

## URBAN HEAT ISLAND DI KOTA TANGERANG SELATAN

Agita Devi Prastiwi<sup>1)</sup>, Supriatna<sup>2)</sup>, Rudy P. Tambunan<sup>2)</sup>, Mangapul Parlindungan Tambunan<sup>2)</sup>

<sup>12)</sup> Fakultas MIPA Universitas Indonesia, Jalan Margonda Raya, Pondok Cina, Kota Depok, Jawa Barat

<sup>1)</sup> Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Kemayoran, Jakarta Pusat

\*E-mail : agita.devi@ui.ac.id

**Abstrak.** Revolusi industri membuka peluang dalam mengubah kehidupan masyarakat dari kegiatan perekonomian agraris ke perekonomian berbasis industri sehingga banyak masyarakat yang secara massif melakukan fenomena migrasi. Pada tahun 2018 terdapat 55% populasi di dunia tinggal di wilayah perkotaan dan pada tahun 2050 akan meningkat menjadi 70 persen. Migrasi mengganggu panas keseimbangan energi di daerah perkotaan dibandingkan dengan daerah pinggiran kota atau pedesaan sekitarnya, menghasilkan fenomena perbedaan suhu yang dikenal sebagai urban heat island. Tangerang Selatan merupakan salah satu kabupaten berhimpit dengan kota DKI Jakarta yang dikenal sebagai mega cities dunia sehingga memiliki kerentanan sebagai tujuan migrasi. Sehingga perlu dilakukan kajian yang dapat memberikan gambaran ke masa depan terhadap timbulnya potensi fenomena urban heat island (UHI) yang dapat digunakan sebagai mitigasi akan dampak perubahan iklim. Hasilnya dari tahun 2004 dan 2020 terjadi kenaikan indeks UHI sebesar 0,3°C. Fenomena UHI yang terjadi di Kota Tangerang Selatan ini juga merupakan akibat pembangunan yang ada di DKI Jakarta sehingga untuk daerah-daerah yang berbatasan langsung dengan DKI Jakarta seperti Pondok Karya, Pondok Betung, dan Cirendeu wilayahnya semakin padat dan kepadatannya akan semakin meluas karena akibat dari pertumbuhan kota Jakarta akan mengalami pertumbuhan perkotaan.

**Kata Kunci:** urban heat island; land surface temperature; NDVI; NDBI; land use

**Abstract.** The industrial revolution has opened up opportunities for changing people's lives from an agrarian economic activity to an industry-based economy, so that many people mass produced the phenomenon of migration. In 2018, 55% of the world's population lived in urban areas, and by 2050 this will increase to 70 percent. Migration disturbs the heat energy balance in urban areas as compared to suburban or surrounding areas, resulting in a temperature difference phenomenon known as the urban heat island. South Tangerang is one of the districts adjacent to the city of DKI Jakarta, which is known as the world's biggest city, so it has vulnerability as a migration destination. It is necessary to conduct a study that can provide an overview of the future phenomena of the emergence of potential urban heat islands (UHI) that can be used as mitigation of the impacts of climate change. As a result, the UHI Index increased by 0.30 degrees Celsius between 2004 and 2020. The UHI phenomenon that occurs in South Tangerang City is also a result of existing developments in DKI Jakarta for areas that are directly connected to DKI Jakarta, such as Pondok Karya, Pondok Betung, and Cirendeu, which will experience urban growth.

**Keyword:** urban heat island; land surface temperature; NDVI; NDBI; land use

### PENDAHULUAN

Revolusi industri membuat pertumbuhan dan perkembangan kota meningkat secara signifikan. Dimulai sejak abad ke-18 gaya hidup masyarakat berubah secara permanen hingga saat ini. Revolusi industri membuka peluang dalam mengubah kehidupan masyarakat dari kegiatan perekonomian agraris ke perekonomian berbasis industri sehingga banyak masyarakat yang secara massif melakukan fenomena migrasi. Pada tahun 2018 terdapat 55% populasi di dunia tinggal di wilayah perkotaan dan pada tahun 2050 akan meningkat menjadi 70 persen (United Nations, 2019). Seiring dengan berkembangnya kota, migrasi menggantikan ruang

hijau dengan struktur buatan seperti gedung dan jalan. Fenomena migrasi tersebut akan mempengaruhi tata kelola lahan, penurunan index vegetasi hingga merubah karakteristik fisik permukaan perkotaan. Migrasi mengganggu panas keseimbangan energi di daerah perkotaan dibandingkan dengan daerah pinggiran kota atau pedesaan sekitarnya, menghasilkan fenomena perbedaan suhu yang dikenal sebagai *urban heat island* (Sharma dkk., 2019).

Dampak dari migrasi menyebabkan suatu wilayah rentan terhadap adanya perubahan iklim yang saat ini intensitasnya semakin besar terjadi. (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2018)

melaporkan bahwa telah terjadi beberapa perubahan iklim ekstrim dengan intensitas dan frekuensi yang meningkat karena kenaikan suhu sebesar 0,5 °C. Wilayah perkotaan akan lebih rentan terhadap gelombang panas dibandingkan dengan wilayah pedesaan karena adanya UHI (Grimmond, 2007). Zona-zona panas tersebut kebanyakan berada di tempat yang terdapat populasi. Dengan naiknya suhu di zona tersebut, tempat tersebut akan menjadi rentan terhadap kondisi cuaca yang ekstrim.

Perubahan penggunaan lahan di wilayah Jabodetabek sangat dinamis karena kebutuhan akan permukiman dan konversi lahan pertanian (Wilonoyudho dkk., 2017). Perubahan penggunaan lahan oleh aktivitas manusia, dinyatakan dengan migrasi, dan hasilnya menunjukkan kondisi suhu baik suhu udara maupun permukaan tanah berubah (Wibowo, 2013). Teori sumber daya mengatakan bahwa ekonomi pembangunan tergantung pada sumber daya alam dan permintaan komoditas yang dihasilkan dari sumber daya tersebut (Perloff dan Wingo, 1961). Pertumbuhan penduduk yang cepat akan meningkatkan konsumsi sumber daya alam dan mengurangi kualitas ekosistem dimana faktor kuncinya adalah migrasi yang disebabkan oleh iklim (Wahyuni dkk., 2020).

Indonesia pertumbuhan negaranya sangat bergantung pada sumber daya alam perlu mewaspada dampak adanya pemansan kota dan perubahan iklim akibat migrasi. Tangerang Selatan merupakan salah satu kabupaten yang berhimpit dengan kota DKI Jakarta yang dikenal sebagai mega cities dunia sehingga memiliki kerentanan sebagai tujuan migrasi. Berpusat 30 KM sebelah barat dari kota DKI Jakarta menjadikan wilayah Tangerang Selatan sebagai tempat tinggal yang ideal untuk pekerja di Jakarta dan sebagai bagian kota megapolitan di Jabodetabek.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan diatas perlu adanya pembahasan terkait adanya analisis perubahan suhu dan kerapatan bangunan di Tangerang Selatan sehingga dapat memberikan gambaran ke masa depan terhadap timbulnya potensi fenomena *urban heat island* yang dapat

digunakan sebagai mitigasi akan dampak perubahan iklim. Pertumbuhan penduduk disertai dengan peningkatan luas permukaan perkotaan, perumahan, jalan raya, transportasi umum dan layanan lainnya semuanya mempengaruhi keseimbangan energi permukaan dapat mengakibatkan perubahan di atmosfer (Grawe dkk., 2013). *Urban Heat Island* (UHI) yang pertama kali diperkenalkan oleh Howard pada tahun 1833 yang mendokumentasikan analisis suhu di sekitar London, ia menggambarkan sebuah kota lebih hangat dari pedesaannya (Stewart, 2011).

Efek UHI berdampak pada meningkatnya peristiwa meteorologi seperti meningkatnya curah hujan, kebutuhan energi, ancaman terhadap kualitas lingkungan, dan berkontribusi terhadap pemanasan global (Kikegawa dan Genchi, 2006). Tangerang Selatan memiliki topografi rendah. Secara morfologi Tangerang Selatan dibagi atas tiga karakteristik yaitu dataran, perbukitan landai – sedang, dan perbukitan terjal. Secara umum suhu udara rata-rata di Tangerang Selatan berkisar 27-30°C dengan suhu udara temperature maksimum bisa mencapai 37°C. Suhu ini akan terus meningkat, wilayah perkotaan akan terancam dengan adanya gelombang panas jika tidak dilakukan upaya mitigasi untuk perubahan iklim di masa depan. Atas dasar pemahaman tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mendeteksi fenomena UHI berdasarkan analisa *Land Surface Temperature* (LST), penggunaan lahan dan kerapatan bangunan di Provinsi Tangerang Selatan dan mensintesa dampak dari adanya *UHI* dari sisi mikro klimatologis.

## **METODE**

Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data Landsat 8 *Operational Land Imager* dan *Thermal Infrared Sensor* (OLI/TIRS) untuk tahun 2020 dan Landsat 5 *Enhanced Thematic Mapper plus* (ETM+) untuk tahun 2004 sehingga informasi terkait indeks kehijauan, kerapatan bangunan, tutupan lahan dan distribusi suhu permukaan tanah (LST) bisa diperoleh. Satelit landsat 5 diluncurkan pada tanggal 1 Maret 1984 hingga November 2011. Satelit landsat 8 diluncurkan pada tanggal 11 Februari 2013 dan

masih beroperasi hingga saat ini. Citra Landsat dipilih karena memiliki resolusi spasial yang baik.

### Google Earth Engine

Pada penelitian ini Penulis menggunakan platform *Google Earth Engine* (GEE) untuk metode pengolahan dan akuisisi datanya. (Mutanga dan Kumar, 2019) GEE adalah platform komputasi awan yang di rancang untuk menyimpan dan memproses kumpulan data yang sangat besar (pada skala petabyte) untuk analisis dan pengambilan keputusan akhir. Citra Landsat 8 OLI/TIRS yang digunakan pada GEE telah terkoreksi radiometrik dan atmosferik, sehingga tidak perlu lagi dilakukan koreksi untuk menghindari bias reflektansi yang dihasilkan (Dewantoro dkk., 2021). Semua pemrosesan data tersebut menggunakan aplikasi *open source Google Earth Engine* (GEE) dalam *code editor* yang telah disediakan oleh platform tersebut. Pada pengolahan data baik pada LST, NDBI, dan NDVI Penulis memanfaatkan script algoritma Landsat yang tersedia pada Google Developers.

Beberapa kelebihan dalam penggunaan platform GEE adalah pengguna dapat mengakses secara bebas, memangkas waktu dalam processing image, dan tidak membutuhkan storage yang besar. GEE memudahkan kita dalam melakukan *processing* data citra satelit yang memiliki ukuran data sangat besar

### Normalized Difference Vegetation Index

*Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) adalah indeks kehijauan atau aktivitas fotosintesis vegetasi yang paling sering digunakan untuk memperoleh kerapatan vegetasi suatu wilayah (Sentinel-a dkk., 2018). Seringkali digunakan untuk mendeskripsikan tutupan lahan di suatu wilayah. Data indeks spectral NDVI pada landsat 8 berada pada kanal 4 *red* (0.636 – 0.673  $\mu\text{m}$ ) dan 5 *near-infrared* (0.851 – 0.879  $\mu\text{m}$ ) sedangkan pada landsat 5 berada pada kanal 3 *Visible* (0.63 – 0.69  $\mu\text{m}$ ) dan 4 *Near-Infrared* (0.76 – 0.90  $\mu\text{m}$ ). Persamaannya dapat dinotasikan sebagai berikut:

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

Dimana TS adalah suhu permukaan, T adalah suhu kecerahan,  $\lambda$  adalah panjang gelombang dari radiasi yang dipancarkan,  $\theta$  adalah  $hc/\theta$  (besarnya =  $1,438 \times 10^{-2}$  mK), E adalah emisivitas objek, dan 273 adalah nilai untuk konversi suhu dalam satuan Kelvin menjadi Celcius.

**Tabel 1.** Klasifikasi Tingkat Kehijauan Vegetasi pada Citra Landsat - 8

Nilai Indeks Vegetasi	Tingkat Kehijauan Vegetasi
<0.3	Non Vegetasi
0.3 – 0.4	Rendah
0.4 – 0.6	Sedang
>0.6	Tinggi

Sumber: Wibowo, dkk., 2015

### Normalized Differenced Built-Up Index (NDBI)

NDBI dikembangkan oleh (Zhao dan Chen, 2005) yang digunakan untuk mengkalkulasi area terbangun dengan menggunakan persamaan :

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

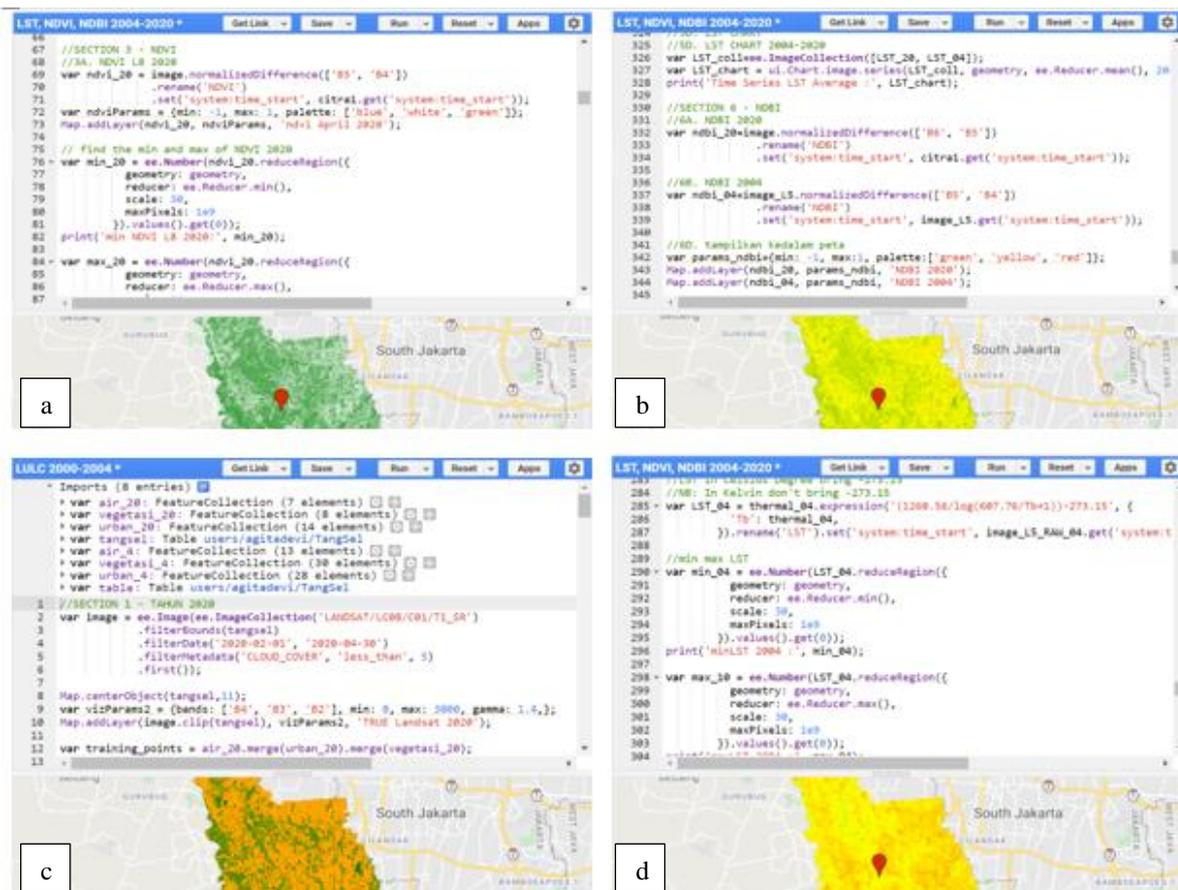
Dengan MIR (*middle infrared channel*) yang terdapat pada kanal 5 pada landsat  $ETM^+$  dan NIR (*Near Infrared Band*) terdapat pada kanal 4 di landsat  $ETM^+$ .

**Tabel 2.** Klasifikasi Tingkat Kerapatan Bangunan pada Citra Landsat -8

Nilai Indeks Kerapatan	Tingkat Kerapatan Bangunan
<-0.15	Non Bangunan
-0.15 – (-0.1)	Rendah
-0.1 – 0.1	Sedang
>0.1	Tinggi

Sumber : (Wibowo dkk., 2015)

### Tutupan dan Penggunaan Lahan (*Land Use Land Cover*)



Gambar 1. (a), (b), (c), dan (d) Tampilan hasil *processing image* NDVI, NDBI, Land Use dan LST pada Google Earth Engine. (Sumber : Pengolahan Data, 2021)

Penutupan lahan (*land cover*) merupakan perwujudan fisik suatu objek yang menutupi lahan tanpa mempersoalkan kegiatan manusia terhadap objek tersebut (Utomo dkk., 2017). Klasifikasi tutupan lahan dan klasifikasi penggunaan lahan digunakan sebagai pedoman atau acuan dalam proses interpretasi citra penginderaan jauh untuk tujuan pembuatan peta tutupan lahan maupun peta penggunaan lahan (Sampurno dan Thoriq, 2016). Dalam penelitian ini klasifikasi penggunaan dan tutupan lahan menggunakan training point yang dibedakan menjadi tiga kelas yaitu badan air, vegetasi dan Lahan Terbangun.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Kerapatan vegetasi dalam penelitian ini diperoleh dengan menggunakan teknik NDVI. Hasil pengolahan GEE (Gambar 2a dan 2b) pada tahun 2004 menunjukkan bahwa wilayah Tangerang Selatan

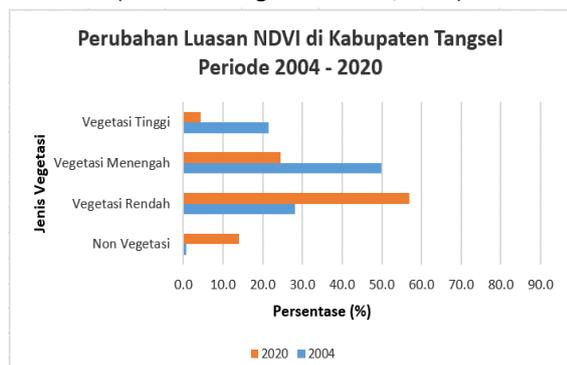
masih didominasi oleh vegetasi menengah dengan persentase cakupan sebesar 49,8%. Perubahan terbesar terlihat pada tahun 2020 berubah di dominasi oleh vegetasi rendah dengan persentase cakupan sebesar 57% (Tabel 1). pada wilayah Pondok Jaya, Pondok Jagung, Jurang Mangu, Sawah, Serua Indah, Serua, Cipayung, Bambu Apus, Benda Baru, Perigi, Perigi Baru, Rawa Mekar Jaya, Ciater, Lengkong Gudang Timur, Jombang, Serpong, Kademangan, Buaran, Babakan, dan Pamulang Timur.

Kerapatan bangunan dalam penelitian ini diperoleh dengan menggunakan teknik NDBI. Hasil pengolahan GEE (gambar 3a dan 3b) pada tahun 2004 menunjukkan bahwa wilayah Kota Tangerang Selatan masih didominasi oleh wilayah non bangunan dengan persentase cakupan sebesar 82%. Pada tahun 2020 berubah di dominasi oleh wilayah dengan kepadatan rendah dengan persentase

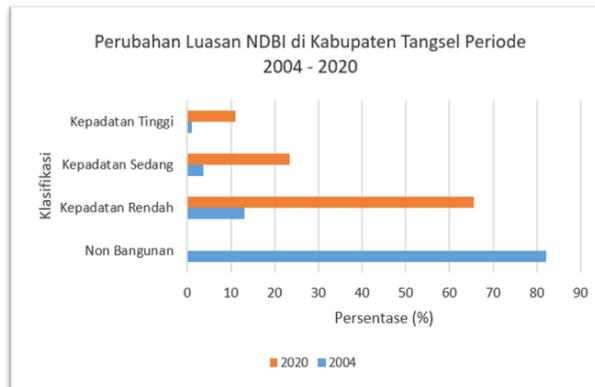
cakupan sebesar 65% (Tabel 2). Perubahan terbesar terlihat pada wilayah Pondok Jaya, Pondok Jagung, Pondok Kacang Barat, Pondok Kacang Timur, Pondok Aren, Jurang Mangu Barat, Jurang Mangu Timur, Pondok Karya, Pondok Betung, Rengas, Pondok Ranji, Pondok Cabe, Benda Baru, Pamulang, Cipayung, Kedaung, Setu, dan Jombang. Wilayah dengan konsentrasi kerapatan tertinggi berada di daerah Jurang Mangu Barat, Jurang Mangu Timur, Pondok Karya, Pondok Betung, Kedaung, Ciputat, Rempoa, Pamulang, Jombang dan Setu.

Dalam analisis klasifikasi penggunaan lahan di kota Tangerang Selatan diklasifikasikan menjadi tiga kelas antara lain badan air, Lahan Terbangun dan vegetasi (gambar 4). Pada tahun 2004 persentase area untuk badan air sebesar 14,8%, Lahan Terbangun 39%, vegetasi 46,1%. Pada tahun 2020 badan air dan vegetasi mengalami penurunan hingga areanya menjadi 0,7% dan 36,6%. Sebaliknya area Lahan Terbangun mengalami kenaikan yaitu menjadi 62,7% (tabel 3).

**Tabel 1.** Persentase kelas NDVI di Kota Tangerang Selatan. (Sumber: Pengolahan Data, 2021)



**Tabel 2.** Persentase kelas NDBI di Kota Tangerang Selatan. (Sumber: Pengolahan Data, 2021)

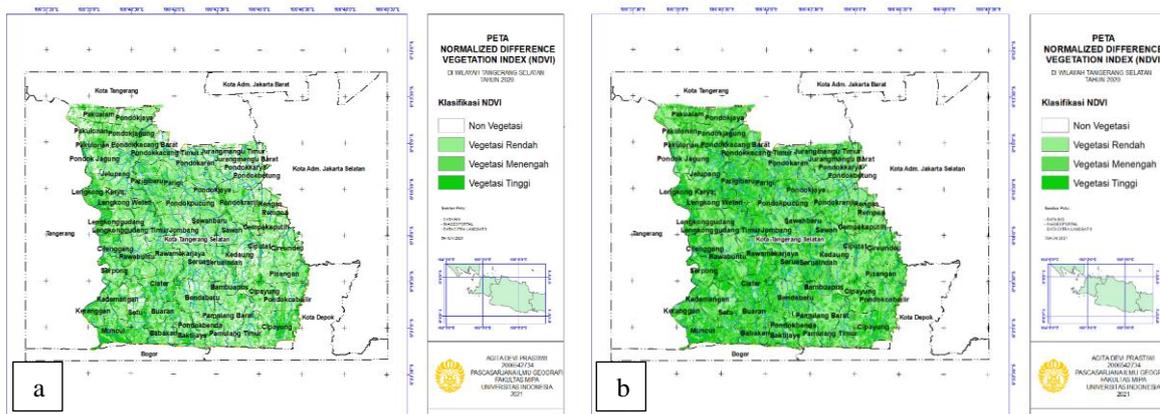


**Tabel 3.** Persentase kelas LULC di Kota Tangerang Selatan (Sumber: Pengolahan Data, 2021)

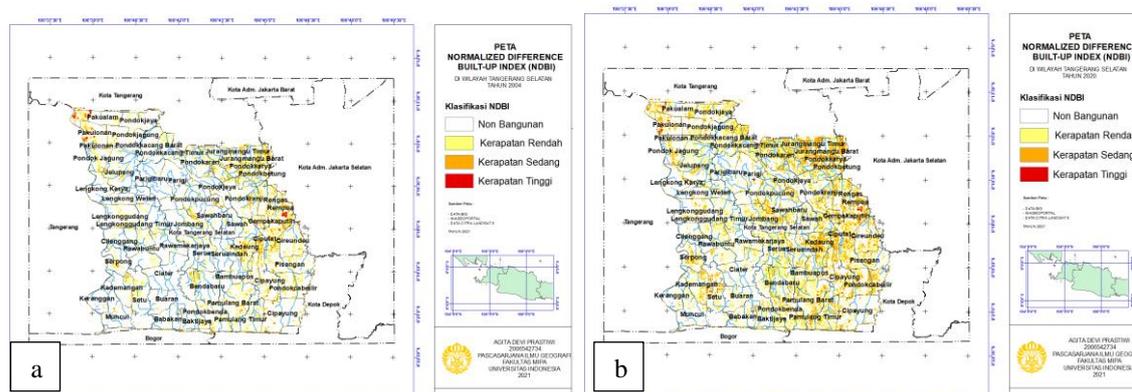


**Tabel 4.** Persentase *land surface temperature* (LST) di Kota Tangerang Selatan





Gambar 2. (a) dan (b) Peta sebaran NDVI pada tahun 2004 dan 2020 di Kota Tangerang Selatan. (Sumber : Pengolahan Data, 2021)

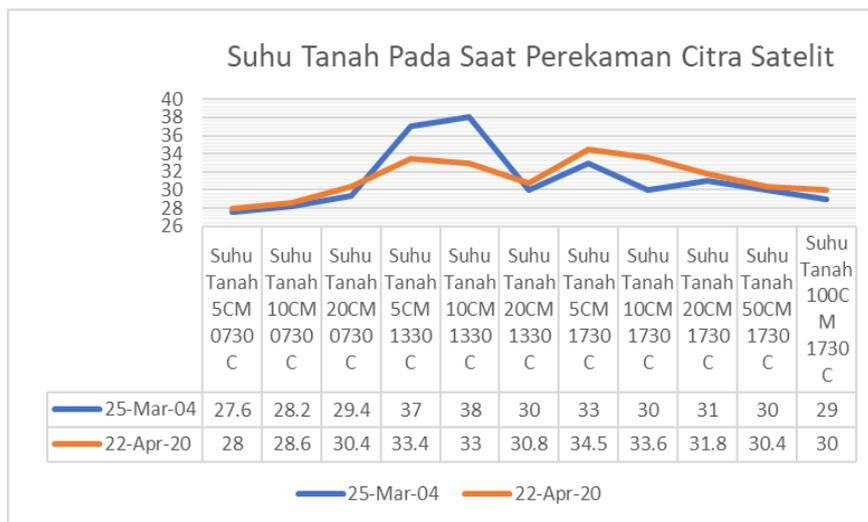


Gambar 3. (a) dan (b) Peta sebaran NDBI pada tahun 2004 dan 2020 di Kota Tangerang Selatan. (Sumber: Pengolahan Data, 2021)

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari landsat 5 tanggal 25 Maret 2004 suhu maksimum di Kota Tangerang Selatan sebesar 37,6°C dengan luas daerahnya 1,42 km<sup>2</sup> berada di wilayah Kelurahan Setu, Kademangan, Rempoa, Pondok Cabe serta sebagian kecil di wilayah Rempoa dan Kedaung. Hasil perekaman citra satelit landsat 8 tanggal 22 April 2020 suhu maksimum di Kota Tangerang Selatan sebesar 34°C dengan luas daerahnya 0,07 km<sup>2</sup> berada di daerah Rempoa.

Analisis distribusi LST di kota Tangerang Selatan pada tahun 2004 (gambar 5) secara umum berada pada rentang suhu 28-32°C persentase luas wilayahnya sebesar 55,65% atau 91,52 km<sup>2</sup>. Terdapat suhu diatas rentang 32°C dengan persentase 0,86% berada di wilayah Kademangan, Pondok Cabe, dan di beberapa wilayah kecil lainnya seperti Kedaung,

Benda Baru, dan Rempoa. Pada tahun 2020 rentang suhu 28-32°C persentasenya meningkat menjadi 75,50% atau 124,33 km<sup>2</sup>. Di wilayah Lengkong Raya, Karanggan, Muncul, Ciater, Cirendeu, dan Perigi Baru yang rentang suhunya masih berkisar 24-28°C (tabel 4). Sangat sulit menentukan nilai LST yang paling baik dengan kondisi perekaman yang sama diantara keduanya karena pengukurannya sangat dipengaruhi oleh kondisi fisis atmosfer pada saat itu. Sehingga akan lebih relevan jika data hasil perekaman satelit dibandingkan dengan data actual pada waktu yang sama saat perekaman yakni pada tanggal 25 Maret 2004 dan 22 April 2020 (grafik 1). Hasil pengukuran suhu tanah di Stasiun Klimatologi Pondok Betung pada pengukuran di pagi dan sore hari pada kedalaman 5cm hingga 20cm tahun 2020 suhunya



Grafik 1 Validasi Data BMKG Pada Saat Perekaman Citra

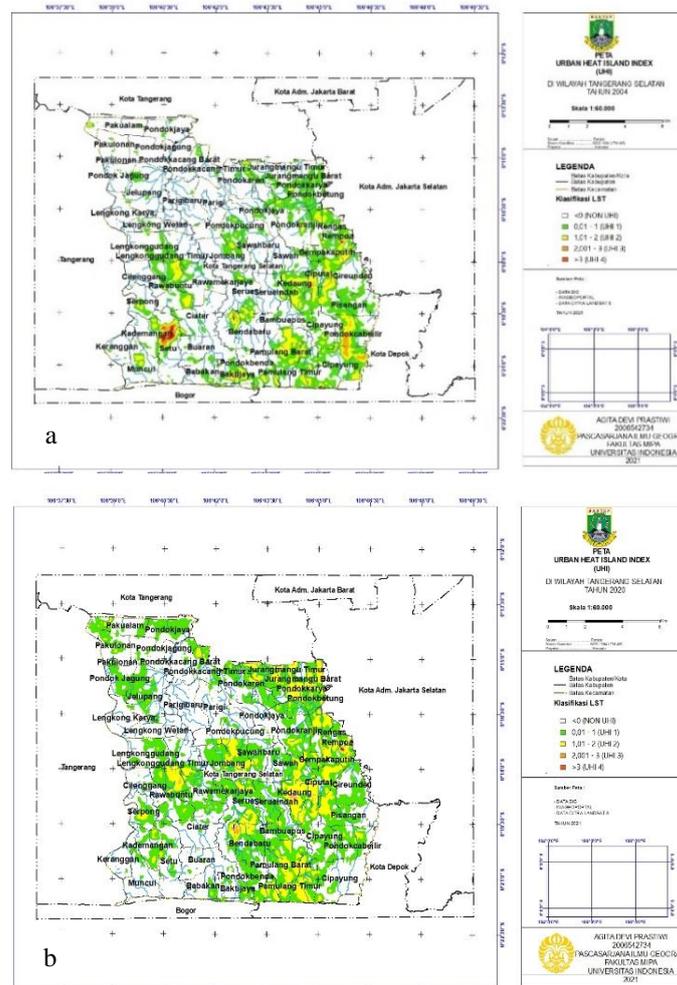


Grafik 2 Validasi Data BMKG Pada Saat Perekaman Citra

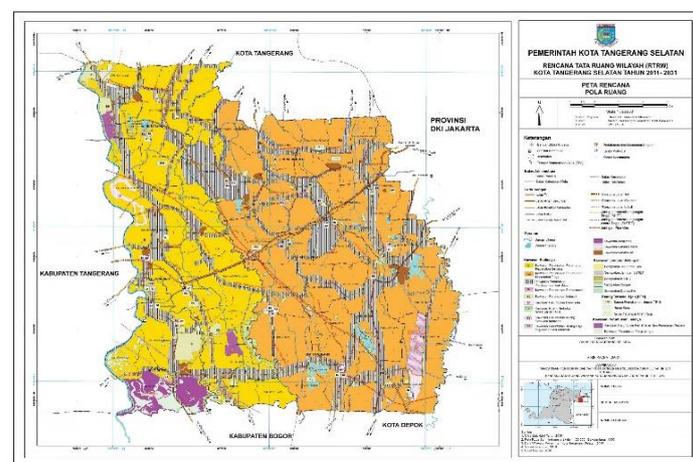
lebih panas, namun pengukuran di siang hari menunjukkan tahun 2004 suhunya lebih panas

Data hasil pengamatan BMKG juga mencatat bahwa suhu maksimum pada waktu yang sama tahun 2004 nilainya 35,2°C dan tahun 2020 sebesar 34,2°C. Namun secara spasial sebaran LST di Kota Tangerang Selatan lebih panas dibandingkan dengan tahun 2004. Perubahan distribusi LST secara spasial ini ternyata meningkatkan jumlah curah hujan tahunannya. Berdasarkan data yang di dapatkan dari Stasiun Klimatologi Pondok Betung curah hujan tahunan tahun 2004 sebesar 2245,8 mm sedangkan pada tahun 2020 sebesar 2693,3 mm atau lebih tinggi 447,5 mm (grafik 2).

Berdasarkan pengolahan data lebih lanjut dari LST dilakukan perhitungan lebih lanjut untuk pembagian klasifikasi rentang UHI (gambar 6) terdiri dari 5 kelas yaitu Non UHI, UHI1, UHI2, dan UHI3 dimana pada tahun 2004 rentang indeks UHI berkisar antara -9 – 8 dan pada tahun 2020 berkisar antara -4,0 – 5 didapatkan bahwa ambang batas UHI di Kota Tangerang Selatan pada tahun 2004 sebesar 29,09°C dan tahun 2020 sebesar 29,41°C terjadi kenaikan ambang batas UHI sebesar 0,32°C. Pada tahun 2004 sebaran indeks UHI masih tersebar secara tidak beraturan namun pada tahun 2020 mulai tersebar dan memenuhi bagian barat hingga tengah Kota Tangerang Selatan.



Gambar 6. Peta Indeks Urban Heat Island pada tahun 2004 (a) dan 2020 (b) di Kota Tangerang Selatan. (Sumber: Pengolahan Data, 2021).



Gambar 7. Peta RTRW Kota Tangerang Selatan (Sumber: Pengolahan Data, 2021)

Merujuk pada RTRW kota Tangerang Selatan 2011 – 2031 bahwa kecamatan Pondok Aren,

Ciputat, Ciputat Timur, dan Pamulang merupakan kawasan untuk perumahan dengan kepadatan tinggi sedangkan kecamatan Setu dan Serpong Utara

merupakan daerah industri sehingga pada tahun 2020 wilayahnya banyak yang mengalami kenaikan suhu. Dinamika ini menunjukkan adanya alih fungsi lahan menjadi build-up area akibat pertumbuhan jumlah penduduk penduduk maupun urban sprawl (Sobrin, Jiménez-Muñoz, and Paolini 2004).

## **PENUTUP**

### **Simpulan dan Saran**

Berdasarkan hasil analisis spasial NDVI, NDBI, Penggunaan Lahan, LST dan indeks UHI Kota Tangerang Selatan dapat diketahui bahwa telah terjadi kenaikan indeks urban heat island sebesar 0,3°C antara tahun 2004 dan 2020. Terjadi perubahan pola distribusi spasial UHI dimana pada tahun 2004 polanya tidak merata namun sudah mulai terlihat untuk wilayah di Jurang mangu barat, Pondok Aren, Pondok Betung, Pondok Ranji, Rengas, Rempoa, Cempaka Putih, Ciputat, Kedaung, Pisangan, Pondok Cabe, Pamulang, Kademangan, Pondok Pucung sudah mulai mengalami pemasanan kemudian pada tahun 2020 distribusi kenaikan suhu mulai menyebar ke wilayah lainnya seperti Pakualam, Pondok Jaya, Jurang Mangu Timur, Pondok Karya, Pondok Jagung, Jelupang, Serpong, Jombang, Rawabuntu, Sawah baru, Serua, Serua Indah, Rawamekarjaya, Pamulang Barat, Pamulang Timur, dan Pondok Benda. Distribusi spasial indeks UHI ini sesuai dengan peta RTRW Kota Tangerang Selatan dimana mengikuti pola kepadatan Lahan Terbangun yang ada. Fenomena UHI yang terjadi di Kota Tangerang Selatan ini juga merupakan akibat pembangunan yang ada di DKI Jakarta sehingga untuk daerah-daerah yang berbatasan langsung dengan DKI Jakarta seperti Pondok Karya, Pondok Betung, dan Cirendeu wilayahnya semakin padat dan kepadatannya akan semakin meluas karena akibat dari pertumbuhan kota Jakarta.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Dewantoro, B.E.B., Natani, P.A. dan Islamiah, Z. (2021), "Analisis Surface Urban Heat Island Menggunakan Teknik Penginderaan Jauh Berbasis Cloud Computing Pada Google Earth Engine Di Kota Samarinda", *Seminar Nasional Geomatika*, hal. 75. <http://doi.org/10.24895/sng.2020.0-0.1122>.
- Grawe, D., Thompson, H.L., Salmond, J.A., Cai, X.M. dan Schlünzen, K.H. (2013), "Modelling the impact of urbanisation on regional climate in the Greater London Area", *International Journal of Climatology*, Vol.33, No.10, hal. 2388–2401. <http://doi.org/10.1002/joc.3589>.
- Grimmond, S. (2007), "Urbanization and Global Environmental Change: Local Effects of Urban Warming", *The Geographical Journal*, Vol.173, No.1, hal. 83–88. [http://doi.org/10.1111/j.1475-4959.2007.232\\_3.x](http://doi.org/10.1111/j.1475-4959.2007.232_3.x).
- Kikegawa, Y. dan Genchi, Y. (2006), *APPLIED Impacts of city-block-scale countermeasures against urban heat-island phenomena upon a building's energy-consumption for air-conditioning*, Vol.83, hal. 649–668. <http://doi.org/10.1016/j.apenergy.2005.06.001>.
- Mutanga, O. dan Kumar, L. (2019), "Google earth engine applications", *Remote Sensing*, Vol.11, No.5, hal. 1–5. <http://doi.org/10.3390/rs11050591>.
- Sampurno, R. dan Thoriq, A. (2016), "KLASIFIKASI TUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT 8 OPERATIONAL LAND IMAGER (OLI) DI KABUPATEN SUMEDANG", *Jurnal Teknotan*, Vol.10, hal. 61–70. <http://doi.org/10.24198/jt.vol10n2.9>.
- Sentinel-a, M.C.S., Kasus, S. dan Demak, K. (2018), "Analisis Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Dengan Metode Normalized Difference Vegetation Index Dan Soil Adjusted Vegetation Index Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2a (Studi Kasus: Kabupaten Demak)", *Jurnal Geodesi Undip*, Vol.7, No.1, hal. 202–211.
- Sharma, R., Hooyberghs, H., Lauwaet, D. dan De Ridder, K. (2019), "Urban Heat Island and Future Climate Change—Implications for Delhi's Heat", *Journal of Urban Health*, Vol.96, No.2, hal. 235–251. <http://doi.org/10.1007/s11524-018-0322-y>.
- Stewart, I.D. (2011), "A systematic review and scientific critique of methodology in modern urban heat island literature", *International Journal of Climatology*, Vol.31, No.2, hal. 200–217. <http://doi.org/10.1002/joc.2141>.

- Utomo, A., Suprayogi, A. dan Sasmito, B. (2017), "Analisis Hubungan Variasi Land Surface Temperature Dengan Kelas Tutupan Lahan Menggunakan Data Citra Satelit Landsat (Studi Kasus : Kabupaten Pati)", *Jurnal Geodesi Undip*, Vol.6, No.2, hal. 71–80.
- Wahyuni, E.S., Rachmat, S.H. dan Nurdinawati, D. (2020), "Population, Migration and Climate Change", *Sodality: Jurnal Sosiologi Pedesaan*, Vol.8, No.2, hal. 84–96. <http://doi.org/10.22500/8202031915>.
- Wibowo, A. (2013), "Spatial - Temporal Analysis of Urban Heat Island in Tangerang City", *Indonesian Journal of Geography*, Vol.45, No.2, hal. 101–115. <http://doi.org/10.22146/indo.j.geog.4867>.
- Wilsonoyudho, S., Rijanta, R., Keban, Y.T. dan Setiawan, B. (2017), "Urbanization and regional imbalances in Indonesia", *Indonesian Journal of Geography*, Vol.49, No.2, hal. 125–132. <http://doi.org/10.22146/ijg.13039>.
- Zhao, H. dan Chen, X. (2005), "Use of normalized difference bareness index in quickly mapping bare areas from TM/ETM+", *International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, Vol.3, hal. 1666–1668. <http://doi.org/10.1109/igarss.2005.1526319>.
-