

Identifikasi *Urban Heat Island* Kota Padang Menggunakan Teknik Pengindraan Jauh dan Sistem Informasi Geografis

Fajrin^{1*} dan Dwi Marsiska Driptufany¹

¹Jurusan Teknik Geodesi, Institut Teknologi Padang, Jl. Gajah Mada Kandis Nanggalo,
Padang – 25 143, Indonesia

Email: fajringeo@gmail.com

Dikirim: 18 September 2018

Direvisi: 15 Oktober 2018

Diterima: 12 November 2018

ABSTRAK

Urban Heat Island (UHI) adalah sebuah fenomena lingkungan di mana suhu (misalnya bangunan, beton, aspal dan aktivitas industri) di daerah perkotaan secara signifikan lebih tinggi daripada di daerah pedesaan di dekatnya. Banyak bukti telah membuktikan bahwa itu dapat menyebabkan beberapa efek buruk bagi masyarakat, seperti peningkatan konsumsi energi. Suhu permukaan tanah (LST) diambil dari tiga perekaman data Landsat multitemporal untuk menganalisis pola spasial termal dan intensitas permukaan. UHI tidak dapat diketahui hanya melalui pemrosesan citra tanpa mengidentifikasinya dan analisa spasial melalui Sistem Informasi Geografis (SIG), proses penelitian ini ditandai dengan mengkonversi *digital number* pada citra satelit Landsat 7ETM+ dan Landsat 8 OLI/TIRS pada Band *Thermal* untuk menghasilkan LST, proses selanjutnya dilakukan di lingkungan perangkat lunak SIG untuk memperoleh sebaran UHI. Hasil analisa sebaran suhu permukaan daratan (LST) menunjukkan bahwa suhu maksimum kota padang tahun 2007 hingga 2013, terjadi kenaikan nilai suhu maksimum daratan kota padang sebesar 3.84⁰C. Sedangkan untuk tahun 2013 hingga 2017 terjadi kenaikan suhu permukaan daratan 1.57⁰C. Sementara itu untuk sebaran UHI kota padang pada periode pengamatan mengalami peningkatan yang signifikan, terdistribusi hampir keseluruhan wilayah pinggiran kota dengan luas awal tahun 2007 yakni 31, 37 Ha menjadi 8.754,60 Ha pada tahun 2017.

Kata kunci: Landsat, LST, UHI

1. PENDAHULUAN

Tren urbanisasi yang meningkat memiliki berbagai dampak lingkungan dan tampaknya tidak pernah berakhir dengan peningkatan yang terus menerus dan cepat serta masih diproyeksikan meningkat lebih cepat (World Bank, 2012). Peningkatan populasi ini dapat meningkatkan kerentanan terhadap masalah pemanasan kota karena jumlah orang yang tinggal di daerah perkotaan diperkirakan akan tumbuh menjadi lima miliar pada tahun 2030 (Memon *et al.*, 2009). Urbanisasi di seluruh dunia telah mengubah lanskap secara signifikan, yang memiliki implikasi iklim penting di seluruh skala karena mengubah secara simultan tutupan lahan alami dan menggantinya menjadi wilayah terbangun. Dampak urbanisasi tersebut di beberapa kota telah menunjukkan munculnya fenomena pulau panas atau *Urban Heat Island* (UHI) seperti kota dinegara berkembang Jakarta dan Lampung (Indonesia) (Manik dan Syukat, 2015), Delhi, Mumbai, Dhaka, Colombo (Kotharkar, 2018) dan kota-kota lainnya.

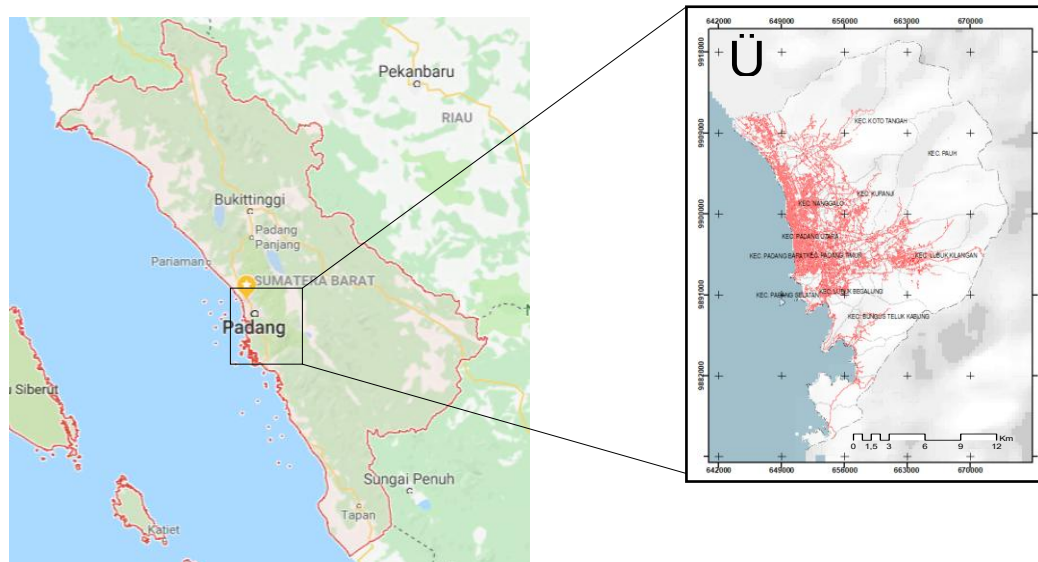
UHI adalah anomali suhu yang mempengaruhi daerah perkotaan besar yang menunjukkan suhu yang lebih tinggi dari pada daerah pedesaan sekitarnya. Intensitas fenomena ini dapat dikuantifikasi sebagai perbedaan maksimum antara suhu rata-rata udara perkotaan dan lingkungan pedesaan sekitarnya. Bangunan, beton, aspal dan aktivitas industri daerah perkotaan menyebabkan UHI (Wong and Jusuf, 2010, Coutts *et al.*, 2012, Clive *et al.*, 2012), dan juga gedung-gedung tinggi dan jalan-jalan sempit dapat memanaskan udara yang terjebak dan mengurangi aliran udara serta diikuti oleh panas dari kendaraan dan pabrik. Lebih jauh permintaan energi untuk mendinginkan ruangan meningkat (Adina *et al.*, 2009) memperparah dampak UHI. LST telah menjadi salah satu parameter yang paling penting yang digunakan dalam menilai keberadaan UHI pada suatu wilayah berdasarkan penerapan citra satelit (Min *et al.*, 2018).

Studi ini secara langsung bertujuan untuk menurunkan suhu permukaan daratan atau *land surface temperature* (LST) perkotaan melalui citra Landsat secara temporal, serta mencoba untuk mendeteksi dan memetakan keberadaan UHI sebagai wilayah yang paling panas dari wilayah sekitarnya yang secara langsung mempengaruhi kota dan berpengaruh dalam kehidupan manusia akibat kenaikan suhu tersebut. UHI tidak dapat diketahui hanya melalui pemrosesan citra tanpa mengidentifikasinya dan analisa spasial melalui Sistem Informasi Geografis (SIG), proses penelitian ini ditandai dengan mengkonversi *digital number* pada citra satelit Landsat 7ETM+ dan Landsat 8 OLI/TIRS pada Band *Thermal* untuk menghasilkan LST, proses selanjutnya dilakukan di lingkungan perangkat lunak SIG untuk memperoleh peta sebaran UHI. Variasi temporal LST dan UHI akan terlihat selama proses penelitian. Hasil tersebut dapat memberikan informasi dan saran untuk perencanaan kota dan perlindungan lingkungan di masa depan. Penelitian berlangsung di Kota Padang sebagai ibu kota provinsi yang merupakan wilayah dengan pertumbuhan cepat di Sumatera Barat.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Wilayah Studi

Padang sebagai ibukota Propinsi Sumatra Barat mempunyai luas wilayah administratif sekitar 1.414,96 km² terletak dipesisir pantai Barat Pulau Sumatra secara geografis berada pada antara 00° 05' 05" BT– 100°34'09"BT dan 00°44'00"LS-01°08'35"LS. Topografi Kota Padang terdiri dari dataran tinggi/perbukitan, dataran rendah, pembangunan kota padang lebih terkonsentrasi dan lebih padat di dataran rendah dan pesisir pantai bagian barat (Gambar 1), ini terjadi karena dipengaruhi oleh topografi bagian timur yang terjal. Ketinggian wilayah Kota Padang dari permukaan laut juga bervariasi, mulai dari 0 m di atas permukaan laut (dpl) sampai > 1.000 m dpl.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2.2 Data dan Metodologi

Penelitian ini berfokus pada analisis suhu permukaan daratan atau *land surface temperature* (LST) pada rentang 10 tahun pengamatan yang diperoleh dari tiga perekaman citra landsat meliputi Landsat 7 ETM+ dan Landsat 8 OLI/TIRS dengan karakteristik citra sebagaimana pada Tabel 1, serta sebaran UHI hasil ekstraksi suhu permukaan daratan. Kota Padang dipilih sebagai daerah studi, karena merupakan pusat kota sumatera barat dengan laju urbanisasi yang cepat dan perubahan penggunaan lahan yang dinamis. Proses ekstraksi suhu permukaan dan perkiraan UHI menggunakan perangkat lunak ENVI 5.1 dan ArcGIS 10.2.

Tabel 1: Karakteristik citra Landsat *Thermal - IR*

Citra	Band	Spektral	Resolusi Spasial (m)	Panjang Gelombang (μm)	Perekaman
Landsat 7 ETM+	6	Thermal- IR	60	10,31 – 12,36	2007-05-16
Landsat 8 OLI/TIRS	10		100	10,60 – 11,16	2013-06-25
					2017-07-22

2.2.1 Ekstraksi suhu permukaan daratan

Suhu permukaan adalah istilah umum, istilah non-spesifik mengacu pada suhu agregat dari semua objek, yang terdiri dari permukaan yang ada. Untuk mengekstraksi suhu permukaan dari pita termal citra Landsat, langkah-langkah berikut telah diikuti.

a. Pengambilan suhu kecerahan dari Landsat 7 ETM+

Citra Landsat 7 ETM + produk 1G yang digunakan untuk mengambil suhu pada tahun 2007. Pendekatan pengambilan suhu digambarkan dalam *Handbook* pengguna Landsat 7. Hal ini disederhanakan dalam dua langkah terpisah sebagai berikut:

Pertama, nilai digital number (DN) pada band 6 dikonversikan menjadi radiansi, dengan menggunakan formula berikut:

$$\text{Radiansi} = \text{gain} \cdot \text{DN} + \text{offset} \quad (1)$$

Yang dapat diekspresikan menjadi:

$$\text{Radiansi} = \frac{L_{\text{Max}} - L_{\text{Min}}}{Q_{\text{CALMax}} - Q_{\text{CALMin}}} * (Q_{\text{cal}} - Q_{\text{calmin}}) + L_{\text{min}} \quad (2)$$

Dimana:

QCALMin = 1,

QCALMax = 225,

QCAL = Digital Number (DN)

LMax dan LMin = radiansi spektral dari band 6 (diperoleh dari *header file* citra).

Selanjutnya, suhu kecerahan satelit diperoleh dari nilai radiansi spectral (tran et al, 2006) dengan persamaan berikut:

$$T = K2 / (\ln(K1/L\lambda + 1)) \quad (3)$$

Dimana

T = suhu kecerahan satelit dalam Kelvin,

K1 = 666,09 (watt/(meter squared*ster*um)) dan

K2 = 128,71 (Kelvin) yang merupakan konstanta kalibrasi.

Lλ = radiansi spektral dalam (watt/(meter squared*ster*um)).

Langkah selanjutnya adalah mengkonversi nilai suhu yang masih dalam satuan Kelvin ke dalam satuan Celcius, formula yang digunakan sebagai berikut:

$$T_{\text{Celcius}} = T_{\text{Kelvin}} - 273.15 \quad (4)$$

b. Pengambilan suhu kecerahan dari Landsat 8 OLI/TIR

Citra Landsat 8 OLI/TIR yang digunakan untuk mengambil suhu pada tahun 2013, 2016. Pendekatan pengambilan suhu digambarkan dalam *Handbook* pengguna Landsat 8 sebagai berikut :

Pertama mengubah digital number (DN) band 10 menjadi radiansi spektral.

$$\text{Reflektan} = \rho\lambda' = M_p * Q_{\text{cal}} + A_p \quad (5)$$

Dimana

ρλ' = Reflektan TOA yang belum terkoreksi sudut matahari,

Mp = faktor skala (Band-specific multiplicative rescaling factor)

Ap = faktor penambah (Band-specific additive rescaling factor) dan Qcal = Nilai piksel (DN).

Selanjutnya, suhu kecerahan satelit diperoleh dari nilai radiansi spectral (tran et al, 2006) dengan persamaan:

$$T = K2 / (\ln(K1/L\lambda + 1)) \quad (6)$$

Dimana

T = Suhu (Kelvin)

Lλ = Nilai radian pada Band *thermal* (Band 10),

K1 dan K2 = konstanta kalibrasi (diperoleh dari metadata Landsat 8).

Langkah selanjutnya adalah mengkonversi nilai suhu yang masih dalam satuan Kelvin kedalam satuan Celcius, formula yang digunakan sebagai berikut:

$$T_{\text{Celcius}} = T_{\text{Kelvin}} - 273.15 \quad (7)$$

3. HASIL DAN DISKUSI

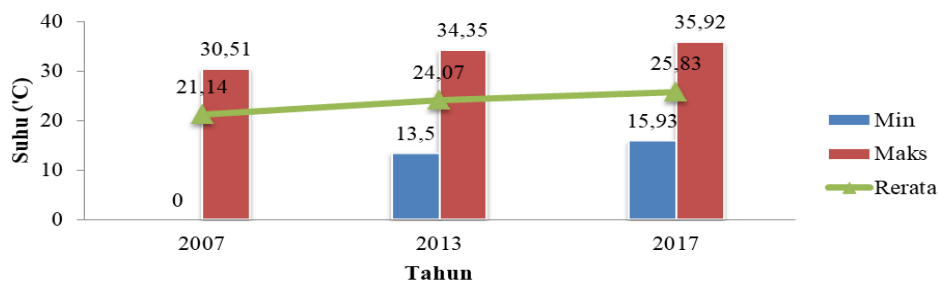
3.1 Spasial Temporal Analisis Suhu Permukaan Daratan

Suhu permukaan daratan dihasilkan dari perhitungan citra Landsat 7 ETM+ dan Landsat 8 OLI/TIRS dengan menggunakan koefisien yang telah ditentukan meliputi *gain*, *offset*, *Mp*, *Qcal*, *Ap*, dan nilai nilai dari K1, K2 yang telah dijelaskan pada bagian metode. Berdasarkan analisa citra satelit Landsat 7 ETM+ perekaman 16 Mei 2007, dapat diketahui bahwa nilai suhu permukaan daratan terendah sebesar 0°C dan tertinggi sebesar 30,51°C, sedangkan suhu rata-rata permukaan daratan sebesar 21,14°C dengan nilai standar deviasi sebesar 2.63 °C. Gangguan atmosferik mengakibatkan beberapa wilayah penelitian mengalami perbedaan suhu yang signifikan dari wilayah sekitarnya, hal ini ditandai dengan adanya nilai suhu berada pada 0°C yang teridentifikasi sebagai tutupan awan.

Sedangkan pada analisa citra Landsat 8 OLI/TIRS perekaman 25 Juni 2013. Dapat diketahui bahwa nilai suhu permukaan daratan terendah sebesar 13,5°C dan tertinggi sebesar 34,35°C. Sedangkan suhu rata-rata permukaan daratan sebesar 24,07°C dengan nilai standar deviasi sebesar 3,55°C. Gangguan atmosferik juga terdapat pada citra Landsat OLI/TIRS perekaman 25 Juni 2013 yang mengakibatkan beberapa wilayah penelitian mengalami perbedaan suhu yang signifikan dari wilayah sekitarnya, hal ini ditandai dengan adanya nilai suhu berada pada 13,5°C yang teridentifikasi sebagai tutupan awan.

Berdasarkan hasil pengolahan citra Landsat 8 OLI/TIRS perekaman 28 juli 2017. Dapat diketahui bahwa nilai suhu permukaan daratan terendah sebesar 15,93°C dan tertinggi sebesar 35,92°C. Sedangkan suhu rata-rata permukaan daratan sebesar 25,83°C dengan nilai standar deviasi sebesar 3,11°C. Namun demikian pada tahun 2017 juga masih terdapat gangguan awan yang ditandai dengan nilai 15,93°C.

Spasio temporal suhu kota padang 2007 – 2017 diklasifikasikan kedalam suhu maksimum, minimum dan rerata, Gambar 2 menunjukkan bahwa suhu maksimum kota padang tahun 2007 berada pada nilai 30,51°C, kemudian mengalami peningkatan di tahun 2013 menjadi nilai 34,35°C. Pada rentang tahun tersebut artinya terjadi kenaikan nilai suhu maksimum daratan kota padang sebesar 3,84°C. Sedangkan untuk tahun 2017 nilai suhu maksimum mencapai 35,92°C, jika dibandingkan dengan nilai suhu daratan kota padang tahun 2013 yakni 34,35°C terjadi kenaikan suhu sebesar 1,57°C. Untuk variasi suhu permukaan daratan kota padang dan visualisasi suhu permukaan kota padang tahun 2007, 2013 dan 2017 dapat dilihat pada Gambar 3.



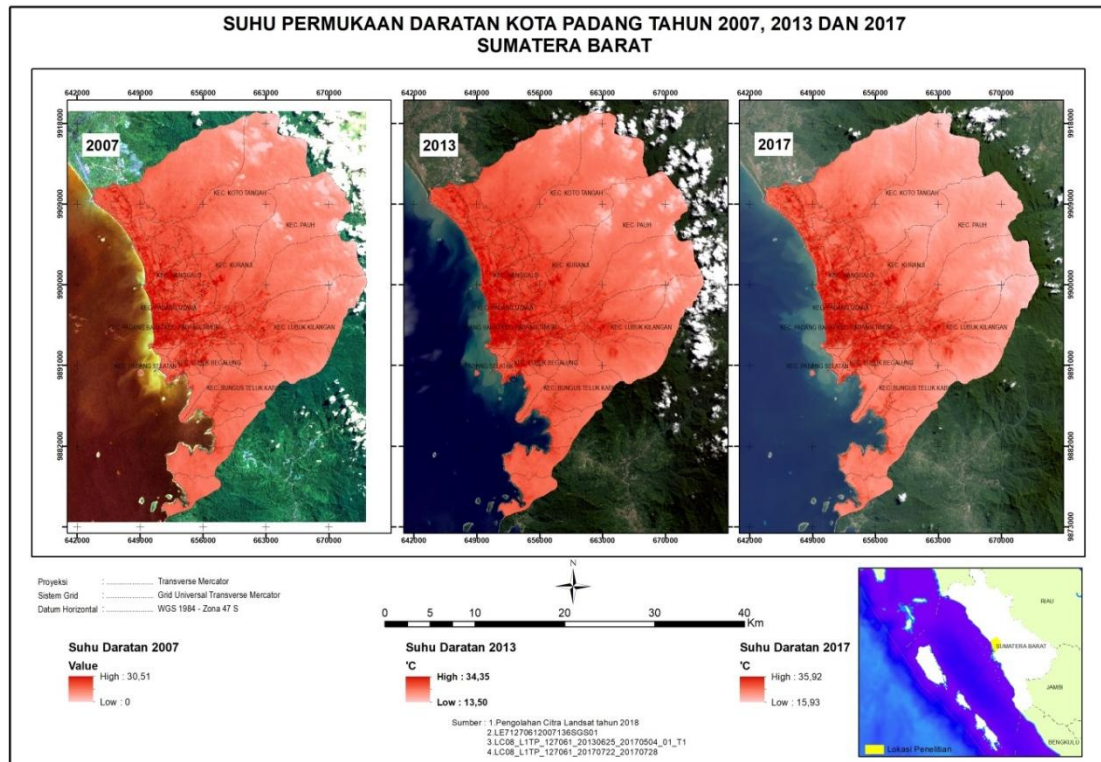
Gambar 2. Suhu maksimum minimum Kota Padang 2007 – 2017

3.2 Spasial Temporal Analisis Urban Heat Island

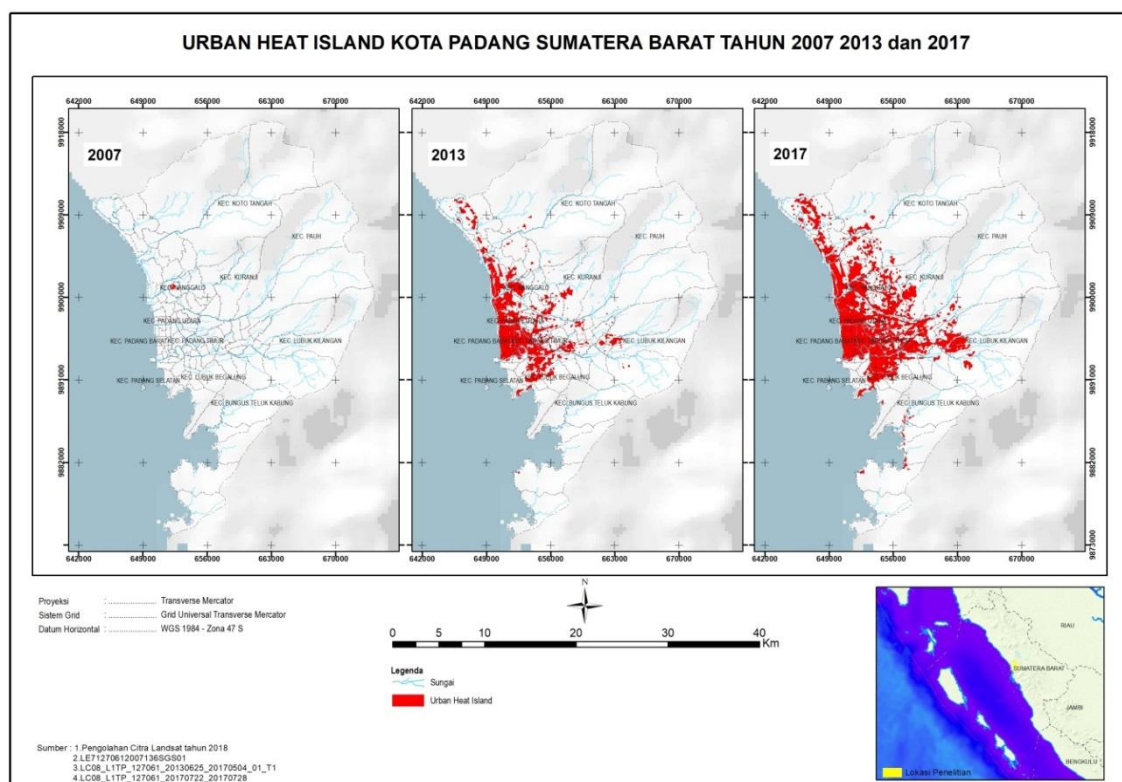
Distribusi spasial LST kota padang memiliki pola berbeda setiap tahun pengamatan. Perbedaan suhu permukaan ditandai dengan gradasi warna (Gambar 4). Suhu maksimum untuk tahun 2007 berada pada 30,25°C kemudian meningkat di tahun 2013 menjadi 34,35°C dan selanjutnya untuk tahun 2017 suhu maksimum meningkat mencapai 35,93°C. Suhu tinggi pada tahun 2007, 2013 dan 2017 meskipun terjadi kenaikan, hal ini diakibatkan oleh proses urbanisasi, yang mana pada tahun 2013 sudah menampilkan arah penyebaran kearah utara kemudian di tahun 2017 lebih merata penyebarannya dari pusat kota kearah timur, utara dan selatan kota padang.

Secara spasial distribusi UHI kota padang meningkat pada setiap tahun pengamatan. Ambang batas ditetapkan untuk tahun 2007 sebesar 29°C karena suhu maksimum yang terekam oleh citra satelit berada pada 30,51°C. Berbeda dengan tahun 2013 dan tahun 2017 ambang batas ditetapkan pada angka 30°C mengingat suhu maksimum mencapai 34,35°C (tahun 2013) dan 35,92 (tahun 2017). Selain itu, intensitas

UHI juga akan meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk urban dan alih fungsi lahan perkotaan menjadi lahan terbangun. Urbanisasi merupakan pendorong utama perubahan penggunaan lahan yang dapat menyebabkan perubahan iklim yang dapat membentuk UHI (Lal *et al.*, 2017, Zhou, 2018).



Gambar 3. Nilai Variasi Suhu Kota Padang Tahun 2007 – 2017



Gambar 4. Distribusi Spasial *Urban Heat Island* Kota Padang

Gambar 4 merupakan visualisasi dari UHI kota Padang pada periode 2007 hingga 2017. Pada tahun 2007 UHI teridentifikasi di bagian utara kota Padang (Kecamatan nanggalo) sebesar 31,37 Ha, kemudian, pada tahun 2013 wilayah UHI meluas 4.261,46 Ha hingga sebagian besar terkonsentrasi di wilayah barat kota Padang (Kec. Nanggalo, Kec. Padang Barat, Kec. Padang Utara, Padang Timur, Kec. Koto Tangah). Sedangkan pada tahun 2017 wilayah UHI mengalami peningkatan yang signifikan, terdistribusi hampir keseluruhan wilayah pinggiran kota dengan luas 8.754,60 Ha. Hasil pengamatan UHI ini mengharuskan intervensi dalam perencanaan tata ruang kota Padang dan keberadaan UHI berpeluang meningkat pada masa yang akan datang, konsekuensi dari peningkatan UHI dapat memunculkan dampak negatif seperti peningkatan kebutuhan energi yang lebih berkontribusi pada pemanasan ruang kota, dan konsekuensi lingkungan serta gangguan kesehatan (Mohajerani, 2017).

4. KESIMPULAN

Tujuan utama dari penelitian ini dicapai dengan demonstrasi keberhasilan penggabungan data penginderaan jauh yang diperoleh pada tahun 2007 hingga 2017. Dengan bantuan pendekatan berbasis penginderaan jauh dan SIG yang terintegrasi, hasil menunjukkan bahwa tingkat dan besarnya UHI di kota Padang telah mengalami peningkatan yang signifikan selama tahun 2007 hingga 2017. Dalam penelitian ini UHI pertama kali teridentifikasi tahun 2007 UHI tampak di bagian utara kota Padang selanjutnya terjadi peningkatan pada tahun 2013 meluas terkonsentrasi di wilayah barat, namun pada tahun 2017 luasan UHI meningkat secara signifikan hampir meliputi seluruh dataran rendah wilayah pinggiran kota Padang. Dapat diperkirakan bahwa UHI akan terus meningkat seiring dengan bertambahnya wilayah urbanisasi dimasa yang akan datang. Oleh karena itu kebijakan untuk mengendalikan dan mengurangi dampak negatif UHI harus diperhitungkan ketika membuat perencanaan tata ruang kota.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada KEMENRISTEKDIKTI yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Hibah Dosen Pemula dengan kontrak No: 313/27.O10.5/PN/II/2018, pendanaan tahun 2018.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinna, E., Christian, E. I., and Okolie, A. T. (2009). Assessment of urban heat island and possible adaptations in Enugu urban using landsat-ETM. *Journal of Geography and Regional Planning*, 2(2), 030-036.
- Coutts, A. M., Tapper, N. J., Beringer, J., Loughnan, M., & Demuzere, M. (2012). Watering our cities. *Progress in Physical Geography*, 37(1), 2–28.
- Clive M.J. Warren (2012) "Heat Islands; Understanding and Mitigating Heat in Urban Areas", *Property Management*, 30 (1), 105-106, <https://doi.org/10.1108/pm.2012.30.1.105.2>
- Lal, K., Kumar, D., & Kumar, A. (2017). Spatio-temporal landscape modeling of urban growth patterns in Dhanbad Urban Agglomeration, India using geoinformatics techniques. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 20(1), 91–102. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2017.01.003>.
- Kotharkar, R., Ramesh, A., Bagade, A. (2018) Urban Heat Island studies in South Asia: A critical review. *Urban Clim.* 24, 1011–1026
- Manik.T.K, dan Syukat.S. (2015). Asian Cities Climate Resilience Working. Paper Series 13, International Institute for Environment and Development, London, ISBN 9781784311223. <http://pubs.iied.org/10721IIED/>
- Memon, R. A., Leung, D. Y. C., and Liu, C.-H. (2009). An investigation of urban heat island intensity (UHII) as an indicator of urban heating. *Atmospheric Research*, 94(3), 491–500.
- Min, M., Zhao, H., Miao, C. (2018) Spatio-Temporal Evolution Analysis of the Urban Heat Island: A Case Study of Zhengzhou City, China. *Sustainability*, 10 (6), 1992.
- Mohajerani, A., Bakaric, J., and Jeffrey-Bailey, T. (2017). The urban heat island effect, its causes, and mitigation, with reference to the thermal properties of asphalt concrete. *Journal of Environmental Management*, 197, 522–538. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.03.095>
- Tran, H., Uchihama D., Ochi, S., and Yasuoka, Y (2006). Assessment with satellite data of the urban heat island effects in Asian mega cities. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 8(1) 34-48
- USGS. (2002). *Landsat 7 Science Data Users Handbook*
- USGS. (2016). *Landsat 8 (L8) Data Users Handbook*

- Voogt, J.A., Oke, T.R. (2003). Thermal remote sensing of urban climates. *Remote Sens, Environ*, 86, 370–384
- Wong, N. H., and Jusuf, S. K. (2010). Study on the microclimate condition along a green pedestrian canyon in Singapore. *Architectural Science Review*, 53(2), 196–212. <https://doi.org/10.3763/asre.2009.0029>
- World Bank. (2012) *Indonesia – The rise of metropolitan regions : towards inclusive and sustainable regional development*. Washington, DC: World Bank.
- Zhou, X., & Chen, H. (2018). Impact of urbanization-related land use land cover changes and urban morphology changes on the urban heat island phenomenon. *Science of The Total Environment*, 635, 1467–1476. <https://10.1016/j.scitotenv.2018.04.091>