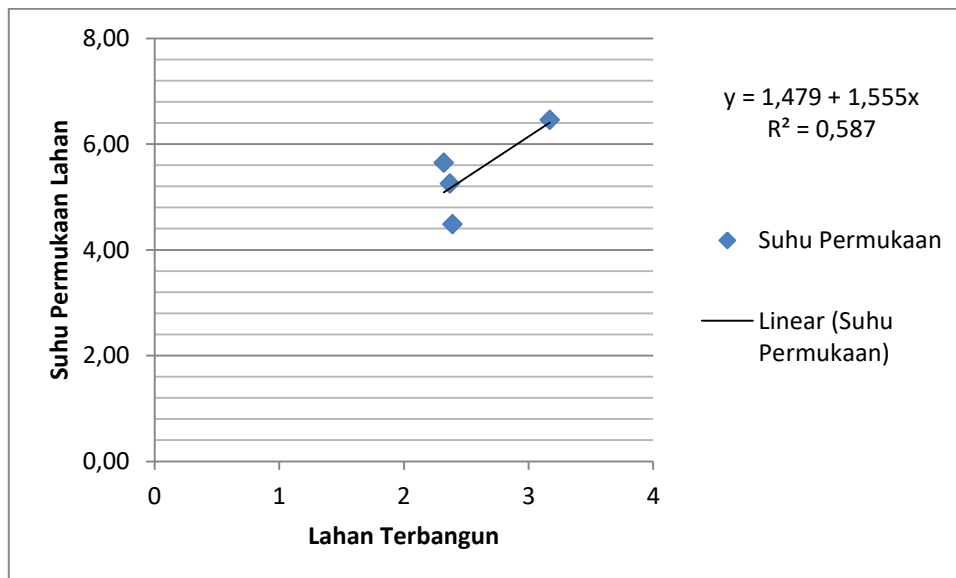
(Sumber : Penulis, 2024)

3.3 Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Peningkatan Suhu Permukaan

Uji statistik regresi linier sederhana dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perubahan luas tutupan lahan terhadap peningkatan suhu permukaan di Kota Pekalongan tahun 2013 dan 2023. Data yang digunakan yaitu data luasan tutupan lahan Kota Pekalongan tahun 2013 dan 2023 serta data rata-rata suhu permukaan Kota Pekalongan Tahun 2013 dan 2023. Data perubahan luas tutupan lahan diperoleh dari selisih luas tutupan lahan per kecamatan Kota Pekalongan tahun 2013 dan 2023, sedangkan data peningkatan suhu permukaan diperoleh dari selisih rata-rata suhu permukaan per kecamatan Kota Pekalongan tahun 2013 dan 2023. Uji statistik regresi linier sederhana menggunakan dua variabel, yaitu variabel bebas yang merupakan perubahan luas tutupan lahan per kecamatan dan variabel terikat yaitu perubahan rata-rata suhu permukaan per kecamatan.

3.3.1 Lahan Terbangun

Hasil dari uji regresi linier sederhana disajikan dalam Tabel 4.12. Berdasarkan hasil uji, nilai korelasi (R) yang ditemukan pada tabel Model Summary adalah 0,766, dan nilai koefisien determinasi (R Square) adalah 0.587, atau 58,7%. Nilai konstanta (a) adalah 1,479, nilai perkembangan luas tutupan lahan terbangun (b) adalah 1,555, jadi persamaan regresi linier antara perkembangan luas tutupan lahan terbangun dan peningkatan suhu permukaan adalah $y = 1,479 + 1,555x$.



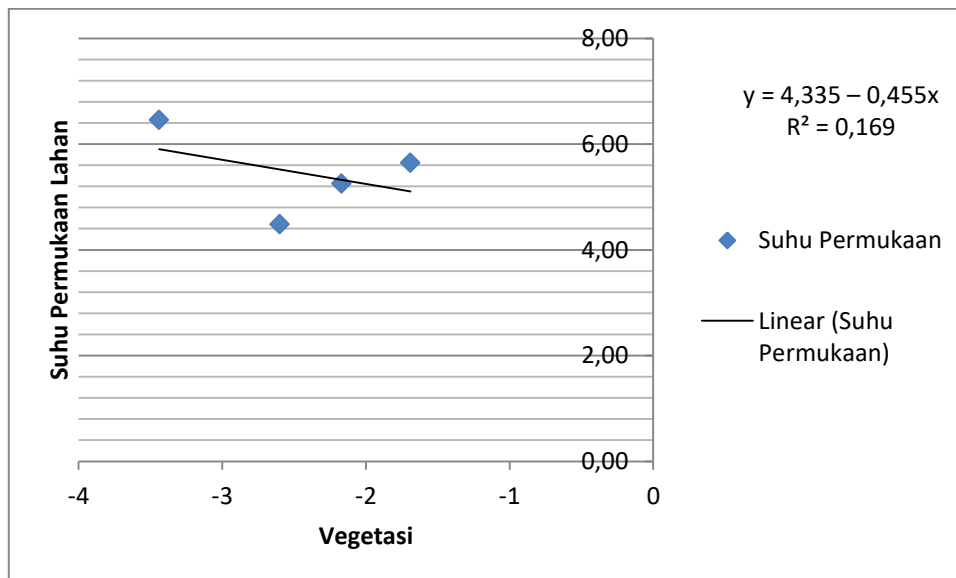
Gambar 7. Grafik Hasil Regresi Linier Sederhana

(Sumber : Pengolahan data, 2024)

Grafik yang menunjukkan pengaruh positif antara perkembangan lahan terbangun dengan peningkatan suhu permukaan dapat dilihat pada Gambar 7. Persebaran tutupan lahan vegetasi menjadi lahan terbangun di Kota Pekalongan tahun 2013 hingga tahun 2023 semakin berkurang yang dapat meningkatkan suhu permukaan. Lahan vegetasi di Kota Pekalongan berkurang sebesar 9,71 km² selama kurun waktu 10 tahun. Penelitian yang dilakukan oleh (Dewi et al., 2023) menjelaskan bahwa faktor yang paling mempengaruhi meningkatnya suhu permukaan yaitu bertambahnya kawasan lahan terbangun yang semakin rapat dan semakin berkurangnya lahan vegetasi.

3.3.2 Lahan Vegetasi

Hasil dari uji regresi linier sederhana disajikan dalam Tabel 4.13. Berdasarkan hasil uji, nilai korelasi (R) yang ditemukan pada tabel Model Summary adalah 0,411, dan nilai koefisien determinasi (R Square) adalah 0.169, atau 16,9%. Nilai konstanta (a) adalah 4,335, nilai penurunan luas lahan vegetasi (b) adalah -0,455, jadi persamaan regresi linier antara penurunan luas lahan vegetasi dan peningkatan suhu permukaan adalah $y = 4,335 - 0,455x$. Ada hubungan positif antara perubahan luas lahan vegetasi dan peningkatan suhu permukaan lahan namun tidak terlalu signifikan. Dengan kata lain, nilai suhu permukaan lahan akan meningkat seiring dengan penurunan luas lahan vegetasi. Dengan meningkatnya kerapatan tutupan hijau maka terjadi penurunan nilai LST karena tutupan vegetasi yang berperan sebagai naungan menyebabkan peningkatan kelembaban di kawasan tersebut (Mathew dkk., 2021). Hasil uji regresi linier antara perubahan luas lahan vegetasi dan peningkatan suhu permukaan disajikan dalam grafik yang dapat dilihat pada Gambar 8.

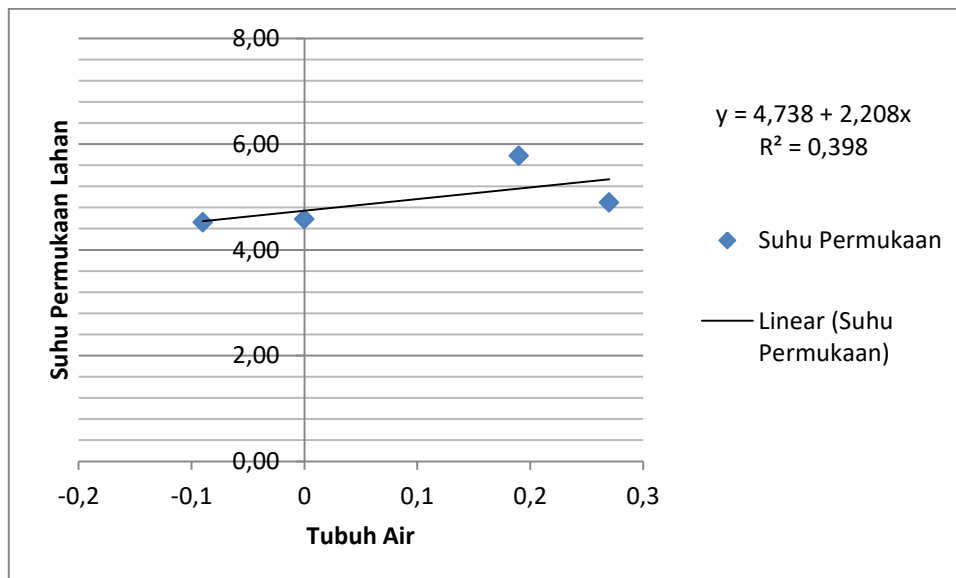


Gambar 8. Grafik Hasil Regresi Linier Sederhana

(Sumber : Pengolahan data, 2024)

3.3.3 Lahan Tubuh Air

Hasil dari uji regresi linier sederhana disajikan dalam Tabel 4.14. Berdasarkan hasil uji, nilai korelasi (R) yang ditemukan pada tabel Model Summary adalah 0,766, dan nilai koefisien determinasi (R Square) adalah 0.398, atau 39,8%. Nilai konstanta (a) adalah 4,738, nilai perubahan luas lahan tubuh air (b) adalah 2,208, jadi persamaan regresi linier antara perubahan luas lahan tubuh air dan peningkatan suhu permukaan adalah $y = 4,738 + 2,208x$. Ada hubungan positif antara perubahan luas lahan tubuh air dan peningkatan suhu permukaan lahan namun tidak terlalu signifikan. Perubahan nilai rata-rata suhu permukaan setiap kecamatan yang cenderung signifikan mengakibatkan suhu disekitar area perairan cenderung tinggi karena efek dari perkembangan luas lahan terbangun yang juga meningkat secara signifikan. Di badan air dangkal selama musim panas, suhu harian maksimum di permukaan jauh melebihi suhu udara maksimum (Jacobs et al., 1998). Kedalaman tubuh air yang dangkal, seperti kolam atau kanal, dapat menyerap dan menyimpan panas lebih cepat dibandingkan dengan badan air yang dalam. Hal ini menyebabkan suhu permukaan air meningkat dan dapat berdampak pada suhu area di sekitarnya. Wilayah tambak sering kali tidak ditumbuhi vegetasi tinggi atau pohon besar yang dapat memberikan naungan. Vegetasi berfungsi menyerap panas dan melepaskan uap air melalui proses evapotranspirasi, sehingga mampu menurunkan suhu. Tanpa vegetasi, tambak lebih rentan memanas. Hasil uji regresi linier antara perubahan luas lahan tubuh air dan peningkatan suhu permukaan disajikan dalam grafik yang dapat dilihat pada Gambar 9.

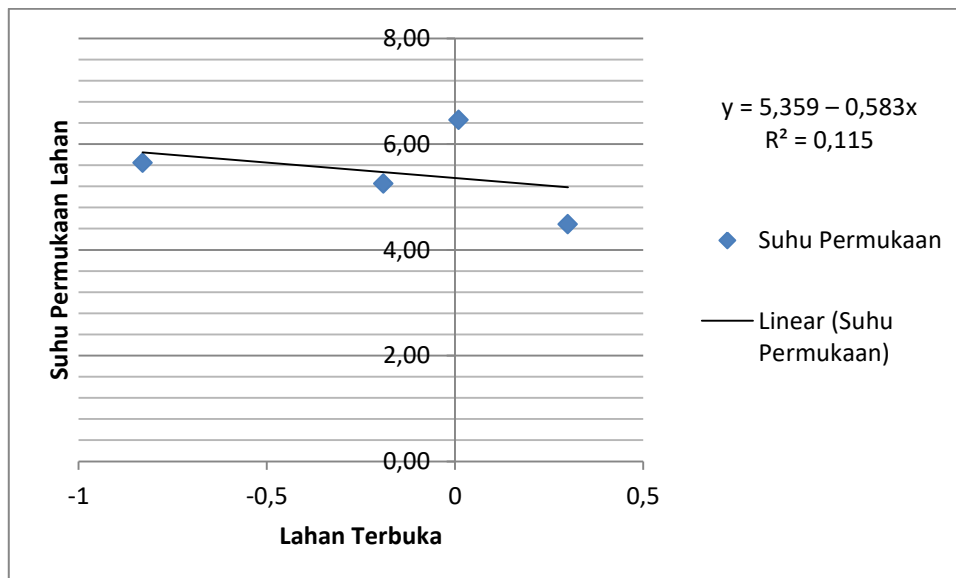


Gambar 9. Grafik Hasil Regresi Linier Sederhana

(Sumber : Pengolahan data, 2024)

3.3.4 Lahan Terbuka

Hasil dari uji regresi linier sederhana disajikan dalam Tabel 4.15. Berdasarkan hasil uji, nilai korelasi (R) yang ditemukan pada tabel *Model Summary* adalah 0,339, dan nilai koefisien determinasi (R Square) adalah 0,115, atau 11,5%. Nilai konstanta (a) adalah 5,359, nilai perubahan luas lahan terbuka (b) adalah -0,583, jadi persamaan regresi linier antara perubahan luas lahan terbuka dan peningkatan suhu permukaan adalah $y = 5,359 - 0,583x$. Ada hubungan positif antara perubahan luas lahan terbuka dan peningkatan suhu permukaan lahan namun tidak terlalu signifikan. Dengan kata lain, nilai suhu permukaan lahan akan meningkat seiring dengan peningkatan luas lahan terbuka karena permukaan wilayah tersebut menjadi lebih didominasi oleh material buatan seperti beton dan aspal. Material ini menyerap dan menyimpan panas lebih banyak daripada lahan hijau, sehingga meningkatkan suhu permukaan lahan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Safitri et al. (2022) yang menunjukkan bahwa temperatur rendah cenderung berada di wilayah dengan tutupan vegetasi, sedangkan tren peningkatan suhu didominasi oleh kawasan terbangun dan lahan kosong. Hasil uji regresi linier antara perubahan luas lahan terbuka dan peningkatan suhu permukaan disajikan dalam grafik yang dapat dilihat pada Gambar 10.

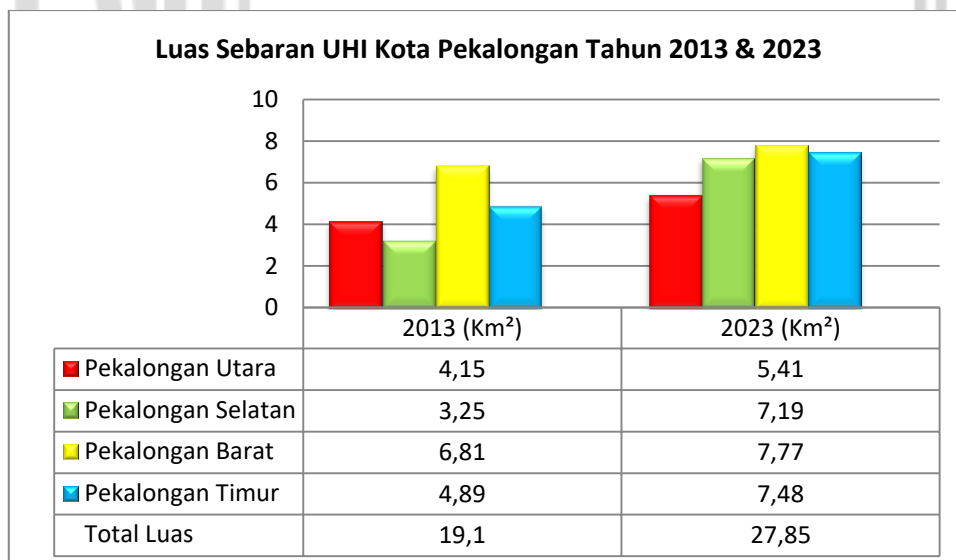


Gambar 10. Grafik Hasil Regresi Linier Sederhana

(Sumber : Pengolahan data, 2024)

3.4 Urban Heat Island

Berdasarkan hasil pengolahan *Urban Heat Island* pada tahun 2013 diperoleh luas sebesar 19,1 km² sedangkan pada tahun 2023 meningkat sebesar 8,75 km² sehingga luasnya menjadi 27,85 km². Sebaran UHI tahun 2013 paling tinggi berada di Kecamatan Pekalongan Barat seluas 6,81 km², sedangkan sebaran UHI paling rendah berada di Kecamatan Pekalongan Utara seluas 4,15 km². Sebaran UHI tahun 2023 memiliki luasan yang sama pada tahun 2013 yaitu berada di Kecamatan Pekalongan Barat seluas 7,77 km², sedangkan sebaran UHI paling rendah berada di Kecamatan Pekalongan Utara seluas 5,41 km².



Gambar 11. Grafik Perbandingan Luas UHI Kota Pekalongan Tahun 2013

(Sumber : Pengolahan data, 2024)

Grafik perbandingan luas Urban Heat Island (UHI) di Kota Pekalongan tahun 2013 dan 2023 menunjukkan peningkatan yang signifikan di seluruh wilayah. Luas UHI di Pekalongan Utara pada tahun 2013 adalah 4,15 km², tetapi kemudian meningkat menjadi 5,41 km² pada tahun 2023. Luas UHI di Pekalongan Selatan juga meningkat secara signifikan, dari 3,25 km² pada tahun 2013 menjadi 7,19 km² pada tahun 2023. Luas UHI di Pekalongan Barat juga meningkat secara signifikan dari 6,81 km² pada tahun 2013 menjadi 7,77 km² pada tahun 2023. Pekalongan Timur mengalami peningkatan dari 4,89 km² pada tahun 2013 menjadi 7,48 km² pada tahun 2023. Secara keseluruhan, dalam sepuluh tahun terakhir, fenomena UHI telah memperluas area di seluruh Kota Pekalongan.

Tabel 2. Luas UHI Terhadap Tutupan Lahan Kota Pekalongan Tahun 2013 & 2023

No	Kecamatan	Luas <i>Urban Heat Island</i> (km ²)									
		Lahan Terbangun		Vegetasi		Tubuh Air		Lahan Terbuka			
		2013	2023	2013	2023	2013	2023	2013	2023	2013	2023
1	Pekalongan Barat	4,08	6,95	2,55	0,52	0,04	0,04	0,14	0,26	6,81	7,77
2	Pekalongan Selatan	2,42	4,7	0,79	2,03	0,01	0,07	0,03	0,39	3,25	7,19
3	Pekalongan Timur	2,85	4,96	1,65	2,02	0,14	0,18	0,25	0,32	4,89	7,48
4	Pekalongan Utara	2,18	4,32	1,62	0,27	0,24	0,39	0,11	0,43	4,15	5,41
Total 2023		11,53	20,93	6,61	4,84	0,43	0,68	0,53	1,4	19,1	27,85

Sumber : Pengolahan data, 2024

Luas *Urban Heat Island* (UHI) di tiap kecamatan di Kota Pekalongan, terlihat perubahan yang signifikan antara tahun 2013 dan 2023. Pada tahun 2013, Kecamatan Pekalongan Barat memiliki luas *Urban Heat Island* terbesar, yaitu 6,81 km², dengan dominasi terhadap lahan terbangun sebesar 4,08 km² dan lahan vegetasi sebesar 2,55 km². Di sisi lain, Kecamatan Pekalongan Selatan memiliki luas *Urban Heat Island* terkecil dengan 3,25 km², yang didominasi oleh lahan vegetasi 0,79 km² serta hanya 0,01 km² di tubuh air. Sebaran *Urban Heat Island* terhadap tubuh air mendominasi di Kecamatan Pekalongan Utara sebesar 0,24 km², sementara *Urban Heat Island* terhadap lahan terbuka paling luas di Kecamatan Pekalongan Timur, yakni 0,25 km².

Pada tahun 2023, luas *Urban Heat Island* mengalami peningkatan di seluruh kecamatan. Kecamatan Pekalongan Barat masih mendominasi dengan luas *Urban Heat Island* terbesar, yakni 7,77 km², diikuti oleh Kecamatan Pekalongan Timur 7,48 km² dan Kecamatan Pekalongan Selatan 7,19 km². Sebaran *Urban Heat Island* pada lahan terbangun mendominasi di Kecamatan Pekalongan Barat, dengan luas 6,95 km², sementara di Pekalongan Utara sebesar 4,32 km². Sebaran *Urban Heat Island* terhadap vegetasi terbesar berada di Kecamatan Pekalongan Selatan dengan 2,03 km², yang menunjukkan peningkatan signifikan dari tahun 2013. *Urban Heat Island* pada tubuh air masih paling

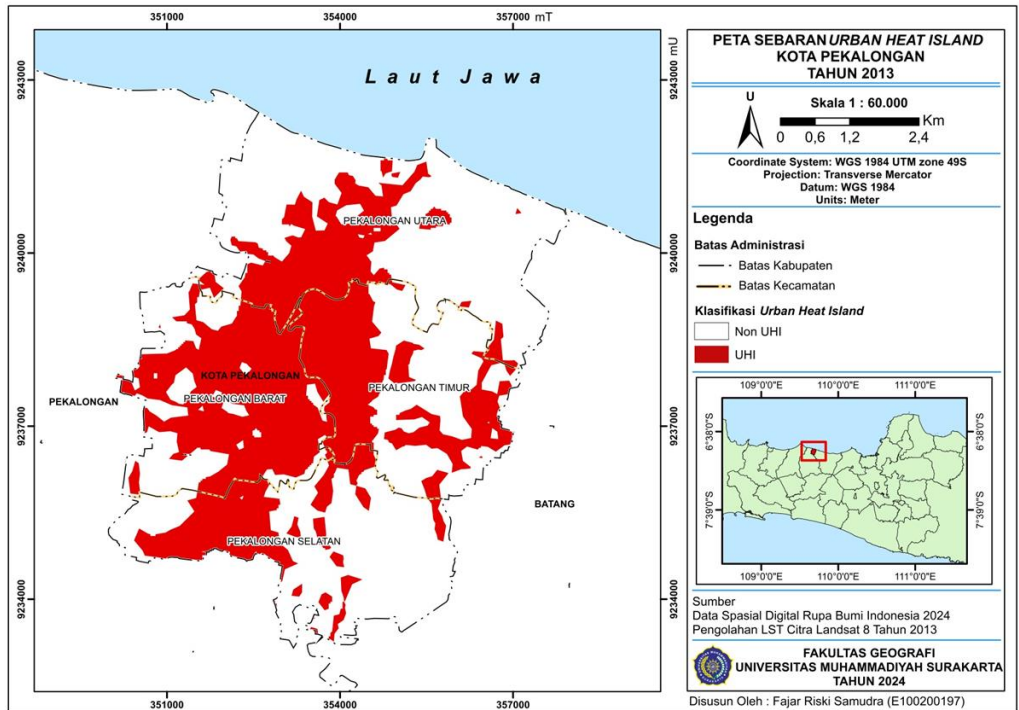
luas di Kecamatan Pekalongan Utara 0,39 km² dan lahan terbuka mendominasi di Kecamatan yang sama sebesar 0,43 km². Peningkatan luas *Urban Heat Island* di hampir semua kategori menunjukkan tekanan yang meningkat pada lingkungan Pekalongan, dengan semakin berkurangnya tutupan vegetasi dan meningkatnya lahan terbangun, yang memperparah efek *Urban Heat Island* di wilayah tersebut.

Tabel 3. Nilai UHI Kota Pekalongan Tahun 2013 & 2023

Tahun	Nilai Ambang Batas UHI (°C)	Nilai Maksimum	Standar Deviasi
2013	29,66	3,58	2,11
2023	35,29	4,03	2,63

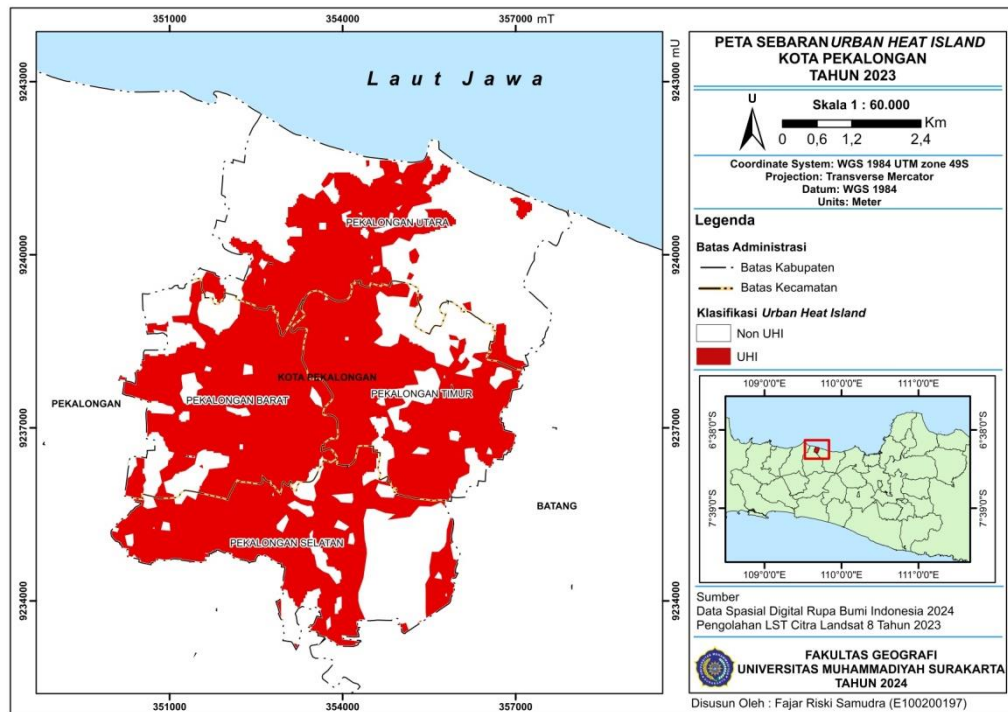
Sumber : Pengolahan data, 2024

Peningkatan sebaran luas UHI yang terjadi pada tahun 2023 dipengaruhi oleh nilai ambang batas. Pada tahun 2013 nilai ambang batas yaitu sebesar 29,66°C, sedangkan pada tahun 2023 nilai ambang batas meningkat sebesar 35,29°C. Nilai ambang batas UHI yang meningkat dipengaruhi oleh nilai standar deviasi yang juga meningkat. Pada tahun 2013 nilai standar deviasi 2,11 sedangkan pada tahun 2023 meningkat menjadi 2,63. Nilai standar deviasi ini menunjukkan seberapa besar variasi atau penyebaran data suhu dari nilai rata-ratanya. Dalam konteks suhu permukaan, nilai standar deviasi menggambarkan seberapa konsisten atau tersebarnya suhu di suatu wilayah. Penelitian yang dilakukan oleh (Aldiansyah, 2024) menunjukkan bahwa nilai ambang batas dalam kurun waktu 5 tahun meningkat sehingga luasan fenomena UHI juga meningkat.



Gambar 12. Peta Sebaran *Urban Heat Island* Kota Pekalongan Tahun 2013

(Sumber : Penulis, 2024)



Gambar 13. Peta Sebaran *Urban Heat Island* Kota Pekalongan Tahun 2013
(Sumber : Penulis, 2024)

4. PENUTUP

Tutupan lahan di Kota Pekalongan mengalami kenaikan atau penurunan luasan dari tahun 2013 hingga tahun 2023. Tutupan lahan terbangun dominasi persebarannya terletak di wilayah pemukiman padat di Kecamatan Pekalongan Barat, dengan luas total 13,68 km². Pada tahun 2023, luas tutupan lahan terbangun meningkat menjadi 23,92 km². Sebaran tutupan lahan vegetasi mengalami penurunan luasan yang signifikan yaitu, pada tahun 2013 lahan vegetasi memiliki luas 19,49 km² yang kemudian menurun pada tahun 2023 menjadi 9,09 km². Sebaran lahan vegetasi pada tahun 2013 mendominasi pada bagian wilayah Kecamatan Pekalongan Timur dan Kecamatan Pekalongan Selatan, pada tahun 2023 luasan menurun dan hanya tersebar pada bagian selatan Kota Pekalongan. Sebaran lahan terbuka pada tahun 2013 dengan luas 3,41 km² yang mendominasi di wilayah Kecamatan Pekalongan Timur dan pada tahun 2023 hanya mendominasi di bagian utara Kota Pekalongan dengan luas total 2,70 km². Sebaran lahan tubuh air pada tahun 2013 dengan luas 9,09 km² dan meningkat di tahun 2023 dengan luas 9,46 km² yang meliputi wilayah perairan tambak, sungai dan, rawa sebagian besar mendominasi di wilayah Kecamatan Pekalongan Utara yang dekat dengan wilayah pesisir pantai. Rata-rata suhu permukaan Kota Pekalongan tahun 2013 hingga tahun 2023 meningkat 7,17°C. Pada tahun 2013 suhu permukaan yang mendominasi yaitu suhu kelas II (27,53-30,48°C) dengan luas 10,69 km² yang sebagian besar tersebar di wilayah Kecamatan Pekalongan Utara dan Pekalongan Selatan. Sedangkan pada tahun 2023 berubah menjadi suhu kelas IV (33,45-36,40°C) dengan luas 13,51 km² yang dominasi persebarannya di 3 wilayah yaitu

Kecamatan Pekalongan Barat, Kecamatan Pekalongan Timur, dan Kecamatan Pekalongan Selatan.

Hasil regresi linier sederhana menghasilkan persamaan model regresi linier sederhana antara perkembangan luas lahan terbangun dengan peningkatan suhu permukaan yaitu $y = 1,479 + 1,555x$. Nilai koefisien determinasi atau $R^2 = 0.587$ menunjukkan bahwa 58,7% variasi dalam suhu permukaan dapat dijelaskan oleh variabel lahan terbangun yang artinya terdapat pengaruh antara perkembangan lahan terbangun terhadap peningkatan suhu permukaan.

Urban Heat Island (UHI) pada tahun 2013 diperoleh luas sebesar 19,1 km² sedangkan pada tahun 2023 sehingga luasnya menjadi 27,85 km². Sebaran *Urban Heat Island* tahun 2013 paling tinggi berada di Kecamatan Pekalongan Barat seluas 6,81 km², sedangkan sebaran *Urban Heat Island* paling rendah berada di Kecamatan Pekalongan Utara seluas 4,15 km². Sebaran UHI tahun 2023 paling tinggi sama seperti di tahun 2013 yaitu berada di Kecamatan Pekalongan Barat seluas 7,77 km², sedangkan sebaran *Urban Heat Island* paling rendah berada di Kecamatan Pekalongan Utara seluas 5,41 km². Terjadi peningkatan signifikan dalam luas *Urban Heat Island* (UHI) di Kota Pekalongan antara tahun 2013 dan 2023 di seluruh kecamatan. Kecamatan Pekalongan Barat konsisten memiliki luas *Urban Heat Island* terbesar, terutama pada lahan terbangun, sedangkan Pekalongan Utara mendominasi dalam sebaran *Urban Heat Island* pada tubuh air dan lahan terbuka. Sementara itu, Kecamatan Pekalongan Selatan menunjukkan peningkatan dominasi *Urban Heat Island* pada lahan vegetasi. Peningkatan sebaran luas *Urban Heat Island* yang terjadi pada tahun 2023 dipengaruhi oleh nilai ambang batas. Pada tahun 2013 nilai ambang batas yaitu sebesar 29,66°C, sedangkan pada tahun 2023 nilai ambang batas meningkat sebesar 35,29°C. Nilai ambang batas *Urban Heat Island* yang meningkat dipengaruhi oleh nilai standar deviasi yang juga meningkat. Pada tahun 2013 nilai standar deviasi 2,11 sedangkan pada tahun 2023 meningkat menjadi 2,63.

PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan kontribusi dalam penyusunan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldiansyah, S. (2024). Deteksi Urban Heat Island Terhadap Perkembangan Perkotaan Menggunakan Penginderaan Jauh di Kota Baubau. *Geomatika*, 30(1).
- Almegi, A., & Fatmawati, F. (2024). Perkembangan Lahan Terbangun Kota Pekanbaru Tahun 2000-2020. *Geomedia: Majalah Ilmiah dan Informasi Kegeografian*, 21(2), 190–201. <https://doi.org/10.21831/gm.v21i2.65372>

- Arie, F. C. (2021). Sebaran Temperatur Permukaan Lahan dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya di Kota Malang. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah*, 23–34.
- Dewi, A. R., Taryana, D., & 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>
- Feronika, I., Hadibayir, H. Z., & Anna, A. N. (2023). Effect of Urban Sprawl on Temperature Distribution in Semarang. In H. Z. Hadibasyir & V. N. Fikriyah (Eds.), *Proceedings of the International Conference of Geography and Disaster Management (ICGDM 2022)* (Vol. 755, pp. 261–282). Atlantis Press SARL. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-066-4_17
- Gusmiarti, N. I., Prasetyo, Y., & Bashit, N. (2022). Analisis Korelasi Land Surface Temperature (LST) dengan Penerapan Pembatasan Kegiatan Masyarakat (PKM) (Studi Kasus: Kawasan Sentra Pengasapan Ikan, Bandarharjo, Semarang). *Elipsoida: Jurnal Geodesi dan Geomatika*, 5(2), 61–68. <https://doi.org/10.14710/elipsoida.2022.16741>
- Hidayati, I. N., Suharyadi, R., & Danoedoro, P. (2018). Kombinasi Indeks Citra untuk Analisis Lahan Terbangun dan Vegetasi Perkotaan. *Majalah Geografi Indonesia*, 32(1), 24. <https://doi.org/10.22146/mgi.31899>
- Jacobs, A. F. G., Heusinkveld, B. G., & Nieveen, J. P. (1998). Temperature Behavior of a Natural Shallow Water Body during a Summer Period. *Theoretical and Applied Climatology*, 59(1–2), 121–127. <https://doi.org/10.1007/s007040050017>
- Mathew, A., P, S., & Khandelwal, S. (2021). Investigating the contrast diurnal relationship of land surface temperatures with various surface parameters represent vegetation, soil, water, and urbanization over Ahmedabad city in India. *Energy Nexus*.
- Mukmin, S. A. A., Wijaya, A. P., & Sukmono, A. (2016). Analisis Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Distribusi Suhu Permukaan dan Keterkaitannya dengan Fenomena Urban Heat Island. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(1), 224–233.
- Pratiwi, A. Y., & Jaelani, L. M. (2021). Analisis Perubahan Distribusi Urban Heat Island (UHI) di Kota Surabaya Menggunakan Citra Satelit Landsat Multitemporal. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2), C48–C55. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.53982>.
- Rakuasa, H., & Pertuack, S. (2023). Pola Perubahan Suhu Permukaan Daratan di Kecamatan Ternate Tengah, Kota Ternate Tahun 2013 dan 2023 Menggunakan Google Earth Engine.

sudo Jurnal Teknik Informatika, 2(2), 78–85. <https://doi.org/10.56211/sudo.v2i2.271>

- R. H. Jatmiko dan B. Hartono. (2015). *Penggunaan Citra Saluran Inframerah Termal untuk Studi Perubahan Liputan Lahan dan Suhu Sebagai Indikator Perubahan Iklim Perkotaan di Yogyakarta*. Disertasi. Universitas Gadjah Mada.
- Rushayati, S. B., Shamila, A. D., & Prasetyo, L. B. (2018). The Role of Vegetation in Controlling Air Temperature Resulting from Urban Heat Island. *Forum Geografi*, 32(1), 1–11. <https://doi.org/10.23917/forgeo.v32i1.5289>
- Safitri, R., Vonnisa, M., & Marzuki, M. (2022). Analisis Dampak Perubahan Tutupan Lahan di Kalimantan terhadap Temperatur Permukaan. *Jurnal Fisika Unand (JFU)*, 11(2), 173–179. <https://doi.org/10.25077/jfu.11.2.173-179.2022>.
- Shabrina, H. R., Jumadi, Umrotun, & Ibrahim, M. H. (2023). Analysis of the Correlation Between Urban Development and Population with the Urban Heat Island Phenomenon in South Jakarta City. In H. Z. Hadibasyir & V. N. Fikriyah (Eds.), *Proceedings of the International Conference of Geography and Disaster Management (ICGDM 2022)* (Vol. 755, pp. 80–99). Atlantis Press SARL. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-066-4_6
- Srivanit, M. (2012). Assessing the Impact of Urbanization on Urban Thermal Environment: A Case Study of Bangkok Metropolitan. *International Journal of Applied Science and Technology*, 2(7).

