

PERUBAHAN TEMPERATUR PERMUKAAN LAHAN DI KOTA BANDUNG TAHUN 2009-2018

Shafira Himayah¹

¹Program Studi Sains Informasi Geografi, Universitas Pendidikan Indonesia

¹shafirahimayah@upi.edu

ABSTRACT

An example of the use of remote sensing technology is the ability to record the same area at different times, term as multi temporal resolution. These advantages can be used to observe dynamic phenomena of the earth's surface such as changes in land surface temperature. The results of land temperature recording by remote sensing thermal sensors can be observed at various observation scales, as well as the distribution. Bandung is the Capital City of the West Java Province which is constantly changing, including in terms of population growth. The uniqueness of the location of the city of Bandung, which is located in the center of the Bandung Basin with variations in the topography of the area, is the basis for conducting research with the aim of: 1) Analyzing changes in land surface temperature in Bandung in 2009 - 2018, 2) Analyzing the effect of population growth on changes in land surface temperature in Bandung. This study uses the method of processing infrared and thermal infrared channels to obtain changes in the value of Land Surface Temperature (LST), and statistical analysis of population growth data to be compared. The results of the comparison between statistical data on population growth and LST measurement results show that in theory and concept of population growth has a role in increasing land surface temperature. However, there are other factors that can be considered as causes of rising land surface temperature. Slight population growth but in areas where land use is heavily converted to built land tends to have a high land surface temperature value compared to areas with a significant increase in population but has not converted to much natural land use.

Keywords: *Land Surface Temperature, population growth, multi temporal resolution*

ABSTRAK

Kegunaan teknologi penginderaan jauh diantaranya adalah dapat merekam area yang sama dalam waktu yang berbeda, diistilahkan sebagai resolusi multi temporal. Keunggulan ini dapat digunakan untuk mengamati fenomena dinamis permukaan bumi seperti perubahan temperatur permukaan lahan. Hasil perekaman temperatur lahan oleh sensor thermal penginderaan jauh dapat diobservasi di berbagai skala pengamatan, begitu pula dengan distribusinya. Kota Bandung merupakan Ibu Kota Provinsi yang senantiasa mengalami perubahan, termasuk dalam hal penambahan penduduk. Keunikan lokasi Kota Bandung yang terletak di pusat Cekungan Bandung dengan topografi cenderung landai hingga bergelombang menjadi dasar dilakukannya penelitian dengan tujuan : 1) Menganalisis perubahan temperatur permukaan lahan di Kota Bandung tahun 2009 - 2018, 2) Menganalisis pengaruh pertumbuhan penduduk terhadap perubahan temperatur permukaan lahan di Kota Bandung. Penelitian ini menggunakan metode pengolahan saluran infra merah dan infra merah termal untuk memperoleh perubahan nilai Land Surface Temperature (LST), dan analisa statistik data

pertumbuhan penduduk untuk kemudian dilakukan komparasi antara kedua variabel tersebut. Hasil komparasi antara data statistik penambahan penduduk dengan hasil pengukuran LST menunjukkan bahwa secara teori dan konsep pertumbuhan penduduk memiliki andil dalam meningkatnya suhu permukaan lahan di suatu daerah. Namun terdapat faktor-faktor lain yang dapat dipertimbangkan sebagai penyebab kenaikan suhu permukaan lahan di suatu daerah seperti kelas penutup lahan. Pertumbuhan penduduk yang sedikit namun terdapat pada area yang penggunaan lahannya banyak terkonversi menjadi lahan terbangun cenderung memiliki nilai suhu permukaan lahan yang tinggi dibandingkan area dengan peningkatan jumlah penduduk yang signifikan namun memiliki penggunaan lahan alami yang tidak banyak terkonversi.

Kata kunci: *Land Surface Temperature, pertumbuhan penduduk, resolusi multi temporal*

PENDAHULUAN

Temperatur permukaan lahan merupakan fenomena permukaan bumi yang tidak tampak oleh mata manusia namun dapat terekam melalui sensor satelit penginderaan jauh (saluran termal). Di sisi lain, penginderaan jauh memiliki keunggulan berupa resolusi temporal dimana satelit merekam area yang sama dalam waktu yang berbeda. Keunggulan ini dapat digunakan untuk mengamati fenomena dinamis permukaan bumi seperti perubahan penutup lahan, pengamatan area terdampak bencana, perubahan kerapatan vegetasi, dan juga perubahan temperatur permukaan lahan.

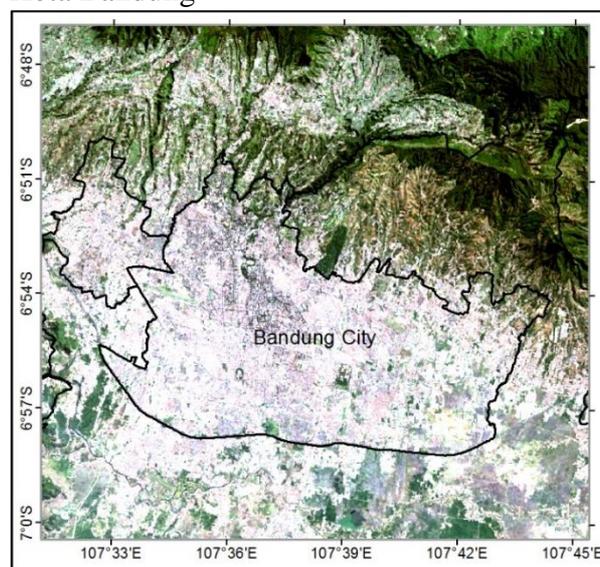
Hasil perekaman temperatur lahan oleh sensor termal penginderaan jauh dapat diobservasi di berbagai skala pengamatan, begitu pula dengan distribusinya. Variasi spasial temperatur permukaan lahan *atau Land Surface Temperature (LST)* secara tidak langsung mencerminkan karakteristik wilayah dan dapat digunakan untuk berbagai hal seperti kajian perubahan iklim maupun studi kekotaan (1–3).

Kota Bandung terletak di pusat Cekungan Bandung dengan topografi cenderung landai hingga bergelombang. Kota Bandung sebagai pusat aktivitas yang semakin meningkat seiring pertumbuhan penduduk diasumsikan memiliki suhu yang lebih panas akibat pengaruh keberadaan lahan terbangun yang mendominasi hampir di seluruh wilayah. Berbeda halnya dengan sekeliling Kota Bandung dengan topografi bergelombang hingga bergunung serta bervegetasi rapat yang mengindikasikan temperatur yang lebih rendah (4,5). Keunikan lokasi Kota Bandung sebagaimana dijelaskan

sebelumnya menjadi dasar dilakukannya penelitian dengan tujuan : 1) Menganalisis perubahan temperatur permukaan lahan di Kota Bandung tahun 2009 - 2018, 2) Menganalisis pengaruh pertumbuhan penduduk terhadap perubahan temperatur permukaan lahan di Kota Bandung.

AREA PENELITIAN

Kota Bandung merupakan Ibukota Provinsi Jawa Barat yang memiliki keunikan karena terletak di cekungan dengan variasi topografi dari datar hingga bergunung. Formasi tersebut Membentuk Cekungan Bandung dengan Kota Bandung sebagai pusatnya. Kota Bandung berada di area yang relatif landai namun dikelilingi oleh daerah terjal seperti terdapatnya Gunung Tangkuban Perahu dan Gunung Burangrang di sebelah utara, serta Gunung Malabar di sebelah selatan. Keunikan lokasi inilah yang mendasari dilakukan penelitian mengenai perubahan temperature permukaan lahan di Kota Bandung



Gambar 1. Area Penelitian

METODE PENELITIAN

Secara garis besar, penelitian ini terdiri dari tiga tahap pengolahan, yaitu pengolahan temperatur permukaan lahan dengan menggunakan saluran termal citra Landsat 5 tahun 2009, dan saluran termal citra Landsat tahun 2018.

Tahap kedua adalah menganalisis data statistik jumlah penduduk di Kota Bandung dalam rentang waktu tahun 2009 hingga 2018. Setelah diperoleh suhu permukaan lahan dan statistik jumlah penduduk, selanjutnya adalah tahap ketiga dimana dilakukan komparasi untuk melihat keterkaitan antara perubahan suhu permukaan lahan dengan penambahan penduduk di Kota Bandung.

1. Pengolahan Temperatur Permukaan Lahan Menggunakan Saluran Thermal Landsat 8

Sensor satelit penginderaan jauh mampu menangkap pantulan spektral per piksel yang mencerminkan karakteristik permukaan bumi. Bukan hanya obyek tampak mata yang dapat ditangkap oleh sensor satelit, tetapi juga fenomena tidak dapat dilihat oleh mata manusia, seperti temperatur. Jenis sensor yang dapat merekam fenomena tersebut adalah sensor Infra Merah Termal. Sensor tersebut mampu mengakuisisi beragam tingkat temperatur di permukaan bumi. Hasil akuisisi data temperature kemudian dapat diolah menjadi data seperti *Land Surface Temperature* dengan mempertimbangkan jenis obyek dan tipe emisivitasnya. Salah satu citra satelit yang memiliki sensor termal adalah Landsat 8, sebagaimana yang digunakan dalam penelitian ini (1,6). Selain itu, penelitian ini juga menggunakan citra satelit Landsat 5 untuk memperoleh data *Land Surface Temperature* di tahun 2009.

Pertimbangan emisivitas obyek adalah metode pengolahan LST pada penelitian ini. Emisivitas ditentukan oleh jenis obyeknya, dan merupakan energi relatif suatu permukaan dalam memancarkan panas. Nilai emisivitas dipengaruhi oleh kehijauan vegetasi yang diperoleh dari transformasi indeks vegetasi seperti *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Nilai NDVI positif umumnya merupakan area vegetasi yang lebat, sedangkan nilai negatif mengindikasikan area

tanpa vegetasi dengan emisi tinggi (7,8). Setelah itu, dilakukan perhitungan LST dengan menggunakan rumus:

$$LST = \frac{T_B}{1 + (\lambda \times T_B / \rho) \ln \epsilon}$$

Selain emisivitas, parameter lain yang digunakan untuk menghitung LST adalah : panjang gelombang (λ), konstanta Planck (h), konstanta Boltzmann (σ), dan kecepatan cahaya.

2. Pemrosesan Saluran Merah dan Infra Merah Termal

Saluran Merah dan Infra Merah Termal dari Citra Landsat 5 dan Landsat 8 adalah untuk memperoleh indeks vegetasi yaitu *Simple Ratio Index* (SR). SR adalah hasil perhitungan rasio antara nilai digital saluran merah dan nilai digital di saluran infra merah termal. Keunggulan *Simple Ratio Index* adalah algoritmanya mudah untuk diaplikasikan. Algoritma *Simple Ratio Index* menghitung pantulan gelombang infra merah dekat oleh tanaman hijau, dan penyerapan klorofil sebagaimana terekam oleh sensor saluran merah. Hasil algoritma tersebut akan menunjukkan bahwa vegetasi memiliki nilai indeks tinggi, sedangkan objek selain vegetasi memiliki nilai rendah. Namun begitu, perlu diketahui bahwa *Simple Ratio Index* tidak mempertimbangkan kondisi topografi maupun pengaruh sudut iluminasi matahari terhadap karakter spektral obyek yang terekam oleh sensor satelit (9,10).

3. Jumlah Penduduk dan Suhu Permukaan Lahan

Area penelitian ini merupakan daerah perkotaan dengan pertumbuhan penduduk yang pesat. Pertumbuhan penduduk dapat diidentifikasi melalui data jumlah penduduk yang tersedia di Badan Pusat Statistik. Data tersebut kemudian dikomparasi dengan hasil suhu permukaan lahan untuk melihat bagaimana kedua variabel tersebut saling mempengaruhi satu sama lain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penginderaan jauh adalah teknologi yang memanfaatkan citra satelit untuk penelitian di berbagai bidang. Salah satu keunggulan satelit penginderaan jauh adalah kemampuan

merekam lokasi yang sama untuk waktu yang berbeda, yang diistilahkan sebagai resolusi multi temporal. Penelitian ini menggunakan keunggulan tersebut untuk menganalisis LST di Cekungan Bandung dengan periode waktu tahun 2009 sampai 2018.

1. Perubahan Temperatur Permukaan Lahan (LST) di Kota Bandung tahun 2009-2018

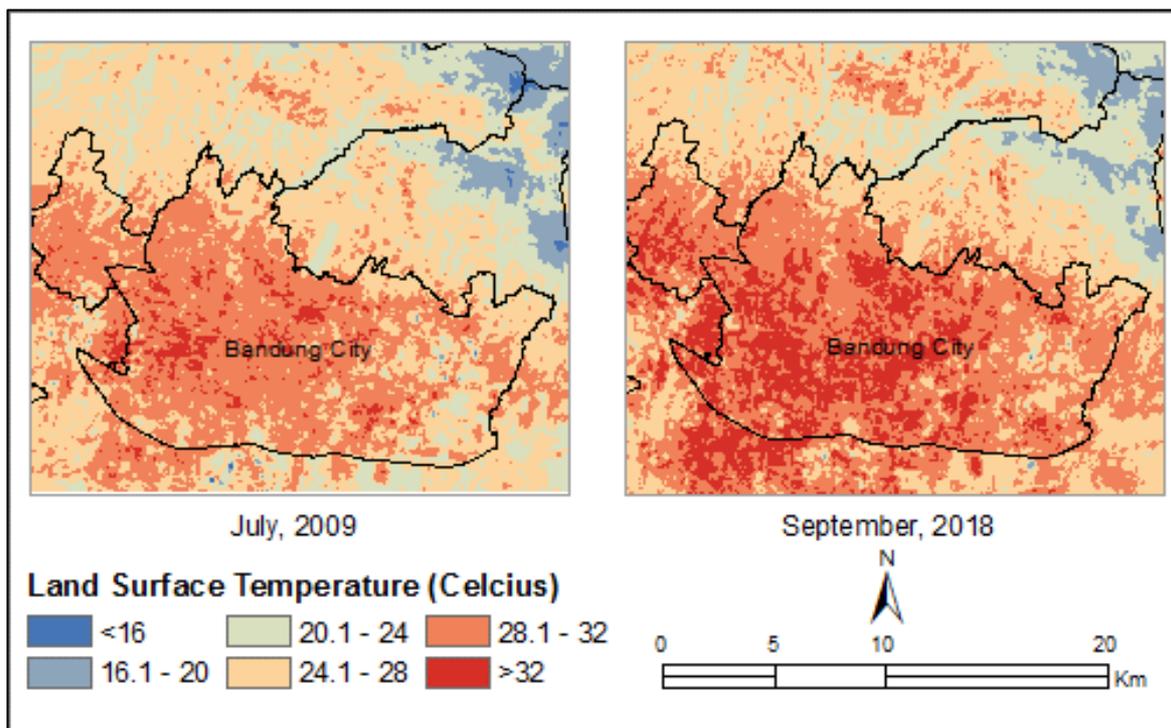
Melibatkan emisivitas vegetasi untuk mendeteksi perubahan suhu permukaan tanah dianggap tepat untuk dilakukan di Cekungan Bandung yang mewakili kontras antara daerah perkotaan dan daerah yang masih didominasi penutup lahan alami. Daerah perkotaan diwakili oleh Kota Bandung, dan daerah yang masih alami diwakili oleh Gunung-gunung yang ada di sekeliling Kota Bandung seperti Gunung Burangrang dan Gunung Tangguban Perahu.

Hasil pengolahan LST menggunakan citra Ladsat tahun 2009 dan 2018 menunjukkan rentang nilai LST dari < 16 hingga di atas 32 °C . LST ditampilkan dalam 6 kelas, yaitu : dibawah 16°C, 16,1-20°C, 20,1-24°C, 24,1-28°C, 28,1-32°C, dan di atas 32°C. Keenam kelas tersebut direpresentasikan dengan simbol warna gradasi biru ke merah. Warna

biru menunjukkan LST yang lebih rendah dibandingkan area berwarna merah.

Area penelitian di tahun 2009 terlihat memiliki area dengan suhu dibawah 20°C yang lebih luas dibandingkan tahun 2018. Hal tersebut mengindikasikan terjadinya kenaikan nilai LST di area tersebut, yaitu di sebelah timur laut Kota Bandung. LST dengan rentang nilai 20,1-24°C tampak meluas di area sebelah timur laut dari Kota Bandung, namun menyempit di sebelah tenggara. Berkurangnya area dengan LST 20,1-24°C dapat dipengaruhi oleh bertambahnya penutup lahan buatan yang cenderung memiliki suhu lebih tinggi dibandingkan penutup lahan alami.

Perubahan LST yang menonjol juga tampak di pusat Kota Bandung. Di tahun 2009, Kota Bandung didominasi oleh nilai LST 28,1-32°C (warna merah cukup gelap) sedangkan di tahun 2008 didominasi baik oleh kelas LST 28,1-32°C maupun di atas 32°C. Terlihat bahwa di tahun 2018 semakin merah warna LST di Kota Bandung. Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa LST di Kota Bandung meningkat dari tahun 2009 sampai tahun 2018 dan hampir di seluruh area penelitian.



Gambar 2. *Land Surface Temperature* di Kota Bandung dan sekitarnya tahun 2009-2018

2. Pertumbuhan Penduduk di Kota Bandung tahun 2009-2018

Kota Bandung sebagai Ibu Kota Provinsi Jawa Barat terletak di tengah-tengah Cekungan Bandung dengan kondisi topografi yang bervariasi dari datar hingga bergunung. Sebagai Ibu Kota Provinsi, Kota Bandung mengalami penambahan penduduk yang cukup signifikan sebagaimana dapat dilihat dari data statistik Kota Bandung tahun 2009 dan 2018. Pertumbuhan penduduk dapat disebabkan oleh faktor alami (kelahiran) maupun faktor migrasi (perpindahan penduduk). Data statistik jumlah penduduk Kota Bandung Tahun 2009 dan 2018 ditampilkan pada Tabel 1.

Kurun waktu 2009-2018, wilayah Kecamatan di Kota Bandung mengalami peningkatan jumlah penduduk sebanyak 317 jiwa hingga 19.250 jiwa. Kecamatan Lengkong adalah wilayah yang mengalami pertumbuhan penduduk paling sedikit, sedangkan Kecamatan Bandung Kulon adalah yang paling meningkat jumlah penduduknya. Kecamatan Arcamanik, Kecamatan Andir, Kecamatan Cibiru, dan Kecamatan Ujungberung jumlah penduduknya meningkat sejumlah lebih dari 10.000 jiwa. bisa diamati Berbeda halnya dengan Kecamatan Lengkong yang menjadi satu-satunya Kecamatan dengan penambahan penduduk dibawah 500 jiwa dalam kurun waktu tahun 2009 sampai 2018.

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk		Selisih
		2009	2018	
1	Andir	106,201	98,400	-7,801
2	Antapani	59,929	75,100	15,171
3	Arcamanik	57,869	68,400	10,531
4	Astana Anyar	70,544	69,500	-1,044
5	Babakan Ciparay	142,309	149,400	7,091
6	Bandung Kidul	51,968	59,900	7,932
7	Bandung Kulon	125,350	144,600	19,250
8	Bandung Wetan	31,741	31,100	-641
9	Batununggal	123,392	122,000	-1,392
10	Bojongloa Kaler	120,894	122,300	1,406
11	Bojongloa Kidul	81,045	87,200	6,155
12	Buahbatu	95,256	96,100	844
13	Cibeunying Kaler	69,011	71,800	2,789
14	Cibeunying Kidul	111,094	109,100	-1,994
15	Cibiru	60,001	70,300	10,299

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk		Selisih
		2009	2018	
16	Cicendo	103,532	100,600	-2,932
17	Cidadap	53,930	58,700	4,770
18	Cinambo	23,695	24,800	1,105
19	Coblong	126,450	133,100	6,650
20	Gedebage	31,230	35,800	4,570
21	Kiaracondong	129,623	133,100	3,477
22	Lengkong	71,983	72,300	317
23	Mandalajati	57,265	63,400	6,135
24	Panyileukan	34,621	39,300	4,679
25	Rancasari	68,864	75,500	6,636
26	Regol	86,500	82,700	-3,800
27	Sukajadi	101,065	109,300	8,235
28	Sukasari	77,218	82,600	5,382
29	Sumur Bandung	40,035	35,900	-4,135
30	Ujungberung	61,579	75,500	13,921

Tabel 1. Pertumbuhan Penduduk Kota Bandung 1990-2018

Selain itu, terdapat juga Kecamatan yang mengalami penurunan jumlah penduduk, antara lain : Kecamatan Antapani mengalami penurunan jumlah penduduk yang paling signifikan yaitu sebanyak 7.801 jiwa. Kecamatan Astana Anyar, Kecamatan

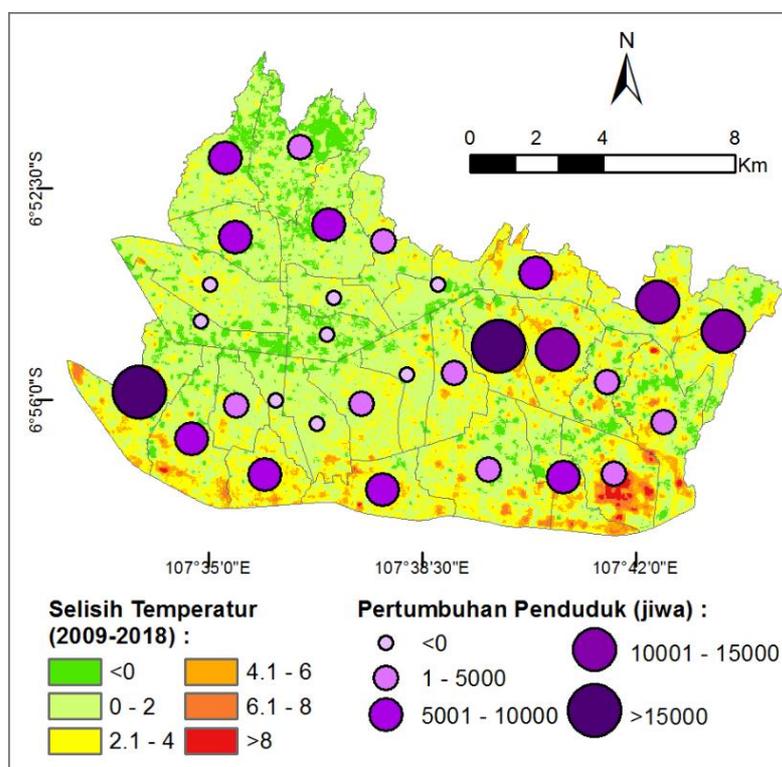
Batununggal, dan Kecamatan Cibeunying Kidul mengalami penurunan jumlah penduduk sebanyak kurang dari 2000 jiwa. Sedangkan Kecamatan Cicendo, Kecamatan Regol, dan Kecamatan Sumur Bandung

penduduknya mengalami penurunan jumlah lebih dari 2000 jiwa.

3. Pengaruh Pertumbuhan Penduduk Terhadap Perubahan Temperatur Permukaan Lahan

Berdasarkan hasil pengolahan Citra Landsat, dapat dikatakan bahwa Kota Bandung mengalami kenaikan suhu permukaan Lahan di hampir seluruh area Kota. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti berkurangnya lahan bervegetasi, polusi kendaraan bermotor, maupun konversi lahan alami ke lahan buatan manusia.

Data statistik tahun 2009 dan tahun 2018 menunjukkan bahwa terjadi penambahan jumlah penduduk di sebagian besar Kota Bandung. Apabila dikaitkan, dapat diasumsikan bahwa semakin banyak jumlah penduduk maka semakin tinggi kebutuhan akan tempat tinggal maupun tempat beraktivitas yang kemudian menyebabkan bertambahnya lahan terbangun. Sehingga kemudian dapat disimpulkan bahwa bertambahnya jumlah bangunan menjadi salah satu faktor yang berpengaruh terhadap meningkatnya suhu di Kota Bandung.



Gambar 4. Selisih Temperatur Permukaan Lahan dan Pertumbuhan Penduduk di Kota Bandung (1990-2018)

Peta yang ditampilkan mengandung informasi mengenai selisih temperatur permukaan lahan di Kota Bandung antara tahun 2009 dan 2018 yang diberi simbol gradasi warna hijau ke warna merah. Sedangkan pertumbuhan penduduk ditampilkan dalam simbol lingkaran warna ungu. Lingkaran kecil dengan warna ungu muda menunjukkan penambahan penduduk yang paling sedikit, semakin besar lingkaran dan semakin gelap warna ungu menunjukkan semakin banyak pertumbuhannya.

Hasil komparasi antara data statistik pertumbuhan penduduk dengan hasil pengukuran LST menunjukkan bahwa di sebelah tenggara Kota Bandung memiliki peningkatan nilai LST yang paling besar, namun pertumbuhannya tidak terlalu besar. Fenomena ini dapat dipengaruhi oleh penggunaan lahan di area tersebut yang merupakan area lahan terbangun namun bukan merupakan area permukiman padat, seperti misalnya adanya jalan tol atau area industri.

Peningkatan jumlah penduduk yang paling tinggi adalah pada kelas diatas 15.000 jiwa. Terdapat dua Kecamatan yang termasuk peningkatan LST sekitar 2,1 °C sampai 6°C. Kelas pertumbuhan penduduk yang paling dominan adalah pada rentang 5.001 hingga 10.000 jiwa yang tersebar di area sebelah utara Kota Bandung dengan selisih temperatur dibawah 2 °C, atau bahkan dapat dikatakan stabil. Selain itu, kategori pertumbuhan penduduk tersebut juga terdapat di bagian selatan Kota Bandung yang didominasi oleh selisih temperatur sebesar 2,1 °C sampai 4 °C.

Berdasarkan hasil pengolahan data secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa secara teori dan konsep pertumbuhan

KESIMPULAN

Terdapat dua variabel yang dianalisis yaitu suhu permukaan lahan dan pertumbuhan penduduk. Perubahan suhu permukaan lahan diperoleh berdasarkan hasil pengolahan citra Landsat tahun 2009 dan 2018. Hasil pengolahan citra menunjukkan rentang nilai LST dari < 16 hingga diatas 32°C . Di tahun 2009, Kota Bandung didominasi oleh nilai LST 28,1-32°C (warna merah cukup gelap) sedangkan di tahun 2018 didominasi baik oleh kelas LST 28,1-32°C maupun diatas 32°C. Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa LST di Kota Bandung meningkat dari tahun 2009 sampai tahun 2018 dan hampir di seluruh area penelitian.

Berdasarkan analisis data statistik, wilayah Kecamatan di Kota Bandung mengalami peningkatan jumlah penduduk yang cukup bervariasi di tahun 2009 dan tahun 2018. Kecamatan Lengkung adalah wilayah yang mengalami pertumbuhan penduduk paling sedikit yaitu sejumlah 317 jiwa, sedangkan Kecamatan Bandung Kulon adalah yang paling meningkat jumlah penduduknya yaitu sejumlah 19.250 jiwa.

Secara teori dan konsep, pertumbuhan penduduk memiliki andil dalam meningkatnya suhu permukaan lahan di suatu daerah, namun hasil komparasi antara data statistik penambahan penduduk dengan hasil pengukuran LST menunjukkan bahwa terdapat faktor-faktor lain yang dapat dipertimbangkan sebagai penyebab kenaikan

kategori tersebut, dan kedua Kecamatan tersebut terletak di area yang mengalami

penduduk memiliki andil dalam meningkatnya suhu permukaan lahan di suatu daerah. Namun terdapat faktor-faktor lain yang dapat dipertimbangkan sebagai penyebab kenaikan suhu permukaan lahan di suatu daerah seperti kelas penutup lahan. Pertumbuhan penduduk yang sedikit namun terdapat pada area yang penggunaan lahannya banyak terkonversi menjadi lahan terbangun cenderung memiliki nilai suhu permukaan lahan yang tinggi dibandingkan area dengan peningkatan jumlah penduduk yang signifikan namun memiliki penggunaan lahan alami yang tidak banyak terkonversi.

suhu permukaan lahan di suatu daerah seperti kelas penutup lahan. Pertumbuhan penduduk yang sedikit namun terdapat pada area yang penggunaan lahannya banyak terkonversi menjadi lahan terbangun cenderung memiliki nilai suhu permukaan lahan yang tinggi dibandingkan area dengan peningkatan jumlah penduduk yang signifikan namun memiliki penggunaan lahan alami yang tidak banyak terkonversi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anbazhagan S, Paramasivam CR. Statistical Correlation between Land Surface Temperature (LST) and Vegetation Index (NDVI) using Multi-Temporal Landsat TM Data. *Int J Adv Earth Sci Eng.* 2016 Apr 12;5(1):333–46.
2. Orhan O, Yakar M. Investigating Land Surface Temperature Changes Using Landsat Data in Konya, Turkey. *ISPRS - Int Arch Photogramm Remote Sens Spat Inf Sci.* 2016 Jun 23;XLI-B8:285–9.
3. Solanky V, Singh S, Katiyar SK. Land Surface Temperature Estimation Using Remote Sensing Data. In: Singh VP, Yadav S, Yadava RN, editors. *Hydrologic Modeling.* Singapore: Springer Singapore; 2018. p. 343–51.
4. Effat HA, Hassan OAK. Change Detection of Urban Heat Islands and Some

- Related Parameters Using Multi-Temporal Landsat Images; A Case Study for Cairo City, Egypt. *Urban Clim.* 2014 Dec;10:171–88.
5. Kayet N, Pathak K, Chakrabarty A, Sahoo S. Spatial impact of land use/land cover change on surface temperature distribution in Saranda Forest, Jharkhand. *Springer.* 2016;2(127).
6. Freitas SC, Trigo I, Macedo J, Barroso C, Silva R, Perdigao R. Land Surface Temperature from Multiple Geostationary Satellites. *Int J Remote Sens.* 2013;Vol 34(9–10):3051–68.
7. Houborg R, Anderson MC, Kustas WP, Gao F, Rodell M. Routine Mapping of Land-surface Carbon, Water and Energy Fluxes at Field to Regional Scales by Fusing Multi-scale and Multi-sensor Imagery. 2011;14.
8. Ozyavuz M. Analysis of Changes in Vegetation Using Multitemporal Satellite Imagery, the Case of Tekirdag Coastal Town. *J Coast Res.* 2010;26(6).
9. Coppin PR, Bauer ME. Change Detection in Forest Ecosystems with Remote Sensing Digital Imagery. *Remote Sens Rev.* 1996;13:25.
10. Cohen B. Response of Vegetation Indices to Changes in Three Measures of Leaf Water Stress. *Photogramm Eng Remote Sens.* 1991;57(2):8.