



Analisis Faktor Pembentuk Urban Heat Island di Kota Bitung

Analysis of Urban Heat Island Formation Factors in Bitung City

Elroi W. I. Lempoy^a, Veronica A. Kumurur^b & Fella Warouw^c

^aProgram Studi Perencanaan Wilayah & Kota Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

^bProgram Studi Perencanaan Wilayah & Kota Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

^cProgram Studi Perencanaan Wilayah & Kota Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

Email : elroiwara@gmail.com

Abstrak

Urban Heat Island (UHI) merupakan sebuah fenomena dimana wilayah urban mengalami suhu yang lebih panas dibandingkan dengan wilayah rural disekitar. Perubahan tutupan lahan yang terjadi antara lain berdirinya bangunan dan infrastruktur yang menggantikan daerah terbuka dan vegetasi, dimana tutupan lahan yang awalnya permeabel dan lembab berganti menjadi kedap dan kering akibat dari perkembangan kota yang mengarah pada terbentuknya *Urban Heat Island*. UHI terbentuk oleh berbagai faktor seperti cuaca, letak geografis, vegetasi, material, geometri dan panas antrhopogenik. Kota Bitung mengalami pertumbuhan penduduk dari 2008-2017 sebanyak 2,12% per tahun serta berbagai perubahan penggunaan lahan yang mengakibatkan turunya ruang terbuka dan vegetasi yang mengarah pada kenaikan suhu permukaan. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi sebaran suhu permukaan di kota Bitung serta faktor-faktor pembentuknya. Penelitian ini bertujuan untuk mendapati bagaimana suhu permukaan di kota Bitung serta kondisi penggunaan lahan, material bangunan dan geometri perkotaan pada suhu permukaan yang tinggi. Analisis data yang digunakan berupa analisis spasial dengan perangkat lunak GIS berupa ArcGIS 10.3. Dalam menentukan suhu permukaan digunakan data dari citra landsat 8. Dari pengolahan citra di kota Bitung didapati suhu permukaan terendah dengan suhu 15,47 °C dan suhu permukaan tertinggi dengan suhu 43,34 °C. Suhu permukaan rata-rata tertinggi di kota Bitung berada pada kecamatan Girian, Madidir, dan Maesa dengan penggunaan lahan perumahan, perdagangan, industri dan jasa; dengan penggunaan material atap seng dan dinding beton serta jarak bangunan 0,82m sampai 8,47m.

Kata kunci: Urban heat island; Penggunaan lahan; Material bangunan; Geometri perkotaan

Abstract

Urban Heat Island (UHI) is a phenomenon where urban areas experience hotter temperatures than the surrounding rural areas. Changes in land cover that occur include the establishment of buildings and infrastructure that replace open areas and vegetation, where the land cover that was originally permeable and moist has changed to impermeable and dry as a result of urban development which led to the formation of the Urban Heat Island. UHI is formed by various factors such as weather, geographic location, vegetation, materials, geometry and anthropogenic heat. Bitung city experienced population growth from 2008-2017 of 2.12% per year as well as various land use changes resulting in decreased open space and vegetation which led to an increase in surface temperature. Therefore this research was conducted to identify the distribution of surface temperature in the Bitung city and its forming factors. This study aims to find out how the surface temperature in the city of Bitung and the conditions of land use, building materials and urban geometry at high surface temperatures. The data analysis used is in the form of spatial analysis with GIS software in the form of ArcGIS 10.3. In determining the surface

temperature, data from Landsat 8 imagery is used. From image processing in Bitung city, it was found that the lowest surface temperature was 15.47 °C and the highest surface temperature was 43.34 °C. The highest average surface temperature in the city of Bitung is in the sub-districts of Girian, Madidir, and Maesa with land use for housing, trade, industry and services; with the use of zinc roofing material and concrete walls and a building distance of 0.82m to 8.47m.

Keyword: Urban heat island; Land use; Building materials; Urban geometry

1. Pendahuluan

Perubahan tutupan lahan yang terjadi berupa berdirinya bangunan dan infrastruktur yang menggantikan daerah terbuka dan vegetasi akibat dari perkembangan kota, perkembangan kota ini mengarah pada terbentuknya Urban Heat Island – fenomena dimana wilayah urban mengalami suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah rural disekitar (EPA, 2008). Perkembangan yang terjadi di kota Bitung mengakibatkan berbagai penggunaan lahan berubah menjadi kawasan perumahan/pemukiman, perdagangan jasa, serta industri yang menyebabkan menurunnya daerah terbuka dan vegetasi yang berakibat pada kenaikan suhu permukaan di kota Bitung.

Kota Bitung merupakan salah satu kota di provinsi Sulawesi Utara, kota ini dikenal dengan kota pelabuhan, kota industri, kota perdagangan, kota pariwisata serta kota pemerintahan. Dengan beragamnya dimensi yang ada di kota Bitung, perkembangan kota tentu akan berdampak pada terbentuknya fenomena Urban Heat Island yang akan memengaruhi wilayah kota Bitung. Tujuan penelitian ini adalah 1. Mengidentifikasi suhu permukaan di kota Bitung dan sebarannya, 2. Mengidentifikasi faktor-faktor pembentuk Urban Heat Island di kota Bitung.

2. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Tahapan pertama adalah dengan menentukan suhu permukaan dari lokasi penelitian. Dalam menentukan suhu permukaan, digunakan aplikasi Sistem Informasi Geospasial (SIG) berupa ArcGIS 10.3 menggunakan citra lansat 8, berupa *band* 4, 5, 10 dan 11. Suhu Permukaan Tanah didapati dengan *Split-Window* (SW) algoritma dengan menggunakan Kecerahan Temperatur atau *Brightness Temperature* dari 2 band TIRS citra landsat 8 dengan algoritma sebagai berikut:

$$LST = TB_{10} + C_1(TB_{10} - TB_{11}) + C_2(TB_{10} - TB_{11})^2 + C_0 + (C_3 + C_4W)(1 - \varepsilon) + (C_5 + C_6W)\Delta\varepsilon \quad (1)$$

Dimana:

LST = Land Surface Temperature (K)

$C_0 - C_6$ = Split-Window Coefficient values (tabel 1)

(Skokovic et al, 2014; Sobrino et al, 1996; 2003; Shaouhua Zhao et al, 2009; dalam Rajeshwari & Mani, 2014)

TB_{10} dan TB_{11} = Brightness temperature dari band 10 dan band 11 (K)

ε = rata-rata nilai LSE band 10 dan band 11

W = Atmospheric Water Vapour Content = 0,013 (Latif, 2014)

$\Delta\varepsilon$ = selisih nilai LSE band 10 dan band 11

Tabel 1. Split Window Coefficient (Skokovic et al, 2014; Sobrino et al, 1996; 2003; Shaouhua Zhao et al, 2009; dalam Rajeshwari & Mani, 2014)

Konstan	Nilai
C_0	-0.268
C_1	1.378
C_2	0.183
C_3	54.300

C ₄	-2.238
C ₅	-129.200
C ₆	16.400

Perhitungan *Brightness Temperature (TB)* adalah pancaran radiasi gelombang mikro yang bergerak ke atas dari atas atmosfer bumi. Proses kalibrasi telah dilakukan untuk mengkonversi nilai *thermal DN* dari *band thermal TIR* ke *TB*. Untuk menentukan *TB* suatu area, diperlukan *Top of Atmospheric (TOA) spectral radiance L_λ*. *TB* untuk kedua *band TIR* dihitung dengan mengadaptasi rumus berikut:

$$TB = \frac{K_2}{\ln\left\{\left(\frac{K_1}{L_\lambda}\right)+1\right\}} \quad (2)$$

Dimana:

TB = *Brightness Temperature (K)*
L_λ = *TOA spectral radiance (Watts / (m²*srad*μm))*
K₁ dan *K₂* = *Thermal Constant dari band 10 dan band 11*

Nilai dari *Top of Atmosphere (TOA) Spectral Radiance (L_λ)* ditentukan dengan mengalikan *Multiplicative rescaling factor* dari *band* yang sesuai dan menambahkan dengan *Additive rescaling factor*.

$$L_\lambda = M_L \times Q_{cal} + A_L \quad (3)$$

Dimana:

L_λ = *TOA spectral radiance (Watts / (m²*srad*μm))*
M_L = *Band specific multiplicative rescaling factor (radiance_mult_band)*
Q_{cal} = *Band image*
A_L = *Band specific additive rescaling factor (radiance_add_band)*

Untuk mendapatkan *LST* diperlukan formula berikut untuk menghitung *LSE* dari wilayah tersebut. *LSE* diestimasi menggunakan metode ambang batas *NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)*

$$LSE = \varepsilon_s(1 - FVC) + \varepsilon_v \times FV \quad (4)$$

Dimana:

ε_s dan ε_v = Nilai emisivitas tanah dan vegetatif dari *band* yang sesuai

Tabel 2. Nilai Emisivitas (Skokovic et al, 2014; Sobrino et al, 1996; 2003; Shaouhua Zhao et al, 2009; dalam Latif, 2014)

Emisivitas	Band 10	Band 11
ε_s	0.971	0.977
ε_v	0.987	0.989

FVC = *Fractional Vegetation Cover* diperkirakan pada satu piksel. *FVC* untuk gambar dihitung dengan

$$FVC = \frac{NDVI - NDVI_S}{NDVI_V - NDVI_S} \quad (5)$$

FVC = *Fractional Vegetation Cover*
NDVI = *Normalized Difference Vegetation Index*
NDVI_S = *NDVI direklasifikasi untuk tanah*
NDVI_V = *NDVI direklasifikasi untuk vegetasi*

Untuk menghitung *NDVI* digunakan *band 4* dan *band 5 OLI* dengan menggunakan formula

$$NDVI = \frac{Band\ 5 - Band\ 4}{Band\ 5 + Band\ 4} \quad (6)$$

NDVI	= <i>Normalized Difference Vegetation Index</i>
Band 4	= Saluran merah pada Landsat 8
Band 5	= Saluran inframerah dekat pada Landsat 8

Kombinasi *LSE band 10 dan band 11*

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_{10} + \varepsilon_{11}}{2} \quad (7)$$

$$\Delta\varepsilon = \varepsilon_{10} - \varepsilon_{11} \quad (8)$$

ε	= rata-rata nilai <i>LSE band 10 dan band 11</i>
$\Delta\varepsilon$	= selisih nilai <i>LSE band 10 dan band 11</i>
ε_{10} dan ε_{11}	= <i>LSE dari band 10 dan 11</i>

Setelah suhu permukaan telah didapati, kemudian dilakukan analisis spasial berupa analisis overlay untuk menimpa peta suhu permukaan dengan variabel-variabel yang digunakan seperti penggunaan lahan, material bangunan, serta geometri perkotaan. Analisis berikut yang digunakan adalah analisis deskriptif untuk menganalisa data yang diperoleh untuk menggambarkan keadaan wilayah penelitian.

3. Kajian literatur

3.1. *Urban Heat Island*

Wilayah urban dan suburban mengalami kenaikan suhu dibandingkan dengan wilayah rural disekitarnya, perbedaan suhu ini dikenal dengan nama *Urban Heat Island (EPA, 2008)*. *Urban Heat Island (UHI)* dapat dideskripsikan sebagai pola suhu yang lebih tinggi di daerah perkotaan daripada di daerah sekitarnya (Montavez et al, 2000 dalam Kim, 2009).

UHI merupakan peningkatan suhu pada area berkembang dibandingkan dengan pedesaan disekitarnya. *UHI* disebabkan oleh perkembangan dan perubahan suhu dari infrastruktur perkotaan, pengaruh kuat dari gedung-gedung dapat memiliki iklim mikro pada daerah lokal, sebagai contoh gedung tinggi dapat memberi penilaian yang lebih lambat pada malam hari diperkotaan. *UHI* dipengaruhi oleh lokasi geografik kota dan pola lokal cuaca, perubahan intensitas setiap hari dan musim dasar.

3.2. *Faktor Pembentuk Urban Heat Island*

Menurut Aguiar 2012, Faktor yang memengaruhi *Urban Heat Island* di bagi menjadi 2(dua) yakni faktor yang dapat dikendalikan dan faktor yang tidak dapat dikendalikan. Faktor yang dapat dikendalikan antara lain berupa: (1) Vegetasi di kawasan perkotaan; (2) Penggunaan material pada kawasan perkotaan; (3) Geometri dan Struktur kota; (4) Panas Antropogenik. Sedangkan faktor yang tidak dapat dikendalikan berupa cuaca dan lokasi geografis perkotaan.

3.3. *Suhu Permukaan*

Suhu permukaan menurut Sutanto (1994) dalam Utomo (2017) didefinisikan sebagai suhu bagian terluar dari suatu objek. Suhu permukaan tiap objek tidak sama dan tergantung pada sifat fisik permukaan objek berupa emisivitas, kapasitas panas jenis dan konduktivitas thermal. Objek dengan emisivitas dan kapasitas panas jenis yang tinggi sedangkan konduktivitas thermal-nya rendah seperti pada permukaan tubuh air, suhu permukaannya akan menurun, begitu juga sebaliknya seperti yang terdapat pada permukaan darat. Suhu permukaan tertinggi akan ditemui di pusat kota dan secara bertahap menurun ke arah pinggiran kota sampai ke desa (Khusaini, 2008).

Menurut Sailor (1995), Warna permukaan dari suatu objek akan mempengaruhi suhu permukaan dan albedo material. Objek dengan permukaan yang lebih gelap akan lebih banyak menyerap radiasi matahari dan memiliki albedo yang rendah, sedangkan objek dengan

permukaan yang lebih cerah akan lebih banyak memantulkan cahaya dan memiliki albedo yang tinggi. Material yang menyerap radiasi matahari pada siang hari, pada malam hari akan melepaskan kembali panas yang disimpan, sehingga pada malam hari akan menghangatkan suhu udara ambient (Svensson & Eliasson, 2002).

Land Surface Temperature (LST) dapat didefinisikan sebagai suhu permukaan rata-rata dari suatu permukaan yang digambarkan dalam cakupan suatu piksel dengan berbagai tipe permukaan yang berbeda, (Faridah & Krisbiantoro, 2014). LST menurut Sutanto (1994) merupakan keadaan yang dikendalikan oleh keseimbangan energi permukaan, atmosfer, sifat termal dari permukaan dan media bawah permukaan tanah. Temperature permukaan suatu wilayah dapat diidentifikasi dari citra satelit Landsat yang diekstrak dari *band thermal*.

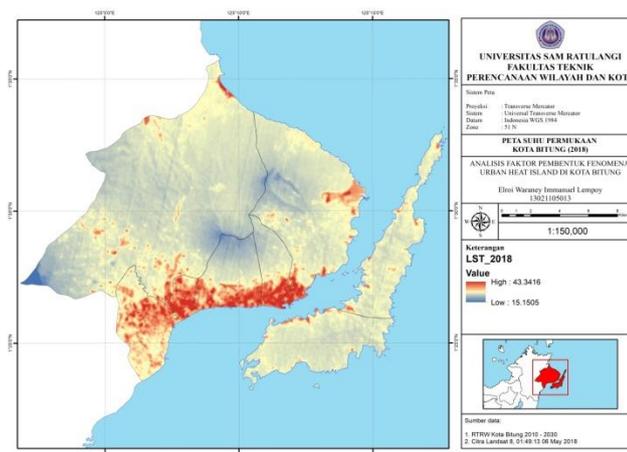
4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Suhu Permukaan kota Bitung

Setelah data citra landsat 8 diolah dengan menggunakan *Split-Window (SW)* algoritma dengan menggunakan Kecerahan Temperatur atau *Brightness Temperature*, maka didapati suhu permukaan di kota Bitung tersebar dimana suhu permukaan tertinggi terdapat di kelurahan Paceda, kecamatan Madidir dengan suhu permukaan 43,34 °C sedangkan suhu permukaan terendah berada di gunung Klabat, kecamatan Ranowulu dengan suhu permukaan 15,47 °C.

Tabel 3. Suhu permukaan di kota Bitung (Hasil Analisis, 2020)

Kecamatan	Suhu Maksimum (°C)	Suhu Minimum (°C)	Suhu Rata- Rata (°C)
Aertembaga	41.96	23.02	29.45
Girian	42.79	29.48	36.24
Lembeh Selatan	38.83	27.28	29.30
Lembeh Utara	37.50	27.28	29.60
Madidir	43.34	22.71	30.94
Maesa	42.51	25.81	31.34
Matuari	41.29	28.42	32.84
Ranowulu	41.02	15.47	28.65



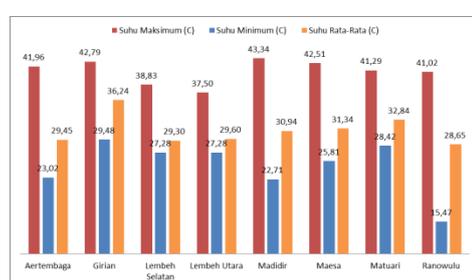
Gambar 1. Peta suhu permukaan kota Bitung (Hasil Analisis GIS 2020)

4.2. Analisis Faktor Pembentuk Urban Heat Island

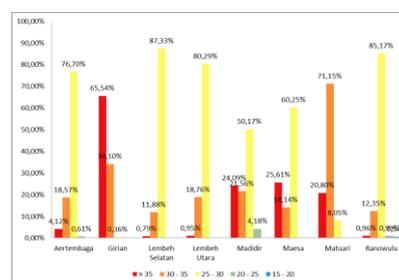
Dalam menentukan faktor pembentuk ditetapkan 3 kecamatan yakni kecamatan Girian, Madidir, dan Maesa. 3 kecamatan ini ditetapkan dengan pertimbangan dimana ketiga kecamatan ini memiliki suhu maksimum tertinggi dan persentase luas wilayah yang memiliki suhu diatas 35°C terluas dibandingkan dengan kecamatan yang lain.

Tabel 4. Suhu maksimum dan persentase luas di kecamatan Girian, Madidir dan Maesa (Hasil Analisis, 2021)

Kecamatan	Suhu Maksimum	Persentase luas dengan suhu permukaan > 35 °C
Girian	42,79 °C	65,54 %
Madidir	43,34 °C	24,09 %
Maesa	42,51 °C	25,61 %



(a)



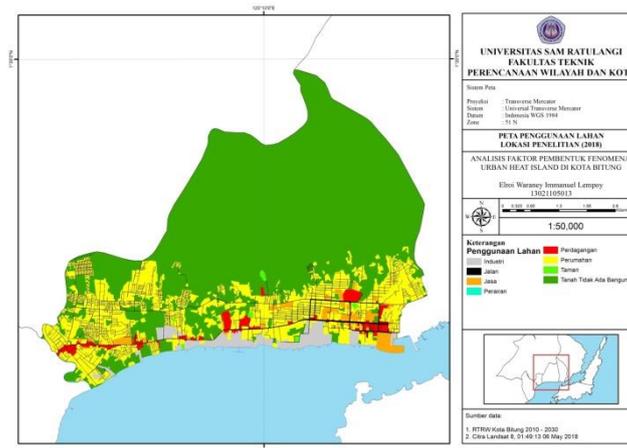
(b)

Gambar 2. (a) Perbandingan suhu permukaan di kota Bitung; (b) Perbandingan luas suhu permukaan di kota Bitung. (Hasil Analisis 2020)

Penggunaan Lahan pada lokasi penelitian diklasifikasikan menjadi 7 jenis berdasarkan Peraturan Menteri Negara Agraria/Kepala BPN No. 1 Tahun 1997, sebagai berikut.

Tabel 5. Penggunaan Lahan di lokasi penelitian (Hasil Analisis, 2020)

Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Persentase (%)
Perumahan	771,00	22,11 %
Perdagangan	67,40	1,93 %
Industri	120,70	3,46 %
Jasa	74,40	2,13 %
Tanah Tidak Ada Bangunan	2.361,83	67,74 %
Taman	12,28	0,35 %
Perairan	2,05	0,06 %
Jalan	76,95	2,21 %
Total	3.486,61	100,00 %



Gambar 3. Peta Penggunaan Lahan Lokasi Penelitian (Hasil Analisis GIS 2020)

Penggunaan lahan terbesar di lokasi penelitian adalah penggunaan lahan Tanah Tidak Ada Bangunan dengan luas 2.361,83 ha atau sekitar 67,74 % dari total luas lokasi penelitian yang terdiri dari Tanah kosong, Pertanian, serta Hutan. Penggunaan tanah untuk Perumahan merupakan penggunaan lahan terluas kedua dengan 771 ha atau sekitar 22,11 % dari total luas lokasi penelitian.

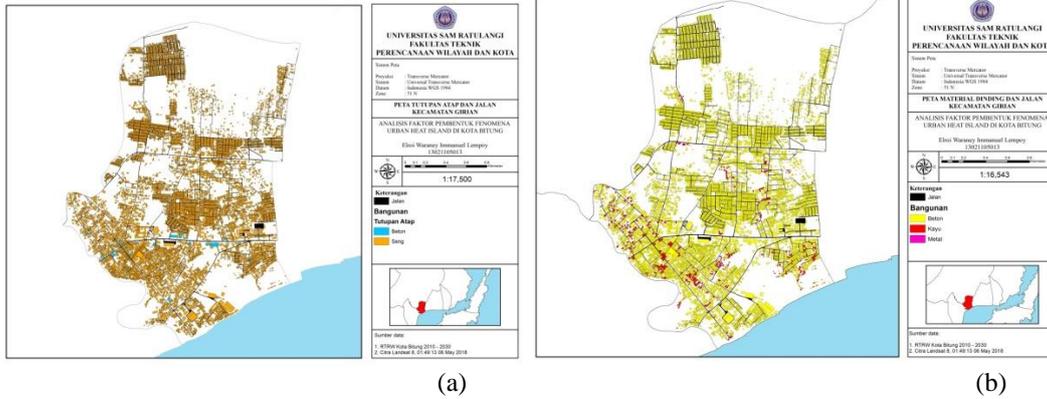
Penggunaan lahan dengan suhu permukaan tertinggi terdapat di penggunaan lahan perumahan dan diikuti penggunaan lahan untuk industri, sedangkan suhu permukaan terendah terdapat di penggunaan lahan tanah tidak ada bangunan.

Material bangunan di lokasi penelitian adalah penggunaan material atap dan dinding bangunan, serta material pada jalan. Pada lokasi penelitian, bangunan pada suhu permukaan 40 – 45 °C menggunakan material atap bangunan berupa atap seng dengan luas 60,42 ha sedangkan bangunan dengan atap beton di lokasi penelitian memiliki luas 1,54 ha. Pada material dinding bangunan di suhu permukaan yang sama, bangunan dengan dinding beton memiliki luas 57,95 ha dan bangunan dengan dinding kayu memiliki luas 3,33 ha. Material aspal pada jalan di lokasi penelitian dengan suhu permukaan 40 – 45 °C memiliki luas 6,36 ha.

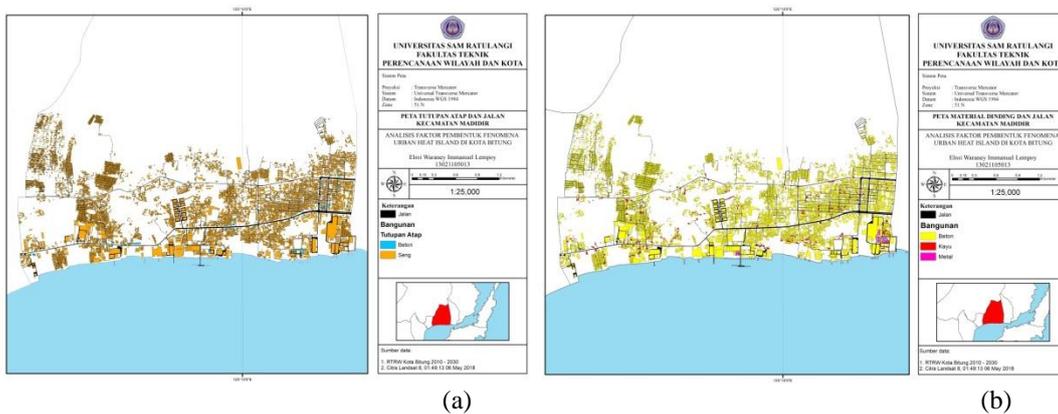
Tabel 6. Luas penggunaan material pada lokasi penelitian (Hasil Analisis, 2020)

Material		Suhu (°C)		
		30 - 35	35 - 40	40 - 45
Kecamatan Girian				
Atap	Seng	5,97 ha	74,84 ha	24,90 ha
	Beton	0,01 ha	1,18 ha	0,29 ha
Dinding	Beton	5,69 ha	72,94 ha	23,74 ha
	Kayu	0,30 ha	3,08 ha	1,48 ha
Jalan	Aspal	1,55 ha	19,21 ha	4,28 ha
Kecamatan Madidir				
Atap	Seng	17,69 ha	113,10 ha	16,69 ha
	Beton	0,05 ha	2,23 ha	0,16 ha
Dinding	Beton	16,95 ha	111,70 ha	16,05 ha
	Kayu	0,79 ha	3,10 ha	0,45 ha
	Metal	0,00 ha	0,53 ha	0,34 ha
Jalan	Aspal	4,85 ha	25,16 ha	1,59 ha
Kecamatan Maesa				
Atap	Seng	5,29 ha	72,40 ha	18,83 ha
	Beton	0,01 ha	2,64 ha	1,09 ha

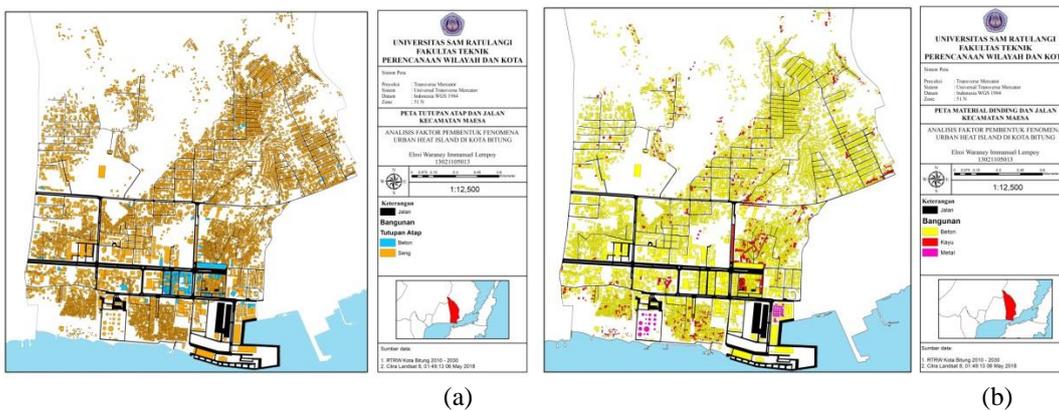
Dinding	Beton	4,74 ha	71,06 ha	18,16 ha
	Kayu	0,53 ha	3,49 ha	1,40 ha
	Metal	0,00 ha	0,52 ha	0,49 ha
Jalan	Aspal	0,45 ha	16,56 ha	3,29 ha



Gambar 4. (a) Peta Tutupan Atap kecamatan Girian; (b) Peta Material Dinding kecamatan Girian. (Hasil Analisis GIS 2020)



Gambar 5. (a) Peta Tutupan Atap kecamatan Madidir; (b) Peta Material Dinding kecamatan Madidir. (Hasil Analisis GIS 2020)



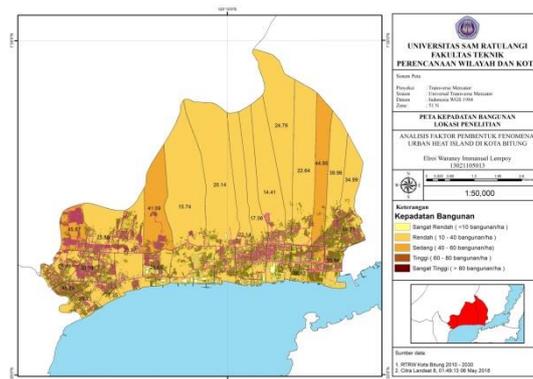
Gambar 6. (a) Peta Tutupan Atap kecamatan Maesa; (b) Peta Material Dinding kecamatan Maesa. (Hasil Analisis GIS 2020)

Geometri perkotaan menggambarkan dimensi dan jarak bangunan di kota. Untuk menentukan kondisi geometri perkotaan digunakan data kepadatan bangunan, jarak antar bangunan serta ketinggian bangunan di lokasi penelitian.

Kepadatan bangunan pada lokasi penelitian diklasifikasi menurut Kepmen PU No. 378/KPTS/1987 dengan perhitungan jumlah bangunan berbanding dengan luas daerah terbangun. Dari hasil perhitungan kepadatan bangunan didapati kepadatan bangunan di lokasi penelitian sebesar 27,35 bangunan/ha dengan suhu rata-rata berkisar 37,43 °C. Kecamatan Maesa memiliki kepadatan bangunan tertinggi sebesar 34,35 bangunan/ha dengan suhu rata-rata 37,93 °C sedangkan kecamatan Madidir memiliki kepadatan bangunan terendah dengan 20,31 bangunan/ha dengan suhu rata-rata 36,92 °C.

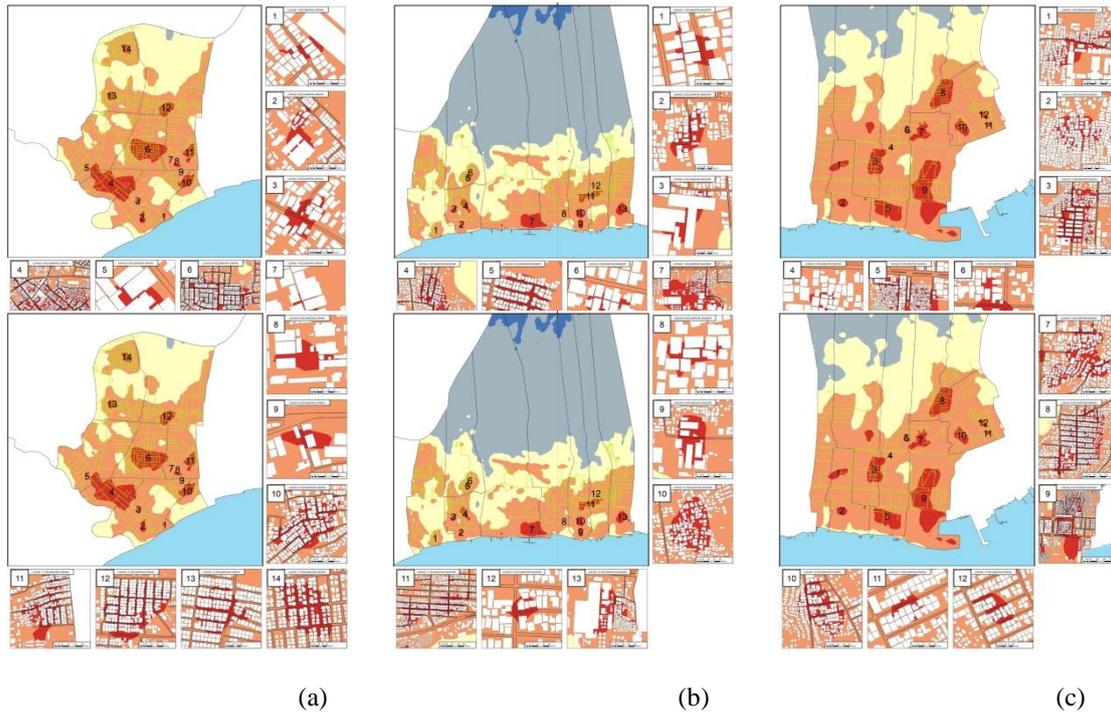
Tabel 7. Kepadatan bangunan lokasi penelitian (Hasil Analisis, 2020)

Kecamatan	Luas (ha)	Persentase (%)	Jumlah Bangunan	Kepadatan Bangunan (bang/ha)	Suhu Rata-rata (°C)	Klasifikasi
Girian	290.71	28.21%	9318	32.05	37.77	Rendah
Madidir	466.25	45.24%	9469	20.31	36.92	Rendah
Maesa	273.70	26.56%	9402	34.35	37.93	Rendah
Lokasi Penelitian	1030.66	100.00%	28189	27.35	37.43	Rendah



Gambar 7. Peta Kepadatan Bangunan. (Hasil Analisis GIS 2020)

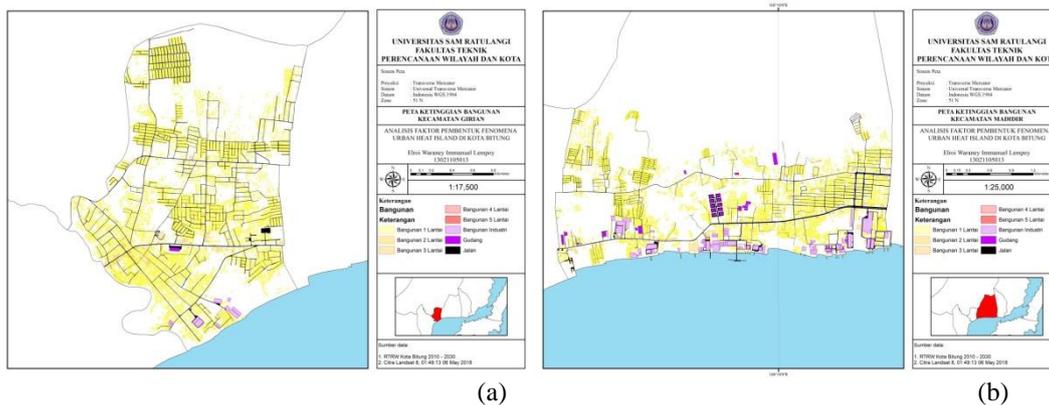
Jarak antar bangunan di lokasi penelitian didapati dengan menghitung jarak rata-rata tiap bangunan di ketiga kecamatan pada lokasi yang memiliki suhu permukaan tertinggi atau di atas 40°C. Kecamatan Girian memiliki 14 lokasi yang memiliki suhu permukaan diatas 40°C dengan jarak rata-rata bangunan 3,13 m. Kecamatan Madidir memiliki 13 lokasi yang memiliki suhu permukaan diatas 40°C dengan jarak rata-rata bangunan 3,84 m. Kecamatan Maesa memiliki 12 lokasi yang memiliki suhu permukaan diatas 40°C dengan jarak rata-rata bangunan 2,81 m.

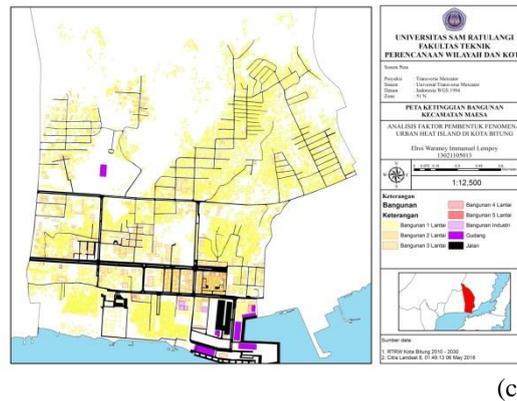


Gambar 8. (a) Peta jarak antar bangunan kecamatan Girian; (b) Peta jarak antar bangunan kecamatan Madidir; (c) Peta jarak antar bangunan kecamatan Maesa. (Hasil Analisis GIS 2020)

Ketinggian Bangunan

Di kecamatan Girian, pada suhu permukaan 40 - 45 °C didominasi dengan bangunan 1 lantai seluas 23,14 ha dan bangunan 2 lantai dengan 1,55 ha. Ketinggian bangunan di kecamatan Madidir pada suhu permukaan 40 - 45 °C didominasi dengan bangunan 1 lantai seluas 10,35 ha dan bangunan industri dengan luas 5,49 ha. Dan pada kecamatan Maesa ketinggian bangunan pada suhu permukaan 40 - 45 °C di dominasi dengan bangunan 1 lantai seluas 15,10 ha dan bangunan 2 lantai dengan luas 3,65 ha.





(c)

Gambar 9. (a) Peta ketinggian bangunan kecamatan Girian; (b) Peta ketinggian bangunan kecamatan Madidir; (c) Peta ketinggian bangunan kecamatan Maesa. (Hasil Analisis GIS 2020)

5. Kesimpulan

Suhu permukaan di kota Bitung, pada bagian pusat kota memiliki suhu permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan suhu permukaan yang berada di pinggiran kota. Suhu permukaan terendah di kota Bitung terdapat di Gunung Klabat dengan 15,47 °C dan suhu permukaan tertinggi terdapat pada kawasan industri di kelurahan Paceda dengan 43,34 °C. Suhu permukaan yang tinggi ini disebabkan akibat penggunaan lahan, material bangunan dan geometri perkotaan. Lahan terbangun, material bangunan seperti seng dan beton, serta kepadatan bangunan, jarak, dan ketinggian bangunan mengakibatkan suhu permukaan yang lebih tinggi.

Referensi

- Ardi, Indra R. (2014). Analisis Urban Heat Island dalam kaitannya terhadap perubahan penutupan lahan di kota Pontianak. Pontianak: Universitas Tanjungpura.
- Asmiwyati, I. G. A. A. Rai. (2018). Urban Heat Island; Sebuah Kajian Pustaka. Bali: Program Studi Arsitektur Pertamanan Fakultas Pertanian Universitas Udayana.
- EPA, (2008). Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies Urban Heat Island Basics.
- Guntara, Ilham. (2016). Analisis Urban Heat Island untuk pengendalian pemanasan global di kota Yogyakarta menggunakan citra penginderaan jauh. Surakarta: Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Michele, Winnie. (2015). Thermal Mapping pada permukaan koridor jalan bussines district yang memanjang utara-selatan di kota Yogyakarta. Yogyakarta: Program Magister Arsitektur Program Pascasarjana Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Ningsih, Titik Rahayu. (2018). Karakteristik alih fungsi lahan dan pengaruhnya terhadap urban heat island di Caturtunggal, kabupaten Sleman, Yogyakarta. Yogyakarta: Program Studi Magister Arsitektur Program Pascasarjana Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- RTRW Kota Bitung 2010 - 2030.
- Sadyohutomo, Mulyono. Penatagunaan Tanah Sebagai Subsistem dari Penataan Ruang. Yogyakarta: Aditya Media Yogyakarta.
- Taha, Haider. (1997). "Urban climates and heat island: albedo, evapotranspiration, and anthropogenic heat" dalam Energy and Buildings Volume 15 (hlm. 99 – 103). California: Energy and Environment Division, Lawrence Berkeley National Laboratory.
- Tursilowati, Laras. (2008). Urban Heat Island dan kontribusinya pada perubahan iklim dan hubungannya dengan perubahan lahan. Prosiding Seminar Nasional Pemanasan Global dan Perubahan Global - Fakta, Mitigasi, dan Adaptasi. ISBN : 978-979-17490-0-8
- Utomo, Anggoro W. (2017). Analisis Hubungan Variasi Land Surface Temperature dengan kelas tutupan lahan menggunakan data citra satelit landsat (Studi Kasus: Kabupaten Pati). Semarang: Jurnal Geodesi Undip.

- Yusuf, A. Muri. (2014). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif & Penelitian Gabungan*. Jakarta: Kencana.
- Yudistira. (2019). *Perubahan Konversi Lahan Menggunakan NDVI, EVI, SAVI dan PCA pada Citra Landsat 8 Studi Kasus : Kota Salatiga*.
- Zulkifli, Arif. (2014). *Pengelolaan Kota Berkelanjutan*. Jakarta: Graha Ilmu.