

# Pemantauan *Land Surface Temperature* (LST) dan Kaitannya dengan Tutupan Lahan (Studi Kasus: Kota Surabaya Tahun 2014-2022)

Gea Sivaul Janah, dan Filsa Biorestia

Departemen Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

*e-mail*: filsa.biorestia@gmail.com

**Abstrak**—Peningkatan penduduk terjadi akibat banyaknya penduduk dari luar kota/desa berpindah menuju pusat kota atau bisa dikenal dengan fenomena urbanisasi. Fenomena ini juga terjadi pada Kota Surabaya. Peningkatan penduduk terjadi di Kota Surabaya, tercatat dalam BPS 2020, sejumlah 25723 penduduk luar kota menetap di Kota Surabaya. Selain membawa pengaruh peningkatan penduduk, proses urbanisasi juga berdampak pada alih fungsi lahan perkotaan dari lahan tidak terbangun menjadi lahan terbangun. Perubahan tutupan lahan memiliki peran penting terhadap naiknya nilai suhu permukaan, hal ini diakibatkan oleh lahan terbangun memberikan pantulan panas yang lebih tinggi dibandingkan vegetasi. Oleh karena itu pemantauan tentang suhu permukaan dan kaitannya dengan tutupan lahan penting dilakukan untuk perencanaan penggunaan lahan dalam upaya mengurangi permasalahan lingkungan maupun iklim. Dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh menggunakan citra Landsat-8 dan pengolahan menggunakan Google Earth Engine (GEE) dapat dilakukan analisis spasial fenomena tersebut. Nilai LST berada pada rentang 27,357-31,909 °C dan cenderung mengalami peningkatan. Tutupan lahan Kota Surabaya didominasi oleh lahan terbangun dengan kecenderungan mengalami peningkatan di setiap tahunnya. Kelas lahan terbangun, vegetasi dan badan air memiliki korelasi kuat terhadap Land Surface Temperature (LST) dengan nilai koefisien korelasi masing-masing 0,91; -0,81; dan -0,61. Korelasi cukup terjadi pada objek lahan terbuka dengan nilai korelasi 0,08. Hal ini membuktikan bahwa LST akan lebih tinggi pada objek lahan terbuka dan LST akan lebih rendah pada objek vegetasi.

**Kata Kunci**—Land Surface Temperature (LST), Tutupan Lahan, Penginderaan Jauh, Google Earth Engine.

## I. PENDAHULUAN

KONDISI perkotaan yang didalamnya memiliki fasilitas ataupun sarana dan prasarana yang menunjang kehidupan sosial berdampak pada peningkatan jumlah penduduk pada kota-kota besar. Peningkatan penduduk terjadi akibat banyaknya penduduk dari luar kota/desa berpindah menuju pusat kota atau bisa dikenal dengan fenomena urbanisasi. Fenomena ini juga terjadi pada Kota Surabaya. Kota Surabaya memiliki penduduk paling banyak di Indonesia setelah Ibu Kota Jakarta. Jumlah penduduk Kota Surabaya terus bergerak dinamis dari waktu ke waktu, dari tahun 2010-2021 penduduk Kota Surabaya meningkat sekitar 3,94%. Tercatat dalam BPS tahun 2020, sejumlah 25723 penduduk dari luar kota menetap di Kota Surabaya [1].

Selain membawa pengaruh peningkatan penduduk, proses urbanisasi juga berdampak pada alih fungsi lahan perkotaan dari lahan tidak terbangun menjadi lahan terbangun. Penggunaan lahan terbangun diantaranya bangunan perumahan, perkantoran dan jalan. Alih fungsi lahan secara



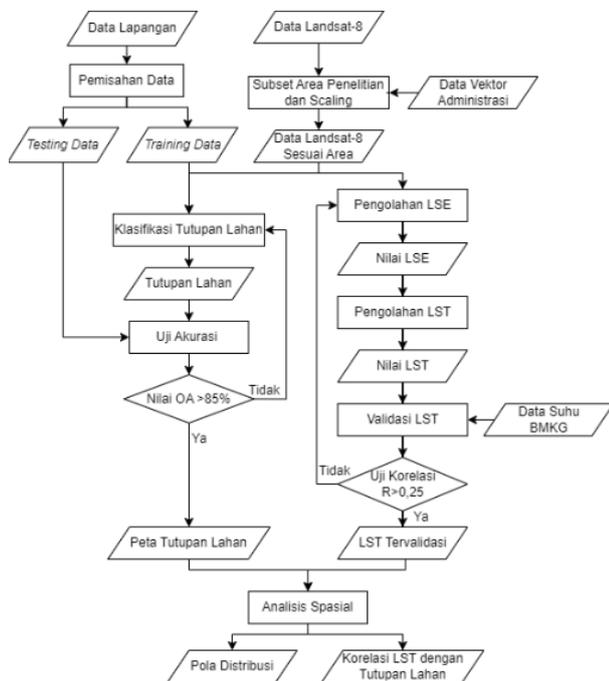
Gambar 1. Lokasi penelitian.

besar-besaran yang semula merupakan tutupan lahan vegetasi dikonversi menjadi pemukiman, industri dan bangunan-bangunan [2].

Alih fungsi lahan menjadi lahan terbangun ini akan menyerap radiasi matahari lebih tinggi dibandingkan dengan lahan bervegetasi. Dengan adanya lahan bervegetasi dapat menurunkan suhu permukaan [3]. Perubahan tutupan lahan memiliki peran penting terhadap naiknya nilai suhu permukaan, hal ini diakibatkan oleh lahan terbangun memberikan pantulan panas yang lebih tinggi dibandingkan vegetasi [4]. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada beberapa kota besar di Amerika, peningkatan suhu permukaan terjadi seiring dengan banyaknya lahan yang dimanfaatkan menjadi lahan terbangun tanpa memperhatikan proporsi ruang terbuka [5].

Terjadinya percepatan pembangunan yang cukup cepat seperti pada Kota Surabaya menyebabkan terjadinya peningkatan luasan lahan terbangun tanpa diimbangi dengan proporsi lahan terbuka yang cukup. Dengan kondisi ini menjadikan suhu pada lahan terbangun sulit melepaskan panas sehingga akan semakin meningkatkan intensitas suhu permukaan. kondisi suhu di Kota Surabaya secara umum mengalami peningkatan sebesar 1-1,4% sejak 5 tahun terakhir. Dari analisis tren suhu oleh BMKG, Kota Surabaya memiliki tren peningkatan suhu tertinggi sebesar 0,5<sup>0</sup>C setiap 10 tahun [6].

Peningkatan suhu permukaan dapat meningkatkan risiko permasalahan iklim dan lingkungan. Dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh berbasis *cloud computing* pada *Google Earth Engine* (GEE) dapat digunakan dalam memahami perubahan iklim dan cuaca secara global. GEE dapat digunakan untuk menganalisis perubahan dan distribusi suhu permukaan secara *time series*. GEE memungkinkan pengguna untuk mengakses dan menganalisis data citra dari berbagai sumber, termasuk Landsat, Sentinel, dan MODIS [7].



Gambar 2. Diagram pengolahan data.

Oleh karena itu pemantauan tentang suhu permukaan dan kaitannya dengan tutupan lahan penting dilakukan untuk perencanaan penggunaan lahan dalam upaya mengurangi permasalahan lingkungan maupun iklim. Penelitian ini menggunakan data citra Landsat 8 untuk pemantauan suhu permukaan dan tutupan lahan di Kota Surabaya. Hal ini bertujuan untuk mengetahui distribusi *Land Surface Temperature* (LST) serta kaitannya dengan tutupan lahan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Kota Surabaya, Jawa Timur yang ditunjukkan pada Gambar 1, berada pada  $7^{\circ}11'00''-7^{\circ}21'00''LS$  dan  $112^{\circ}36'00''-112^{\circ}54'00''BT$  dengan batas wilayah sebelah utara dan timur merupakan Selat Madura, sebelah selatan dengan Kabupaten Sidoarjo, sebelah barat dengan Kabupaten Gresik. Kota Surabaya memiliki luas  $\pm 35000$  hektar yang terdiri dari 31 kecamatan [1].

### B. Data dan Peralatan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra Landsat 8 (Path 118, Row 65) yang diambil pada bulan kering, Mei-Oktober (USGS). Citra diambil pada bulan kering untuk mendapatkan data dengan tutupan awan kurang dari 20%, sehingga citra tampak lebih jelas. Data lain yang digunakan adalah data vektor batas administrasi Kota Surabaya yang diperoleh dari InaGeoportal, data pengamatan suhu BMKG Perak I dan Perak II, serta data lapangan sampel tutupan lahan.

Sedangkan pengolahan citra digital menggunakan platform *cloud computing* berupa *Google Earth Engine* (GEE) serta untuk visualisasi dan analisis spasial menggunakan ArcGIS 10.8.

### C. Proses Pengerjaan

Pada tahap pengolahan data dibagi menjadi 2 yaitu pengolahan *Surface Urban Heat Island* (SUHI) dan

Tabel 1. Estimasi LST

Tahun	LST (°C)		
	Minimal	Maksimal	Rata-Rata
2014	23,420	35,632	29,216
2015	25,474	38,455	31,909
2016	21,156	35,988	29,150
2017	24,068	35,559	30,361
2018	23,409	36,990	31,245
2019	24,607	37,554	30,679
2020	24,310	36,234	30,731
2021	24,859	38,578	31,253
2022	21,674	32,544	27,357

Tabel 2. Uji *goodness of fit*

Tahun	Luas (Ha)			
	Air	Lahan Terbangun	Vegetasi	Lahan Terbuka
2014	5170,8	17576,3	10416,6	546,8
2015	4404,4	18037,8	9381,2	1887,1
2016	5016,0	17892,6	9198,2	1603,7
2017	5140,3	19321,6	8419,1	829,6
2018	4834,7	19506,6	8105,2	1263,9
2019	7673,0	20156,4	4567,5	1313,7
2020	3313,1	20289,6	9825,5	282,3
2021	3940,0	21164,2	8168,9	437,4
2022	5763,2	19939,0	7431,4	576,8

pengolahan tutupan lahan. Alur pengolahan data dapat dilihat pada Gambar 2.

### 1) Pengumpulan Data Raster, Data Vektor dan Data Tabular

Data raster yang digunakan adalah data citra Landsat-8 dengan waktu akuisisi bulan Mei-Oktober tahun 2014-2022 yang telah terkoreksi atmosferik dengan *cloud cover* dibawah 20%. Data vektor berupa batas administrasi Kota Surabaya yang didapat dari InaGeoportal. Sedangkan untuk data tabular berupa data pengamatan suhu oleh stasiun BMKG.

### 2) Scaling Nilai Piksel

Data citra yang digunakan adalah citra Landsat 8 *Surface Reflectance* yang disimpan dalam format double float, sehingga perlu dilakukan pengembalian nilai asli dari citra dengan membagi setiap kanal dengan 1000 untuk didapatkan hasil nilai pada rentang 0-1.

### 3) Pengolahan Estimasi Land Surface Temperature (LST)

#### a. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

NDVI adalah indeks yang dapat menunjukkan kerapatan vegetasi. Nilai NDVI ini digunakan dalam threshold untuk ekstraksi nilai emisivitas. Berikut persamaan untuk menghitung NDVI:

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

Keterangan :

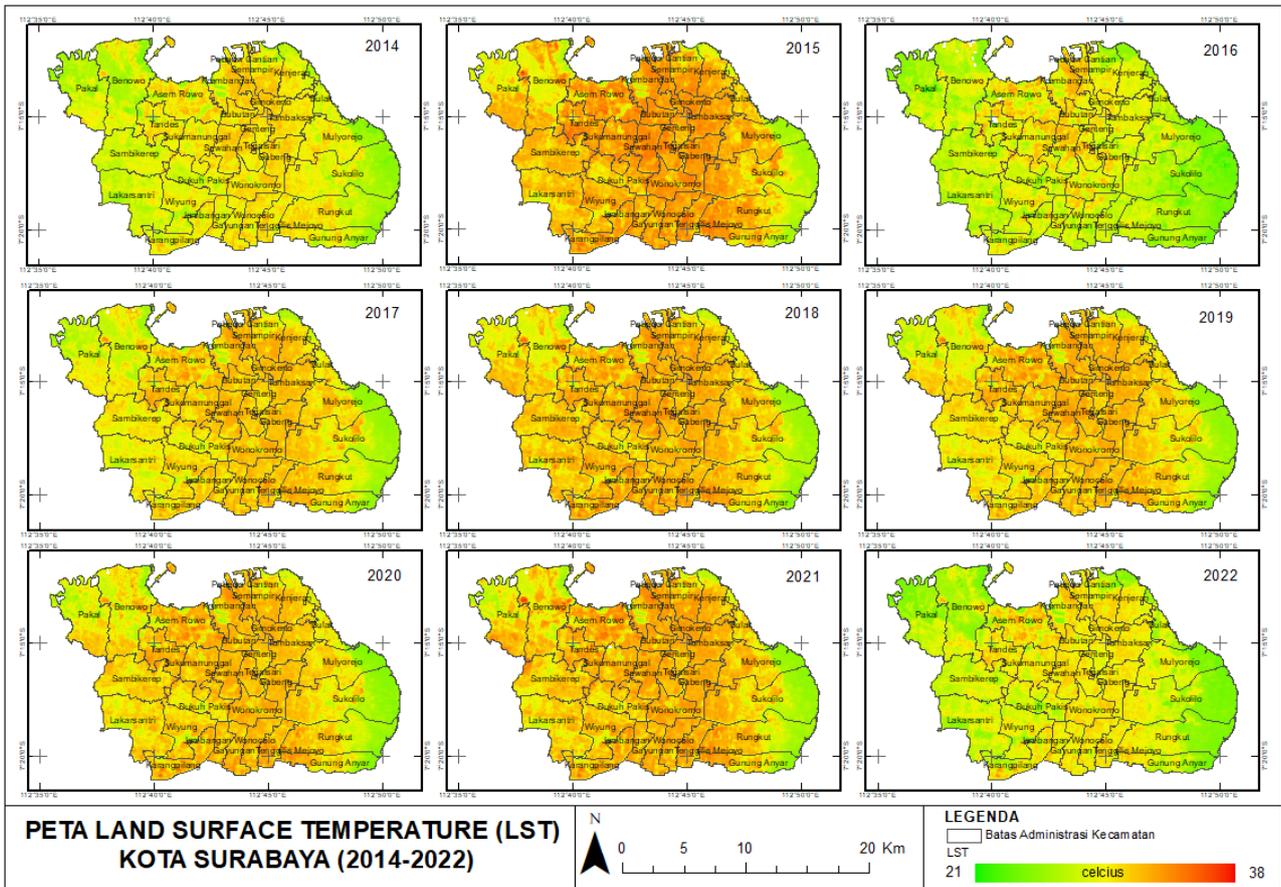
*NIR* : Kanal cahaya inframerah terdekat

*Red* : Kanal cahaya merah

#### b. Land Surface Emissivity (LSE)

LSE digunakan untuk menentukan emisivitas tanah yang nantinya akan digunakan dalam perhitungan LST. Perhitungan nilai emisivitas menggunakan *threshold* NDVI. Penentuan nilai emisivitas mengacu pada persyaratan berikut:

$$NDVI < NDVI_s(0,2), \epsilon_s = 0,97$$



Gambar 3. Estimasi Land Surface Temperature (LST).

Apabila nilai piksel NDVI kurang dari 0,2 maka keadaan ini dianggap terdiri dari tanah kosong sehingga memiliki nilai emisivitas 0,97.

$$NDVI > NDVI_s(0,5), \epsilon_v = 0,99$$

Apabila nilai piksel NDVI lebih tinggi dari 0,5 maka keadaan ini dianggap terdiri dari vegetasi rapat sehingga memiliki nilai emisivitas 0,99.

$$0,2 \leq NDVI \leq 0,5$$

Apabila nilai piksel NDVI berada pada rentang 0,2 hingga 0,5 maka diasumsikan data terdiri dari campuran tanah kosong dan vegetasi rapat, sehingga perlu dilakukan perhitungan *proportion of Vegetation* (PV) untuk membedakan nilai vegetasi setiap wilayah menggunakan persamaan berikut:

$$PV = \left( \frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right)^2 \tag{2}$$

Keterangan :

*PV* : *Proportion of Vegetation* dengan nilai berkisar 0-1

*NDVI* : Nilai NDVI pada setiap piksel

*NDVI<sub>min</sub>* : Nilai NDVI minimum

*NDVI<sub>max</sub>* : Nilai NDVI maksimum

Hasil estimasi PV digunakan untuk ekstraksi nilai emisivitas dengan persamaan sebagai berikut:

$$LSE = m \times PV + n \tag{3}$$

dengan :

$$m = \epsilon_v - \epsilon_s - (1 - \epsilon_s)F_{ev} \tag{4}$$

$$n = \epsilon_s + (1 - \epsilon_s)F_{ev} \tag{5}$$

Keterangan :

*m* : Konstanta standar deviasi emisivitas permukaan (0,0004)

*n* : Nilai emisivitas vegetasi dikurangi *m* (0,986)

$\epsilon_v$  : Emisivitas vegetasi (0,99)

$\epsilon_s$  : Emisivitas tanah (0,97)

*F* : Faktor bentuk distribusi geometri yang berbeda (0,55)

*c. Estimasi LST*

Pengolahan LST dilakukan dengan metode *mono windows algorithm* (MWA), dimana digunakan data thermal band 10 dan nilai emisivitas untuk didapatkan nilai LST. Berikut persamaan yang digunakan:

$$LST = \frac{T_B}{1 + (\lambda \times \frac{T_B}{\alpha}) \ln \epsilon} \tag{6}$$

Keterangan :

*T<sub>s</sub>* : Land Surface Temperature (LST) (K)

*T<sub>B</sub>* : TOA Brightness Temperature (K)

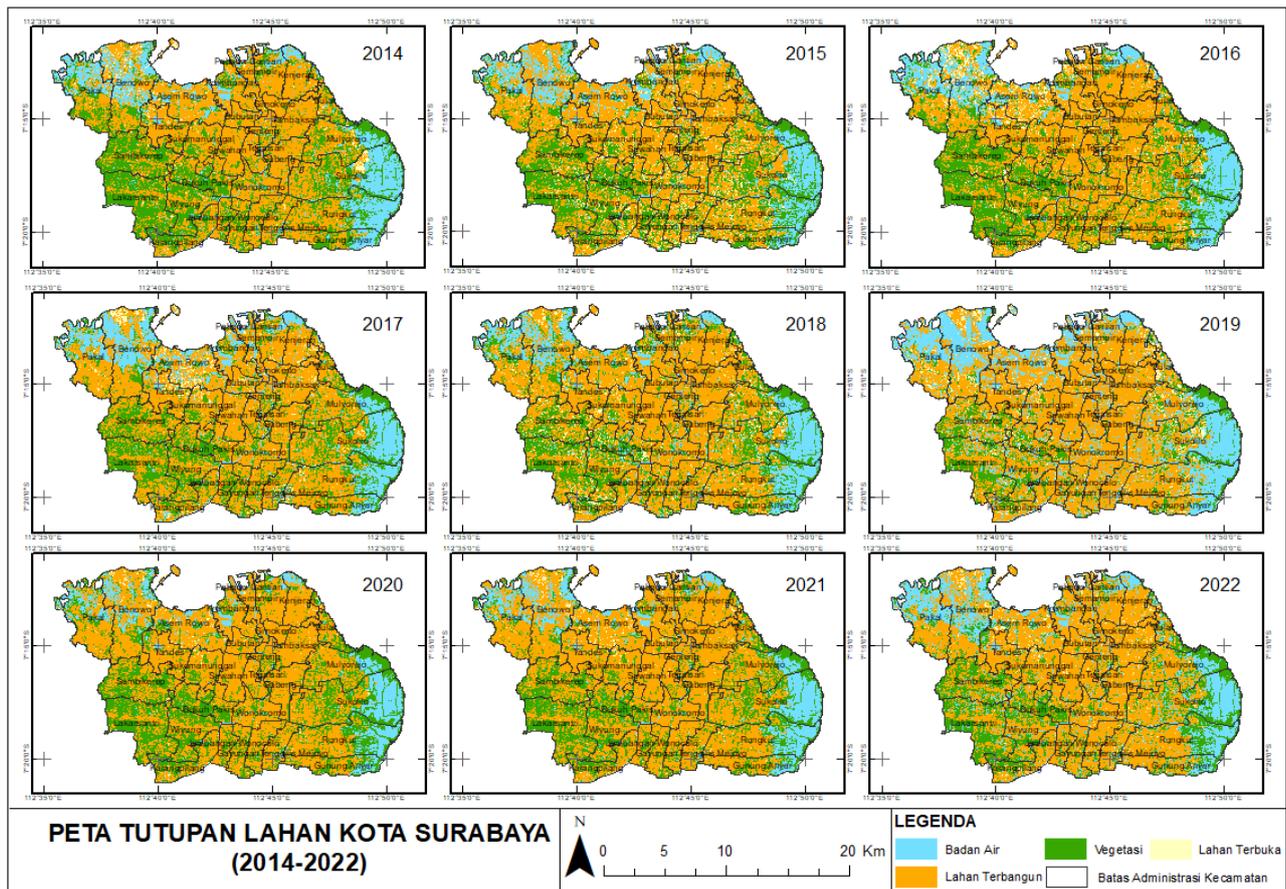
$\lambda$  : Panjang gelombang dari *emitted radiance equal* ( $11,5 \times 10^{-6}$ )

$\alpha$  :  $1,438 \times 10^{-2} \text{ mk}$

$\epsilon$  : Emisivitas permukaan atau *Land Surface Emissivity*

4) *Validasi Data LST dengan Suhu Pengamatan BMKG*

Validasi LST dilakukan dengan menghitung nilai koefisien



Gambar 4. Estimasi tutupan lahan kota Surabaya.

korelasi pearson antara LST dengan suhu lapangan. Suhu lapangan didapatkan dari pengamatan suhu oleh stasiun BMKG Perak I dan Perak II .

1) *Data Lapangan Tutupan Lahan*

Klasifikasi tutupan lahan dibagi menjadi 4 kelas yaitu badan air, lahan terbangun, vegetasi dan lahan terbuka. Data lapangan ini digunakan dalam *training* dan *testing data* dengan perbandingan 30:70.

2) *Pengolahan Klasifikasi Tutupan Lahan*

Pengolahan klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode *supervised classification* dengan menggunakan algoritma *Random Forest* yang telah tersedia pada *Google Earth Engine (GEE)*.

3) *Uji Akurasi Klasifikasi Tutupan Lahan*

Hasil dari pengolahan tutupan lahan dilakukan uji akurasi menggunakan metode *confusion matrix* dengan kriteria uji akurasi memiliki nilai *overall accuracy*  $\geq 85\%$ .

4) *Analisis Spasial*

Dari hasil LST dan tutupan lahan dilakukan analisis mengenai distribusi dan perubahan LST dengan tutupan lahan setiap tahunnya. Selain itu dilakukan juga analisis mengenai pengaruh tutupan lahan terhadap nilai LST.

III. HASIL DAN DISKUSI

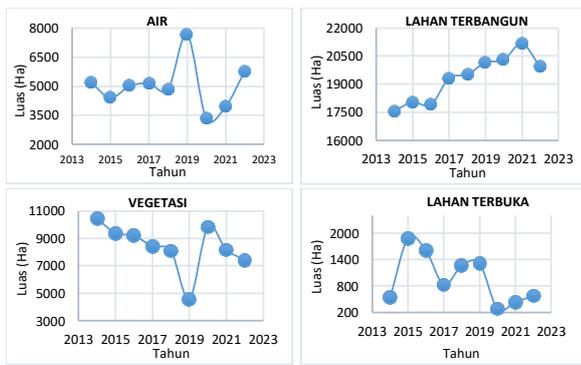
A. *Hasil Estimasi Land Surface Temperature (LST)*

Estimasi *Land Surface Temperature (LST)* dilakukan

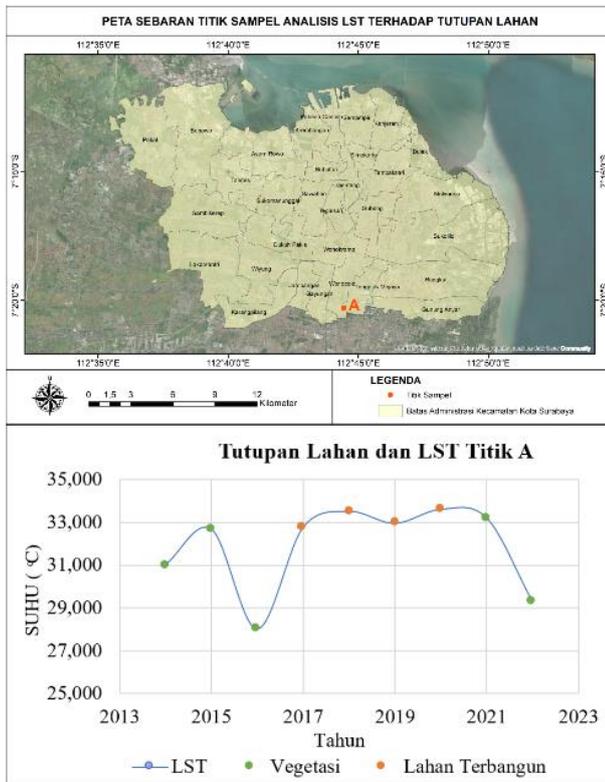
secara *time series* yaitu pada tahun 2014 hingga 2022 di Kota Surabaya seperti yang terlihat pada Gambar 3. Pengolahan secara *time series* dimaksudkan untuk menggambarkan perubahan setiap tahunnya secara jelas. Hasil estimasi *LST* didapatkan dari nilai rata-rata setiap citra yang digunakan setiap tahunnya. Kemudian hasil estimasi *LST* digunakan untuk mengetahui dan menganalisis tren perubahan nilai *LST*. Tabel 1 menunjukkan hasil estimasi tahunan *LST* tahun 2014-2022 Kota Surabaya.

Hasil estimasi tahunan menunjukkan nilai rata-rata *LST* berada pada rentang 27 – 32 °C. Rata-rata terendah yaitu 27,357 berada pada tahun 2022 sedangkan rata-rata tertinggi yaitu 31,909 pada tahun 2015. Suhu terendah terjadi pada tahun 2016 pada angka 21,156°C sedangkan suhu tertinggi terjadi pada tahun 2021 yaitu pada angka 38,578. Dari estimasi *LST* Kota Surabaya selama 9 tahun ini mengalami perubahan naik turun pada setiap tahunnya. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi perubahan nilai *LST* ini, baik dari perubahan kondisi tutupan lahan pada Kota Surabaya ataupun adanya fenomena alam yang memberikan pengaruh dalam suhu permukaan Kota Surabaya.

Perubahan signifikan terjadi pada tahun 2016 yang mengalami penurunan nilai rata-rata *LST* sebesar 2,8°C. begitupun dengan tahun 2022 yang mengalami penurunan signifikan. Hal ini bertepatan dengan terjadinya fenomena La Nina lemah yang menyebabkan penambahan curah hujan yang cukup signifikan di Indonesia. Peningkatan curah hujan ini akan berdampak pada nilai rerata *LST* pada tahun itu yang mengalami penurunan [8-9].



Gambar 5. Grafik tutupan lahan.



Gambar 6. Temporal LST dan tutupan lahan.

**B. Uji Validasi Data LST dan Data Lapangan**

Uji validasi nilai *LST* dilakukan dengan menghitung korelasi dengan pengamatan suhu lapangan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Uji validasi dilakukan untuk mengetahui tingkat korelasi antara nilai *LST* dari citra Landsat 8 dengan pengamatan suhu oleh stasiun BMKG di Kota Surabaya. Nilai koefisien korelasi yang tinggi menunjukkan bahwa estimasi *LST* dapat merepresentasikan kondisi sebenarnya di Lapangan. Pada penelitian ini, validasi lapangan menggunakan pengamatan suhu oleh stasiun BMKG Perak I dan BMKG Perak II.

Hasil korelasi antara *LST* dengan suhu lapangan menunjukkan pada angka 0,402. Berdasarkan kriteria kelas oleh sarwono [10], nilai korelasi ini tergolong dalam kelas cukup, yang berarti nilai estimasi *LST* cukup menggambarkan kondisi sebenarnya di lapangan. Koefisien korelasi bernilai positif yang berarti peningkatan *LST* diikuti juga dengan peningkatan suhu lapangan. Ada beberapa faktor yang menyebabkan nilai korelasi cukup kecil seperti adanya anomali pada perekaman citra ataupun perbedaan parameter yang digunakan dalam penentuan nilai suhu.

Tabel 3. Korelasi *LST* dengan tutupan lahan

Tahun	$R^2$				$R$			
	BA	LB	V	LK	BA	LB	V	LK
2014	0,37	0,82	0,37	0,17	-0,61	0,90	-0,61	-0,41
2015	0,48	0,58	0,21	0,21	-0,69	0,76	-0,46	0,46
2016	0,44	0,59	0,20	0,02	-0,66	0,77	-0,45	0,16
2017	0,29	0,68	0,21	0,02	-0,54	0,83	-0,46	0,12
2018	0,58	0,68	0,25	0,13	-0,76	0,82	-0,50	-0,37
2019	0,40	0,87	0,37	0,23	-0,63	0,93	-0,61	-0,48
2020	0,51	0,60	0,24	0,01	-0,72	0,78	-0,49	0,08
2021	0,59	0,79	0,30	0,02	-0,77	0,89	-0,55	0,13
2022	0,64	0,83	0,29	0,10	-0,80	0,91	-0,54	0,31
2014	0,37	0,82	0,37	0,17	-0,61	0,90	-0,61	-0,41
2015	0,48	0,58	0,21	0,21	-0,69	0,76	-0,46	0,46
2016	0,44	0,59	0,20	0,02	-0,66	0,77	-0,45	0,16

Keterangan :  
 BA = badan air  
 LB = lahan terbangun  
 V = vegetasi  
 LK = lahan terbuka

**C. Estimasi Tutupan Lahan**

Besarnya suhu permukaan erat kaitannya dengan kondisi tutupan lahan pada wilayah tersebut. Tutupan lahan merupakan wujud fisik bentang alam yang ada di bumi. Tutupan lahan ini mengalami perubahan setiap tahunnya sehingga perlu dilakukan analisis mengenai kondisi tersebut. Pengolahan tutupan lahan menggunakan titik sampel yang diambil menyebar pada wilayah penelitian.

Secara spasial, kelas tutupan lahan terbagi menjadi 4 kelas yaitu badan air, lahan terbangun, vegetasi dan lahan terbuka. Gambar 4 adalah hasil estimasi tutupan lahan Kota Surabaya tahun 2014-2022. Sebagian besar wilayah kota Surabaya berupa lahan terbangun yang membentang dari Surabaya Barat hingga Surabaya Timur yang merupakan daerah pusat kota dengan padat bangunan pemukiman dan industri. Objek vegetasi tersebar pada Surabaya barat di Kecamatan Sambikerep dan Lakarsantri berupa lahan pertanian dan juga di Surabaya Timur yang merupakan daerah pesisir berupa tanaman mangrove. Objek badan air terbentang dari selatan hingga utara mewakili jalur sungai menuju laut seperti Sungai kalimas dan dan Sungai Kali Jagir. Selain itu objek badan air juga mewakili wilayah tambak di Surabaya Barat dan Timur. Objek lahan terbuka setiap tahunnya berubah-ubah dengan luas wilayah yang rendah. Lahan terbuka ini mewakili wilayah persiapan pembangunan perumahan sehingga terdeteksi pada beberapa tahun saja.

Dari Tabel 2 dan Gambar 5 objek badan air memiliki pola yang tidak teratur namun cenderung tetap dengan luas 3300-5700 Ha. Peningkatan yang signifikan terjadi pada tahun 2019 hingga mencapai 7672 Ha, kemudian mengalami penurunan yang signifikan pada periode selanjutnya hingga pada angka 3313 Ha. Pada objek lahan terbangun mengalami kenaikan secara berkala setiap tahunnya. Dari tahun 2014 hingga 2022, objek lahan terbangun mengalami peningkatan yang cukup besar mencapai 62,79% wilayah Surabaya. Objek vegetasi mengalami penurunan secara perlahan, namun pada tahun 2019 mengalami penurunan yang cukup signifikan mencapai 11%, kemudian mengalami kenaikan kembali pada periode selanjutnya.

**D. Uji Akurasi Tutupan Lahan**

Uji akurasi dilakukan pada hasil klasifikasi tahun 2022 sesuai dengan ketersediaan data validasi lapangan. 70% data

digunakan sebagai data validasi untuk mengukur tingkat akurasi dari klasifikasi yang telah dilakukan. Data validasi ditentukan secara acak merata di seluruh wilayah penelitian. Dengan metode *confusion matrix* diperoleh nilai *overall accuracy* (OA) 87,14%, yang mana nilai tersebut menunjukkan bahwa hasil klasifikasi layak digunakan.

#### E. Pengaruh Tutupan Lahan Terhadap LST

Dari hasil pengolahan *Land Surface Temperature* (LST) dan klasifikasi tutupan lahan, dapat dilakukan analisis lebih lanjut untuk mengetahui keterkaitan antar kedua data tersebut. Oleh karena itu dilakukan uji korelasi antara LST dengan tutupan lahan untuk mengetahui besar hubungan antara masing-masing kelas tutupan lahan dengan LST. Uji korelasi dinyatakan dalam koefisien korelasi (R) dan R-square. Nilai  $R^2$  menunjukkan pengaruh antara variabel sedangkan nilai R menunjukkan kekuatan hubungan antar variabel. Tabel 3 merupakan korelasi antara rata-rata LST dengan persentase luasan masing-masing kelas tutupan lahan pada setiap tahunnya.

Korelasi negatif didapatkan antara tutupan lahan badan air dan vegetasi terhadap rata-rata LST, ditunjukkan dengan nilai negatif pada koefisien korelasi. Hal ini berarti semakin luas objek badan air dan vegetasi maka suhu permukaan akan semakin rendah. Objek badan air berkorelasi kuat dengan memiliki  $R^2$  pada rentang 0,29-0,59 yang berarti badan air memiliki pengaruh 29-59% terhadap nilai LST. Sedangkan untuk objek vegetasi berkorelasi cukup hingga kuat dengan  $R^2$  pada rentang 0,21-0,37 yang berarti vegetasi memiliki pengaruh 21-37% terhadap nilai LST. Lain halnya dengan lahan terbangun yang memiliki hubungan positif dengan LST, ditunjukkan dengan nilai positif pada koefisien korelasi. Hal ini berarti semakin luas lahan terbangun semakin tinggi pula LST. Lahan terbangun berkorelasi sangat kuat dengan  $R^2$  pada rentang 0,58-0,83 yang berarti lahan terbangun memiliki pengaruh 58-83% terhadap nilai LST. Untuk objek lahan terbuka memiliki hubungan yang berubah-ubah setiap tahunnya, namun kebanyakan memiliki hubungan positif yang berarti semakin luas lahan terbuka maka LST semakin tinggi juga. Lahan terbuka berkorelasi lemah hingga cukup dengan nilai  $R^2$  pada rentang 0,02-0,23 yang berarti lahan terbuka memiliki pengaruh 2-23% terhadap nilai LST.

Untuk melihat pengaruh tutupan lahan terhadap LST secara temporal dilakukan analisis satu titik A pada koordinat  $7^{\circ}20'5''LS$ ;  $112^{\circ}44'6''BT$  untuk melihat perubahan tutupan lahan dan LST setiap tahunnya. Dari Gambar 6 terlihat bahwa setiap tahun terjadi perubahan tutupan lahan dari vegetasi hingga tahun 2016 kemudian menjadi lahan terbangun hingga 2019 dan kembali lagi menjadi vegetasi. Perubahan tutupan lahan ini diiringi dengan perubahan suhu permukaan juga. Vegetasi memberikan suhu permukaan yang lebih rendah daripada suhu permukaan pada objek lahan terbangun.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil dari estimasi LST tahun 2014 hingga 2022 cenderung mengalami peningkatan nilai LST rata-rata dengan nilai LST

berada pada rentang 27,357 – 31,909 °C dengan nilai LTS tinggi terdistribusi pada pusat kota. LST tertinggi berada pada angka 31,909 di tahun 2015. Kota Surabaya didominasi oleh lahan terbangun dengan kecenderungan meningkat setiap tahunnya. Objek vegetasi cenderung berkurang setiap tahun, sedangkan badan air dan lahan terbuka memiliki pola perubahan yang tidak teratur. Dari uji korelasi tutupan lahan dengan LST didapatkan bahwa korelasi positif terjadi pada kelas lahan terbangun dan lahan terbuka sedangkan korelasi negative terjadi pada kelas vegetasi dan badan air. Korelasi tertinggi berada pada kelas lahan terbangun dengan nilai 0,91 sedangkan lahan terbuka memiliki korelasi paling rendah dengan nilai korelasi 0,08. Objek badan air memiliki pengaruh yang sangat kuat terhadap LST dengan nilai korelasi 0,81 dan vegetasi memiliki pengaruh yang kuat terhadap nilai rata-rata LST dengan nilai korelasi 0,61. Suhu permukaan meningkat pada kelas lahan terbuka dan menurun pada kelas vegetasi.

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu dapat melakukan pengamatan suhu lapangan secara langsung untuk menguatkan hasil pengolahan LST.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, *Penduduk Datang dari Luar Kota Menurut Jenis Kelamin Per Kecamatan Kota Surabaya*. Surabaya: Badan Pusat Statistik, 2020.
- [2] E. Hermawan, "Fenomena urban heat island (UHI) pada beberapa kota besar di Indonesia sebagai salah satu dampak perubahan lingkungan global," *Jurnal Citra Widya Edukasi*, vol. 7, no. 1, pp. 33–45, 2015.
- [3] L. Tursilowati, "Urban Heat Island dan Kontribusinya pada Perubahan Iklim dan Hubungannya dengan Perubahan Lahan," in *Prosiding Seminar Nasional Pemanasan Global dan Perubahan Global – Fakta, Mitigasi, Dan Adaptasi*, 2007, pp. 89–96.
- [4] C. Nadira, R. Saraswati, and A. Wibowo, "Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Fenomena Urban Heat Island di Kecamatan Cikarang Utara, Kabupaten Bekasi Tahun 2007-2018 Menggunakan Citra Landsat 5 dan 8," in *Seminar Nasional Penginderaan Jauh Tahun 2019 : "Peningkatan Pemanfaatan IPTEK Penginderaan Jauh untuk Mendukung Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs)"*, Depok, 2019, pp. 82–96.
- [5] A. Jatayu and C. Susetyo, "Analisis perubahan temperatur permukaan wilayah Surabaya Timur tahun 2001-2016 menggunakan citra LANDSAT," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 6, no. 2, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v6i2.24504.
- [6] A. M. Bernales *et al.*, "Modelling the relationship between land surface temperature and landscape patterns of land use land cover classification using multi linear regression models," *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, vol. 41, no. 8, pp. 851–856, 2016, doi: 10.5194/isprsarchives-XLI-B8-851-2016.
- [7] S. Kanga *et al.*, "Understanding the linkage between urban growth and land surface temperature—a case study of Bangalore City, India," *Remote Sens (Basel)*, vol. 14, no. 17, Sep. 2022, doi: 10.3390/rs14174241.
- [8] I. Athoillah, R. M. Sibarani, and D. E. Doloksaribu, "Analisis spasial pengaruh kejadian el nino kuat tahun 2015 dan la nina lemah tahun 2016 terhadap kelembapan, angin dan curah hujan di Indonesia," *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, vol. 18, no. 1, p. 33, Nov. 2017, doi: 10.29122/jstmc.v18i1.2140.
- [9] B. Yuniasih, W. N. Harahap, and D. A. S. Wardana, "Anomali iklim el nino dan la nina di Indonesia pada 2013-2022," *AGROISTA : Jurnal Agroteknologi*, vol. 6, no. 2, pp. 136–143, Feb. 2023, doi: 10.55180/agi.v6i2.332.
- [10] S. Jonathan, *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2006.