

# Analisis Pengaruh Tutupan Lahan terhadap Distribusi Suhu Permukaan: Kajian *Urban Heat Island* di Jakarta, Bandung dan Surabaya

Handis Muzaky,<sup>a</sup> Lalu Muhamad Jaelani,<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia, 60111

\* Korespondensi Penulis, E-mail: [lmjaelani@geodesy.its.ac.id](mailto:lmjaelani@geodesy.its.ac.id)



Dikirim: 23 Juli 2019;

Diterima: 20 Agustus 2019;

Diterbitkan: 31 Agustus 2019.

**Abstrak.** Pada tahun 2015, lebih dari setengah penduduk Indonesia tinggal di kawasan perkotaan hingga menyebabkan tumbuhnya kawasan kedap air di perkotaan. Material kedap air merupakan penyimpan panas yang baik. Akibatnya suhu udara di daerah ini menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan daerah sekitarnya. Fenomena ini dikenal dengan istilah *Urban Heat Island* (UHI). Untuk mengetahui dampak UHI, diperlukan pemantauan suhu secara terus-menerus. Pemantauan suhu menggunakan stasiun cuaca memiliki keterbatasan dari segi cakupan wilayah, sehingga metode penginderaan jauh digunakan untuk mendapatkan data dengan sebaran spasial yang luas. Penelitian ini mengkaji fenomena UHI di tiga kota terpadat di Indonesia (Kota Jakarta, Bandung, dan Surabaya) menggunakan data citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS. Perhitungan Suhu Permukaan Tanah (LST) menggunakan metode algoritma *Single Channel* (SC) serta identifikasi penutupan lahan menggunakan indeks spektral: *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Modified Normalized Difference Water Index* (MNDWI), dan *Visible red Near Infrared-Buildup Index* (VrNIR-BI). Nilai suhu permukaan rata-rata untuk Jakarta, Bandung, dan Surabaya secara berurutan sebesar 35,21°C, 28,52°C, dan 31,69°C. Hubungan antara tutupan lahan dengan LST dianalisis menggunakan uji korelasi sederhana *pearson product moment*. Nilai korelasi antara LST dengan NDVI di Kota Jakarta, Bandung, dan Surabaya sebesar -0,49; -0,51; dan -0,49 sementara LST dan VrNIR-BI masing-masing sebesar 0,49; 0,51; dan 0,48.

**Kata Kunci**— NDVI; MNDWI; Suhu Permukaan Tanah; *Urban Heat Island*; VrNIR-BI.

---

## Analysis of the Effect of Land Cover on Surface Temperature Distribution: *Urban Heat Island* Studies in Five Large Cities in Indonesia

**Abstract.** In 2015, more than half of Indonesia's population lived in urban areas that caused the growth of impervious surface area. The impervious surface is high heat-absorbance. Thus, the air temperature in this area is higher compared to the surrounding area. This phenomenon is known as *Urban Heat Island* (UHI). To examine the impact of UHI, continuous temperature monitoring is needed. Temperature monitoring using weather stations has limitations in terms of coverage area, then remote sensing methods could be useful to obtain data with sufficient spatial distribution. This study examines UHI phenomena

in three densest cities in Indonesia (Jakarta, Bandung, and Surabaya) using Landsat 8 OLI/TIRS imagery. Estimation of Land Surface Temperature (LST) using the Single Channel (SC) algorithm and land cover identification using three spectral indices: Vegetation Difference Index (NDVI), Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI), and Visible Red Near Infrared Build-Up Index (VrNIR-BI). The average surface temperature in Jakarta, Bandung, and Surabaya were 35.21°C, 28.52°C, and 31.69°C respectively. The relationship between LST and land cover was analyzed using Pearson product-moment correlation. The correlation value between LST and NDVI in Jakarta, Bandung, and Surabaya were -0.49; -0.51; and -0.49 while between LST and VrNIR-BI were 0.49; 0.51; and 0.48.

**Keywords-** NDVI; MNDWI; Land Surface Temperature; Urban Heat Island; VrNIR-BI.

## I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk terbesar keempat di dunia dengan jumlah kurang lebih mencapai 255 juta jiwa. Dari jumlah tersebut pada tahun 2015, 53,3% penduduknya tinggal di daerah perkotaan, dibandingkan dengan data lima tahun lalu jumlahnya naik hingga 3,5% [1]. Prediksi BPS menyebutkan, diperkirakan pada tahun 2035 persentase jumlah penduduk kota akan naik menjadi 66,6%. Hal ini mengindikasikan fenomena perpindahan penduduk dari desa ke kota yang semakin meningkat tiap tahunnya. Salah satu dampak dari meningkatnya urbanisasi adalah terjadinya fenomena *Urban Heat Island* (UHI) di daerah perkotaan karena aktivitas manusia.

UHI merupakan fenomena suhu udara maupun suhu permukaan yang lebih tinggi di daerah perkotaan dibanding daerah penyangga maupun pedesaan karena urbanisasi [2]. Sejak fenomena ini pertama kali ditemukan oleh ilmuan asal Inggris Luke Howard pada tahun 1818, telah banyak penelitian yang membahas fenomena ini di berbagai tempat [3] - [4]. Adanya fenomena UHI ditandai dari banyaknya material kedap air (*impervious surface*) yang memiliki kemampuan menyimpan panas yang baik dan melapisi berbagai permukaan tanah di perkotaan [5]. Fenomena ini menyebabkan pengumpulan hawa panas, perubahan formasi ozon, dan pada kasus yang parah dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada penduduk kota [3]. Suhu udara yang lebih tinggi juga dapat menyebabkan meningkatnya konsumsi energi yang pada akhirnya meningkatkan polusi pada pembangkit listrik dan emisi gas rumah kaca.

Pengamatan suhu menggunakan stasiun cuaca memang dapat digunakan untuk mengamati fenomena ini, namun ia terbatas pada satu titik tertentu. Sehingga dalam pengamatan untuk wilayah yang lebih besar, pengamatan menggunakan stasiun cuaca akan memakan biaya serta waktu yang besar. Menggunakan metode penginderaan jauh, pengamatan suhu untuk wilayah yang besar dapat akan lebih menguntungkan karena cakupan wilayah yang luas.

Penelitian ini akan mengkaji mengenai fenomena UHI yang terjadi di tiga kota besar di Indonesia. Ketiga kota tersebut adalah DKI Jakarta, Surabaya, dan Bandung dengan nilai kepadatan penduduk masing-masing 15.300 jiwa/km<sup>2</sup>, 9 ribu jiwa/km<sup>2</sup>, 14.800 jiwa/km<sup>2</sup>, 8.200 jiwa/km<sup>2</sup>. Kelima kota ini dipilih karena tingginya nilai kepadatan penduduk dan menjadi salah satu daerah tujuan urbanisasi [1]. Dengan menggunakan data satelit Landsat 8 *Operational Land Imager/Thermal Infrared Sensor* (OLI/TIRS), informasi mengenai tutupan lahan dan distribusi suhu permukaan tanah (LST) bisa didapatkan.

Hasil data tutupan lahan dan LST kemudian dianalisis menggunakan metode statistik analisis korelasi bivariat untuk diketahui hubungan antara keduanya.

Tujuan dari dilaksanakannya penelitian ini adalah untuk menganalisis tutupan lahan pada masing-masing daerah penelitian menggunakan data citra satelit Landsat 8 dengan memanfaatkan beberapa algoritma indeks spectral, menghitung dan menganalisis nilai suhu permukaan pada daerah penelitian menggunakan citra satelit Landsat 8 dengan menggunakan metode algoritma *Single Channel*, serta untuk mencari nilai korelasi antara tutupan lahan dengan suhu permukaan pada masing-masing daerah penelitian. Harapannya dengan adanya penelitian ini, maka dapat membantu pemerintah dalam melakukan perencanaan pembangunan wilayah perkotaan secara lebih cermat. Dengan adanya pemahaman yang baik mengenai adanya fenomena UHI, pembangunan kota yang ramah lingkungan dapat tercapai. Serta sebagai referensi bagi penelitian-penelitian terkait selanjutnya.

## II. METODOLOGI

### 2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di lima kota besar di Indonesia, yakni Kota DKI Jakarta, Kota Surabaya, dan Kota Bandung. Dari segi kondisi iklim dan cuaca ketiga kota tersebut memiliki karakteristik yang hampir sama mengingat secara lokasi, kota-kota tersebut beriklim tropis serta berada dekat dengan pantai, kecuali Kota Bandung yang berada pada daerah pegunungan. Koordinat lokasi penelitian dijelaskan pada **Tab(1)**.

TABEL 1. KOORDINAT LOKASI PENELITIAN

Kota	Lintang	Bujur
DKI Jakarta	6,0741° LS - 6,3667° LS	106,6872° BT - 106,9738° BT
Bandung	6,8369° LS - 6,9697° LS	107,5459° BT - 107,7396° BT
Surabaya	7,1917° LS - 7,3569° LS	112,8510° BT - 112,5921° BT

2.2 Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah citra Landsat 8 TIRS Level-1 dan Landsat 8 OLI Level-2. Data-data tersebut diambil pada saat musim kemarau antara Bulan Juli hingga Bulan Agustus tahun 2018 dengan rincian Kota Jakarta pada 6 Juli 2018, Kota Bandung pada 6 Juli 2018, dan Kota Surabaya pada 26 Juli 2018.

2.3 Tutupan Lahan

Pada penelitian ini, data tutupan lahan didapat dari penggunaan beberapa algoritma indeks spektral seperti NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), MNDWI (*Modified Normalized Difference Water Index*), serta VrNIR-BI (*Visible Red-Near Infrared Build Up Index*). Masing-masing indeks spektral tersebut memiliki fungsi tersendiri pada penelitian ini, di antaranya: NDVI untuk menentukan daerah vegetasi, sementara VrNIR-BI berguna untuk mendeteksi daerah lahan kedap air, sementara MNDWI digunakan untuk mendeteksi badan air. Indeks spektral menggunakan data citra Landsat OLI Level-2. Citra Landsat OLI Level-2 ini hanya terdiri dari kanal 1 hingga kanal 7 yang sudah terkoreksi radiometrik (kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosfer), sehingga menghasilkan data reflektan permukaan bukan reflektan sensor (TOA Reflectance) [8].

TABEL 2. AMBANG BATAS PENENTUAN KELAS TUTUPAN LAHAN

Tutupan Lahan	Indeks Spektral	Ambang Batas
Vegetasi	NDVI	> 0,5
Permukaan kedap air	VrNIR-BI	> -0,22
Badan air	MNDWI	<i>Otsu's binary Threshold</i>
Campuran (pencampuran antara bangunan dengan vegetasi, rerumputan, lahan pertanian, tanah lapang dll)	NDVI	0,22 – 0,5

NDVI adalah salah satu parameter yang digunakan untuk menganalisis keadaan vegetasi dari suatu wilayah. Tingkat kerapatan vegetasi dapat dikaji melalui penggunaan teknologi yang saat ini terus berkembang. Perhitungan NDVI yang dilakukan [9] adalah sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{\rho_{S(NIR)} - \rho_{S(red)}}{\rho_{S(NIR)} + \rho_{S(red)}} \tag{1}$$

Di mana:

$\rho_{S(NIR)}$  = reflektan permukaan kanal inframerah-dekat

$\rho_{S(red)}$  = reflektan permukaan kanal merah

Dalam Xu [10], ia mengajukan metode baru yang dinamakan *Modified Normalized Difference Water Index* (MNDWI) yang merupakan penyempurnaan dari NDWI untuk mengekstrak wilayah perairan. Berbeda dengan NDWI yang menggunakan nilai reflektan pada kanal inframerah-dekat, MNDWI menggunakan kanal inframerah-pendek untuk membedakan air dengan objek lainnya. Untuk kasus pada satelit Landsat 8 OLI, karena terdapat dua buah kanal inframerah-pendek, penelitian yang dilakukan oleh Du (2014) menunjukkan bahwa, kanal SWIR-1 pada band 6 menghasilkan data yang lebih baik. Persamaan yang dipakai dalam menghitung nilai MNDWI yaitu:

$$MNDWI = \frac{\rho_{S(Green)} - \rho_{S(SWIR-1)}}{\rho_{S(Green)} + \rho_{S(SWIR-1)}} \tag{2}$$

Di mana:

$\rho_{S(SWIR-1)}$  = reflektan permukaan kanal inframerah-pendek 1

$\rho_{S(Green)}$  = reflektan permukaan kanal hijau

Berdasarkan penelitian oleh Estoque dan Murayama (2015), VrNIR-BI mampu memisahkan lahan kedap air dengan lahan terbuka seperti lahan pertanian kering serta lahan rerumputan kering pada citra Landsat ETM+ dan Landsat OLI/TIRS. Indeks ini menggunakan nilai reflektan kanal merah dan kanal inframerah-dekat untuk menghasilkan daerah permukaan kedap air.

Analisis VrNIR-BI menggunakan rumus sebagai berikut:

$$VrNIR - BI = \frac{\rho_{S(red)} - \rho_{S(NIR)}}{\rho_{S(red)} + \rho_{S(NIR)}} \tag{3}$$

Di mana:

$\rho_{S(red)}$  = reflektan permukaan kanal merah  
 $\rho_{S(NIR)}$  = reflektan permukaan kanal inframerah-dekat

Masing-masing indeks spektral ini diberi ambang batas untuk membedakan antara lahan vegetasi dengan non-vegetasi, badan air dengan non-badan air, serta lahan kedap air dengan lahan menyerap air. Masing-masing ambang batas ini dijelaskan pada **Tab(2)**.

#### 2.4 Suhu Permukaan Tanah

Suhu permukaan tanah didapatkan dari data citra Landsat 8 TIRS kanal 10 Level-1. Kanal 10 digunakan karena kanal 10 memiliki absorpsi atmosfer yang lebih rendah dibanding dengan kanal 11 [7]. Kalibrasi radiometrik yang dilakukan pada kanal 10 adalah mengubah DN menjadi radians [11].

Dalam perhitungan LST, nilai radians juga digunakan untuk menghasilkan nilai suhu kecerahan (*brightness temperature*). Persamaan yang digunakan memanfaatkan inversi dari persamaan Hukum Planck yang mengasumsikan bahwa permukaan bumi merupakan *black body* yang memiliki nilai emisivitas sama dengan satu [4].

Estimasi nilai LST menggunakan metode *Single Channel* adalah sebagai berikut [12]; [7]:

$$LST = \gamma \left[ \frac{1}{\varepsilon} (\psi_1 L_\lambda + \psi_2) + \psi_3 \right] + \delta \quad (4)$$

Di mana  $\varepsilon$  merupakan *Land Surface Emisivity* (LSE),  $\gamma$  dan  $\delta$  merupakan parameter fungsi, sementara  $\psi_1, \psi_2, \text{ dan } \psi_3$  merupakan fungsi koreksi atmosfer. Parameter  $\gamma$  dan  $\delta$  dihitung menggunakan **Pers(5)** dan (6) di bawah ini,

$$\gamma = \left\{ \frac{c_2 L_\lambda}{T^2} \left[ \frac{\lambda^4 L_\lambda}{c_1} + \frac{1}{\lambda} \right] \right\}^{-1} \quad (5)$$

$$\delta = -\gamma \cdot L_\lambda + T \quad (6)$$

$c_1$  dan  $c_2$  merupakan konstanta radiasi Planck yang masing-masing bernilai  $1,19104 \times 10^8 \text{ W } \mu\text{m}^4 \text{ m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$  dan  $1,43877 \times 10^4 \text{ } \mu\text{m K}$ , sementara  $\lambda$  merupakan panjang gelombang efektif untuk citra Landsat 8 TIRS kanal 10 yakni 10, 895  $\mu\text{m}$ .

Penghitungan suhu permukaan menggunakan metode SC memerlukan data parameter koreksi atmosfer didapatkan dari permodelan profil atmosfer yang dilakukan oleh Barsi [13], permodelan ini dapat diakses dalam laman web NASA (<https://atmcorr.gsfc.nasa.gov/>). Permodelan atmosfer tersebut akan menghasilkan tiga

parameter kondisi atmosfer yakni *band average atmospheric transmission* ( $\tau$ ), *effective bandpass upwelling radiance* ( $L^\uparrow$ ) serta *effective bandpass downwelling radiance* ( $L^\downarrow$ ). Untuk mengubahnya ke nilai  $\psi_1, \psi_2, \text{ dan } \psi_3$  maka menggunakan persamaan di bawah ini:

$$\psi_1 = \frac{1}{\tau} \quad (7)$$

$$\psi_2 = -L^\downarrow - \frac{L^\uparrow}{\tau} \quad (8)$$

$$\psi_3 = L^\uparrow \quad (9)$$

Pada penelitian ini, pengambilan data emisivitas permukaan tanah dilakukan dengan memanfaatkan NDVI *Threshold Method* (NDVI<sup>THM</sup>). Pada NDVI<sup>THM</sup>, ambang batas ditentukan untuk memperkirakan jenis tutupan lahan yang terdapat pada lokasi penelitian. NDVI yang memiliki nilai kurang dari 0,2 (NDVI<sub>s</sub>) maka dianggap tanah dan bangunan sehingga memiliki nilai LSE sama dengan 0,96 ( $\varepsilon_{s\lambda} = 0,96$ ). Sementara nilai NDVI yang melebihi 0,5 (NDVI<sub>v</sub>) maka akan dianggap sebagai vegetasi penuh sehingga memiliki nilai LSE 0,99 ( $\varepsilon_{v\lambda} = 0,99$ ). Nilai NDVI yang berada di antara 0,2 – 0,5 (campuran vegetasi dan tanah atau bangunan) akan memiliki nilai seperti pada **Pers(10)** di bawah ini [14].

$$\varepsilon = \varepsilon_{v\lambda} \cdot P_v + \varepsilon_{s\lambda} \cdot (1 - P_v) + C_\lambda \quad (10)$$

Untuk mendapatkan nilai LSE pada daerah vegetasi campuran diperlukan nilai *Proportion of Vegetation* (PV) dan *Cavity Effect* ( $C_\lambda$ ). PV merupakan nilai proporsi vegetasi dari suatu wilayah, beberapa sumber juga menyebut PV sebagai FVC (*Fractional Vegetation Cover*) ([4]). Nilai  $P_v$  dapat ditentukan berdasarkan **Pers(11)** di bawah ini:

$$P_v = \left( \frac{NDVI - NDVI_s}{NDVI_v - NDVI_s} \right)^2 \quad (11)$$

Sementara nilai *cavity effect* merupakan nilai tingkat kekasaran suatu daerah yang disebabkan adanya tekstur pada permukaan tanah yang terekam dalam citra. Nilai *Cavity Effect* ditentukan berdasarkan **Pers(12)**.

$$C_\lambda = (1 - \varepsilon_{s\lambda}) \varepsilon_{v\lambda} \cdot \hat{F} (1 - P_v) \quad (12)$$

$\hat{F}$  merupakan faktor geometris yang bergantung pada distribusi geometric permukaan, berdasarkan Sobrino [14] nilai  $\hat{F}$  rata-rata permukaan yang kasar dan heterogen adalah 0,55 dan digunakan pula untuk penelitian ini.

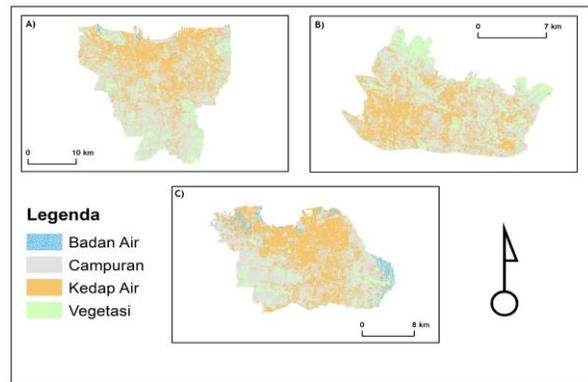
Nilai LSE tersebut masih harus dikoreksi lagi berdasarkan tutupan lahan yang berupa badan air. Hal ini dikarenakan badan air memiliki nilai emisivitas yang lebih tinggi yakni 0,995. Koreksi LSE terhadap badan air dilakukan menggunakan MNDWI dengan melakukan *otsu binary thresholding* untuk membedakan badan air dengan daratan.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

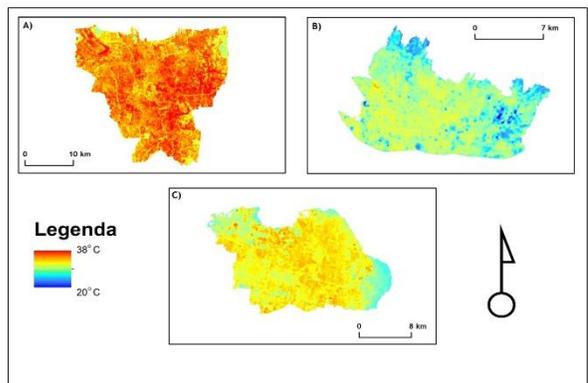
Pada **Gamb(1)**. Dapat dilihat bahwa tutupan lahan Kota Bandung didominasi oleh lahan campuran yang dalam penelitian ini didefinisikan sebagai lahan yang tidak sepenuhnya berisi satu jenis tutupan lahan pada satu piksel. Lahan campuran di beberapa kota penelitian biasanya terdiri dari beberapa bangunan dan jalan yang juga ditumbuhi beberapa vegetasi pada bagian lainnya. Namun, lahan campuran juga bisa dideteksi sebagai lahan pertanian, rerumputan, serta tanah lapang, meskipun jumlahnya tidak terlalu banyak. Lahan campuran di Kota Bandung memiliki porsi yang paling besar dibandingkan dengan kota-kota lainnya yakni sekitar 45,57% dari luas keseluruhan kota, hanya sedikit lebih banyak dari Jakarta yang memiliki proporsi 45,55% lahan campuran. Sementara Surabaya memiliki porsi lahan campuran sebesar 43,68%.

Pada semua kota yang dijadikan objek penelitian kali ini, tidak ada satu pun kota yang memiliki lahan vegetasi lebih dari 25%. Tiga kota dalam penelitian ini hanya memiliki lahan vegetasi sebesar 20,53%, 11,76%, serta 18,22% untuk Kota Bandung, Surabaya, dan Jakarta.

Kawasan kedap air (*Impervious surface*) merupakan kawasan yang di mana air tidak bisa menembus hingga lapisan bawah permukaan. Kawasan ini biasanya

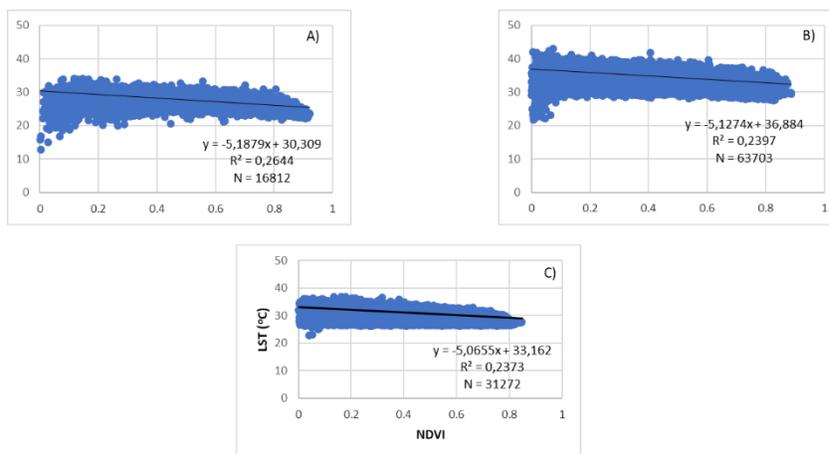


Gambar 2. Tutupan lahan Kota Jakarta (A), Kota Bandung (B), Kota Surabaya (C)



Gambar 2. Suhu permukaan tanah Kota Jakarta (A), Kota Bandung (B), Kota Surabaya (C)

merupakan daerah terbangun seperti perumahan, perkantoran, tempat parkir, jalan, maupun lapangan. Namun, karena data citra yang digunakan memiliki resolusi spasial hingga 30m, sehingga banyak daerah-



Gambar 3. Korelasi LST dengan NDVI Kota Jakarta (A), Bandung (B), dan Surabaya (C)

daerah tersebut yang tidak terdeteksi sebagai kawasan kedap air melainkan terdeteksi menjadi kawasan campuran. Hal ini terjadi karena banyak bangunan yang juga ditumbuhi beberapa vegetasi di sekitarnya sehingga hasilnya tidak memiliki nilai indeks spektral yang cukup tinggi.

Hasilnya kawasan kedap air di kota-kota penelitian tidak memiliki porsi yang cukup banyak dibandingkan dengan daerah campuran. Porsi lahan kedap air yang paling tinggi berada di Kota Surabaya dengan 40,01% terhadap luas kota secara keseluruhan. Jakarta memiliki porsi lahan kedap air tertinggi ke dua dengan porsi mencapai 35,48%. Sementara Kota Bandung memiliki porsi sebesar 33,78%.

Perhitungan suhu permukaan untuk ketiga kota yang dijadikan studi kasus pada penelitian ini menghasilkan nilai rata-rata secara keseluruhan yang cukup bervariasi seperti terlihat pada **Gamb(2)**. Kota Bandung merupakan kota dengan suhu permukaan rata-rata paling rendah dibanding kota-kota lainnya dengan rata-rata mencapai 28,54°C. Jakarta menjadi kota dengan suhu permukaan rata-rata yang paling tinggi hingga mencapai 35,21°C. Terakhir Kota Surabaya memiliki suhu permukaan rata-rata sebesar 31,69°C. Variasi suhu permukaan masing-masing kota tersebut bisa dipengaruhi oleh berbagai faktor.

Dari hasil pengolahan indeks spektral serta LST, kedua variabel tersebut dapat dikorelasikan nilainya menggunakan analisis korelasi sederhana *pearson product moment*. Ekstraksi data indeks spektral seperti NDVI dan VrNIR-BI dilakukan setelah terlebih dahulu mengeluarkan piksel yang terdeteksi sebagai air oleh MNDWI. Hal ini dilakukan karena badan air memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan dengan tutupan lahan yang lain.

Dalam melakukan ekstraksi data baik untuk indeks spektral maupun data LST, data hasil pengolahan dilakukan proses *resampling* terlebih dahulu sehingga memiliki resolusi spasial 100m. Hal ini dilakukan untuk mengambil nilai sampel dari data hasil pengolahan. Data hasil *resampling* juga dilakukan interpolasi berdasarkan nilai rata-rata data sebelum *resampling* guna mendapatkan data yang dapat mewakili piksel setelah hasil *resampling*. Ekstraksi data menggunakan cara ini akan menghasilkan data rata-rata baik berupa rata-rata suhu permukaan (*mean LST*) maupun rata-rata NDVI dan VrNIR-BI (*mean NDVI* dan *mean VrNIR-BI*).

TABEL 6. RATA-RATA SUHU PERMUKAAN TIAP KELAS TUTUPAN LAHAN

Tutupan Lahan	Mean LST (°C)	Rata-rata NDVI	Rata-rata BI
Campuran_BDG	28,73	0,33	-0,33
Campuran_JKT	35,34	0,33	-0,33
Campuran_SBY	31,53	0,34	-0,34
Kedap Air_BDG	29,31	0,16	-0,16
Kedap Air_JKT	35,93	0,16	-0,16
Kedap Air_SBY	32,35	0,15	-0,15
Rata-rata_BDG	28,52	0,34	-0,34
Rata-rata_JKT	35,21	0,33	-0,33
Rata-rata_SBY	31,69	0,29	-0,29
Vegetasi_BDG	26,79	0,65	-0,65
Vegetasi_JKT	33,45	0,63	-0,63
Vegetasi_SBY	29,98	0,59	-0,59

Uji korelasi antara LST dengan NDVI dan VrNIR-BI di berbagai kota penelitian menunjukkan adanya korelasi negatif untuk daerah vegetasi (NDVI) serta menunjukkan korelasi positif untuk daerah kedap air (VrNIR-BI). Di Kota Surabaya, nilai korelasi antara LST dan NDVI berada di angka -0,49. Sementara itu, nilai korelasi antara LST dengan VrNIR-BI memiliki nilai yang positif, artinya setiap kenaikan nilai LST juga terjadi kenaikan pula dengan nilai VrNIR-BI. Nilai korelasi antara LST dengan VrNIR-BI adalah sebesar 0,49. Grafik uji korelasi Kota Surabaya dapat dilihat pada **Gamb(3C)**.

Hasil uji korelasi antara LST dengan NDVI di Kota Bandung menunjukkan bahwa vegetasi memiliki korelasi yang lebih kuat terhadap distribusi suhu permukaan dibandingkan dengan di Kota Surabaya. Nilai korelasi antara LST dengan NDVI di Kota Bandung sebesar -0,51. Sedangkan nilai korelasi antara LST dengan VrNIR-BI adalah sebesar 0,51.

Kota Jakarta memiliki nilai korelasi NDVI dengan LST sebesar -0,49 dengan nilai korelasi vegetasi dan lahan kedap air terhadap LST sebesar -0,56. Nilai korelasi VrNIR-BI dengan LST sebesar 0,49.

Pada **Gamb(3)**, menunjukkan adanya tren penurunan suhu seiring dengan naiknya nilai NDVI pada tutupan lahan non perairan. Nilai uji korelasi juga semakin

menguat seiring dengan naiknya jumlah proporsi lahan vegetasi terhadap suatu wilayah.

Suhu permukaan rata-rata pada tiap tutupan lahan juga menunjukkan tren sama, di mana suhu permukaan rata-rata lahan vegetasi memiliki nilai yang paling rendah jika dibandingkan dengan lahan campuran dan lahan kedap air (tutupan lahan badan air tidak diikuti karena metode penghitungan suhu permukaan air berbeda dengan suhu permukaan tanah). Secara rata-rata suhu permukaan lahan kedap air merupakan yang paling tinggi di antara suhu permukaan di tutupan lahan yang lain.

#### IV. KESIMPULAN

Tutupan lahan dibuat pada penelitian ini menggunakan indeks spektral NDVI, VrNIR-BI, serta MNDWI dengan masing-masing ambang batas yakni NDVI  $\geq 0,5$  untuk lahan vegetasi; VrNIR-BI  $\geq -0,22$  untuk lahan kedap air;  $0,22 < \text{NDVI} < 0,5$  untuk lahan campuran, serta *otsu's binary threshold* untuk MNDWI. Uji akurasi yang dilakukan di Kota Surabaya berhasil mendapatkan nilai *Kappa Accuracy* sebesar 85,25%. Perhitungan suhu permukaan menggunakan metode *Single Channel* menghasilkan nilai suhu permukaan rata-rata untuk Kota Jakarta 35,21°C, Kota Bandung 28,52°C, serta Kota Surabaya 31,69°C. Nilai korelasi antara LST dengan NDVI di Kota Jakarta, Bandung, dan Surabaya sebesar -0,49; -0,51; dan -0,49 sementara antara LST dan VrNIR-BI masing-masing sebesar 0,49; 0,51; dan 0,49.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS, Penduduk Indonesia : Hasil Survei Penduduk Antar Sensus 2015, Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2015.
- [2] J. A. Voogt dan T. R. Oke, "Thermal remote sensing of urban climates," *Remote Sensing of Environment*, pp. 370 - 384, 2003.
- [3] B. Chun dan J. M. Guldman, "Spatial statistical analysis and simulation of the urban heat island in high-density central cities," *Landscape and Urban Planning*, pp. 76-88, 2014.
- [4] J. P. Walawender, M. Szymanowski, M. J. Hajto dan A. Bokwa, "Land Surface Temperature Patterns in the Urban Agglomeration of Krakow (Poland) Derived from Landsat-7/ETM+ Data," *Pure and Applied Geophysics*, pp. 913-940, 2014.
- [5] F. Yuan dan M. E. Bauer, "Comparison of impervious surface area and normalized difference vegetation index as indicators of surface urban heat island effects in Landsat imagery," *Remote Sensing and Environment*, pp. 375-386, 2007.
- [6] USGS, LANDSAT 8 SURFACE REFLECTANCE CODE (LASRC) PRODUCT GUIDE, South Dakota: USGS, 2018.
- [7] J. C. Jimenez-Munoz, J. A. Sobrino, D. Skokovic, C. Mattar dan J. Cristobal, "Land Surface Temperature Retrieval Methods from Landsat-8 Thermal Infrared Sensor Data," *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, vol. XI, no. 10, pp. 1840-1843, 2014.
- [8] USGS, "Landsat 8 Data User Handbook," 29 Maret 2016. [Online]. Available: <https://landsat.usgs.gov/sites/default/files/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf>. [Diakses 12 Januari 2019].
- [9] R. C. Estoque, Y. Murayama dan S. W. Myint, "Effects of landscape composition and pattern on land surface temperature: An urban heat island study in the megacities of Southeast Asia," *Science of the Total Environment*, pp. 50-61, 2016.
- [10] H. Xu, "Modification of Normalised Difference Water Index (NDWI) to Enhance Open Water Features in Remotely Sensed Imagery," *International Journal of Remote Sensing*, pp. 3025-3033, 2006.
- [11] USGS, "Using the USGS Level-1 Data Product | Landsat Missions," 1 Desember 2013. [Online]. Available: <https://landsat.usgs.gov/using-usgs-landsat-8-product>. [Diakses 14 Januari 2019].
- [12] J. C. Jimenez-Munoz dan J. A. Sobrino, "A generalized single-channel method for retrieving land surface temperature from remote sensing data," *J. Geophys. Res.*, vol. 22, no. 108, pp. 46-88, 2003.
- [13] J. A. Barsi, K. Lee, G. Kvaran, B. L. Markham dan J. A. Pedelty, "The Spectral Response of the Landsat-8 Operational Land Imager," *Remote Sensing*, vol. 6, no. 108, pp. 10232-10251, 2014.
- [14] J. A. Sobrino, J. C. Jimenez-Munoz, G. Soria, M. Romaguera, L. Guanter, J. Moreno, A. Plaza dan P. Martinez, "Land surface emissivity retrieval from different VNIR and TIR sensor," *IEEE. Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. III, no. 46, pp. 316-327, 2008.