

ANALISIS PENGARUH KOREKSI ATMOSFER TERHADAP DETEKSI *LAND SURFACE TEMPERATURE* MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT 8 DI KOTA SEMARANG

Icha Oktaviana Putri Kalinda^{*)}, Bandi Sasmito, Abdi Sukmono

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl.Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
Email chakalinda@gmail.com

ABSTRAK

Atmosfer mampu mempengaruhi perjalanan gelombang elektromagnetik baik dari matahari ke objek maupun dari objek ke sensor yang menyebabkan adanya perbedaan pada nilai radian citra. Radian citra digunakan untuk pengolahan untuk mendapatkan nilai suhu permukaan tanah. Untuk *band thermal* level koreksi hanya pada konversi nilai piksel menjadi radian spektral. Radian ToA (*Top of Atmosphere*) merupakan radian yang tertangkap oleh sensor dan diperoleh dari kalibrasi radiometrik sedangkan radian BoA (*Bottom of Atmosphere*) dilakukan proses koreksi atmosfer. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kedua radian tersebut guna mengetahui pengaruh penggunaan koreksi atmosfer dalam deteksi nilai LST (*Land Surface Temperature*). Kota Semarang dipilih sebagai wilayah penelitian karena merupakan salah satu kota dengan fenomena Pula Bahang.

Metode koreksi atmosfer untuk koreksi BoA yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode koreksi atmosfer menurut Coll dkk pada tahun 2010 dan metode *Single-Channel* (SC) menurut Jiménez-Muñoz dan Sobrino, untuk mendapatkan sebaran nilai LST. Membandingkan LST hasil pengolahan dari citra terkoreksi ToA serta BoA terhadap data LST *in situ*, berupa data sampel LST dari hasil survei lapangan.

Hasil uji hipotesis dan validasi menunjukkan bahwa koreksi atmosfer berpengaruh signifikan terhadap deteksi LST di Kota Semarang. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa penggunaan citra radian BoA (terkoreksi atmosfer) memiliki nilai deteksi LST lebih mendekati nilai LST *in situ*, dengan metode koreksi atmosfer terbaik adalah metode *Single-Channel* (SC) menurut Jiménez-Muñoz dan Sobrino. Hal ini diketahui dari nilai RMSE (*Root Mean Squared Error*) berturut-turut pada pengolahan 1 dan 2 untuk radian ToA yaitu 10,4°C; 9,07°C, radian BoA metode koreksi atmosfer Coll dkk berturut-turut yaitu 3,82°C; 4,86°C dan radian BoA metode SC berturut-turut yaitu 3,25°C dan 4,50°C. Hasil pengolahan 1 dan 2 LST metode SC diketahui bahwa sebaran nilai deteksi LST Kota Semarang didominasi oleh kelas suhu 30.1°C-35°C.

Kata Kunci :Koreksi Atmosfer,Radian spektral,RMSE, Suhu Permukaan Tanah

ABSTRACT

Atmosphere can influence the passage of the electromagnetic wave from the sun to the object and from the object to the sensor that makes difference on the image radiance value. The image radiance is used for detection land surface temperature value. For thermal band, the level correction just in conversion the digital number to spectral radianace. ToA (Top of Atmosphere) radianace is radianace was captured by the sensor, and was got from the radiometric calibration, while BoA(Bottom of Atmosphere) radianace was corrceted by the atmosphere. This research studies aims to compare those to radianace to investigate the impact of atmospheric correction usage on detection of land surface temperature. Semarang City is choosen for the research field because this city has urban heat island phenomenon.

Correction atmosphere method for BoA correction there are used in this research are correction atmosphere method according to Coll et al in 2010 and The Single-Channel (SC) method according to Jiménez-Muñoz and Sobrino to obtain the land surface temperature value distribution. Comparing the LST of the processing from the image corrected of ToA and BoA,with the in situ data of LST, that is LST sample data was got from the field survey result.

The result of hypothesis and validation test shown that atmospheric correction significantly influences on detection of LST in Semarang City. The result shown that the radianace image of BoA (the radianace image was corrected atmosphere) usage has the LST detection value closer with the in situ LST value, with the best method of atmospheric corrcetion for Semarang City is Single-Channel (SC) method according to Jiménez-Muñoz and Sobrino. This is indicated from RMSE (Root Mean Squared Error) value from first and second image processing. The RMSE value of ToA radianace are 10,4°C and 9,0°C. The RMSE value of BoA radianace by Coll et al atmospheric correction method are 3,82°C;4,86°C and SC method's RMSE values are 3,25°C and 4,5°C. The result of first and second image processing with SC method shown that distribution of LST value in Semarang City is dominated by 30.1°C-35°C temperature class.

Keywords:Atmospheric Correction, Land Surface Temperature, RMSE, Spectral Radianace

^{*)} Penulis, Penanggung Jawab jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Koreksi atmosfer adalah proses untuk menghilangkan kesalahan yang disebabkan adanya pengaruh atmosfer pada citra. Karena sebenarnya energi yang masuk ke permukaan bumi itu hanya sebagian kecil dari seluruh energi yang memasuki ruang atmosfer bumi. Hal ini disebabkan karena energi tersebut dihambat oleh atmosfer melalui serapan, pantulan serta transmisi. Berdasarkan uraian tersebut dapat kita ketahui bahwa keberadaan atmosfer ini memiliki pengaruh terhadap pemancaran energi ke permukaan bumi.

Koreksi atmosfer pada data citra satelit terdapat 2 macam yaitu koreksi ToA (*Top of Atmosphere*) serta koreksi BoA (*Bottom of Atmosphere*). Koreksi ToA adalah koreksi pada citra yang dilakukan untuk menghilangkan distorsi radiometrik yang disebabkan oleh posisi matahari tanpa koreksi atmosfer. Koreksi ToA dilakukan melalui kalibrasi radiometrik dengan cara mengubah nilai *digitalnumber* ke nilai reflektansi atau radian (Rahayu dan Candra, 2014). Sedangkan, koreksi BoA diperoleh dari koreksi atmosfer. Level kalibrasi radiometrik yang digunakan untuk deteksi nilai suhu permukaan tanah atau *Land Surface Temperature* hanya pada konversi nilai piksel menjadi radian spektral, hal tersebut dikarenakan *band thermal* bukanlah *band* pantulan, tetapi pancaran energi inframerah *thermal*. Deteksi nilai LST ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan salah satu *band* yang tersedia pada data citra satelit Landsat 8 yaitu *band* 10 dan 11 yang merupakan *band thermal*.

Penerapan koreksi ToA serta koreksi BoA perlu dikaji lebih lanjut lagi terkait dengan studi mengenai koreksi atmosfer terutama dalam kaitannya dengan radian suhu permukaan. Karena kondisi klimatologis maupun meteorologis dari tiap wilayah memiliki karakteristik yang berbeda. Berdasarkan faktor-faktor di atas, dalam penelitian ini akan dilakukan analisis mengenai besarnya pengaruh koreksi atmosfer terhadap deteksi persebaran suhu permukaan (*Land Surface Temperature*). Metode koreksi atmosfer serta algoritma yang digunakan untuk melakukan deteksi nilai LST pada penelitian ini menggunakan 2 metode, yaitu metode koreksi atmosfer menurut Coll dkk tahun 2010 dan metode *Single-Channel* (SC) menurut Jiménez-Muñoz dan Sobrino tahun 2010. Analisis nilai deteksi suhu permukaan tanah dilakukan dengan membandingkan nilai hasil pengolahan LST dari data citra terkoreksi ToA serta BoA terhadap data suhu permukaan *in situ* yang merupakan data sampel suhu permukaan dari hasil survei lapangan.

Penelitian ini dilakukan di Kota Semarang, dimana di kota Semarang telah terjadi fenomena

pulau bahang (*Urban Heat Island*), dibuktikan dengan suhu permukaan rata-rata yang turun dari daerah pusat kota ke pinggiran kota. Selisih suhu rata-rata yang turun dari daerah pusat kota ke pinggiran kota sebesar $\pm 1-2^{\circ}\text{C}$ (Delarizka dkk, 2016). Pada penelitian tersebut peneliti menyarankan untuk dilakukannya pengkajian ulang mengenai nilai UHI karena faktor koreksi atmosfer. Sehingga dengan dilakukannya penelitian ini akan diketahui seberapa besar pengaruh koreksi atmosfer terhadap persebaran suhu permukaan, sehingga kedepannya akan didapatkan informasi suhu permukaan yang akurat serta sesuai kondisi di lapangan, dan dapat dimanfaatkan berbagai keperluan.

I.1. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh penggunaan koreksi atmosfer terhadap deteksi sebaran *Land Surface Temperature* menggunakan *band thermal infra red sensor* citra satelit Landsat 8 di Kota Semarang ?
2. Bagaimana metode koreksi atmosfer yang sesuai untuk melakukan deteksi *Land Surface Temperature* di Kota Semarang?
3. Bagaimana sebaran deteksi *Land Surface Temperature* menurut metode koreksi atmosfer terbaik di Kota Semarang?

I.2. Maksud dan Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh penggunaan koreksi atmosfer terhadap deteksi sebaran *Land Surface Temperature* menggunakan *band thermal infra red sensor* citra satelit Landsat 8 di Kota Semarang.
2. Mengetahui metode koreksi atmosfer yang sesuai untuk melakukan deteksi *Land Surface Temperature* di Kota Semarang.
3. Mengetahui sebaran deteksi *Land Surface Temperature* menurut metode koreksi atmosfer terbaik di Kota Semarang.

I.3. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit Landsat 8 tahun 2017 dan 2018.
2. *Band thermal* yang digunakan hanya terbatas pada *band* 10 citra Landsat 8.
3. Level kalibrasi radiometrik *band thermal* hanya diberikan pada konversi nilai piksel (DN) ke ToA *Radiance*.
4. Metode yang digunakan untuk koreksi atmosfer menggunakan metode menurut Coll dkk pada tahun 2010 dan metode *Single-Channel* (SC) menurut Jiménez-Muñoz dan Sobrino tahun 2010.
5. Proses kalibrasi alat ukur suhu permukaan yang digunakan dalam penelitian ini belum dilakukan, dikarenakan adanya keterbatasan tersedianya alat ukur suhu permukaan berketerampilan tinggi di lingkungan peneliti

II. Tinjauan Pustaka

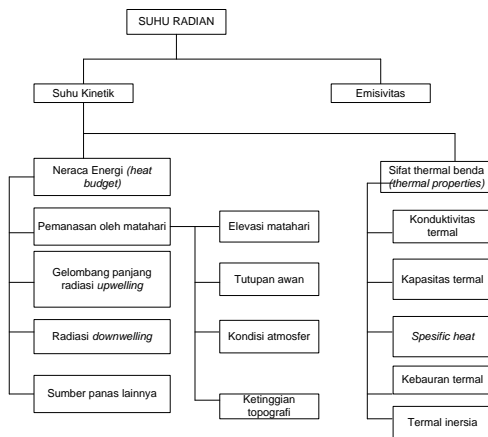
II.1. Penginderaan Jauh Termal

Penginderaan jauh sistem termal adalah penginderaan jauh yang memanfaatkan pancaran suhu

suatu benda. Semua benda memancarkan panas yang disebabkan oleh gerak acak partikelnya. Gerak acak ini menyebabkan geseran antara partikel benda dan menimbulkan peningkatan suhu sehingga permukaan benda itu memancarkan panasnya (Gunarto, 2007). Pada penginderaan jauh sistem termal memanfaatkan gelombang inframerah termal untuk melakukan estimasi suhu permukaan.

Pada penginderaan jauh sistem termal, radiasi yang dipancarkan oleh objek direkam untuk mendapatkan estimasi suhu permukaan bumi. Pengukuran ini ditentukan oleh suhu radian (T_{rad}) yang merupakan suhu terekam di citra (Gunarto, 2007).

Suhu radian (T_{rad}) merupakan suhu aktual yang diperoleh dari pengukuran menggunakan teknik penginderaan jauh. Dengan kata lain, suhu radian merupakan suhu hasil ekstraksi atau yang direkam pada citra penginderaan jauh. Suhu radian tergantung pada suhu kinetik objek (T_{kin}) dan emisivitasnya (Prakash, 2000). Berikut ini merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi suhu radian yang ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1 Faktor yang mengontrol suhu yang terekam sensor citra satelit (Prakash, 2000)

II.2. Land Surface Temperature (LST)

Suhu permukaan dapat didefinisikan sebagai suhu permukaan rata-rata dari suatu permukaan yang digambarkan dalam satuan piksel dengan berbagai tipe permukaan. Besarnya suhu permukaan dipengaruhi oleh panjang gelombang. Panjang gelombang yang paling sensitif terhadap suhu permukaan adalah inframerah termal. Kanal termal dari suatu satelit berfungsi untuk mencari suhu permukaan objek di permukaan (Fawzi, 2018) Pada *band thermal* koreksi hanya dilakukan pada konversi radian saja.

Untuk suhu radian yang diestimasi dari citra satelit, maka hal tersebut disebut dengan suhu kecerahan / *brightness temperature*. Untuk Landsat 8 sendiri untuk memperoleh besarnya suhu radian (T_{rad}) dapat menggunakan rumus (II.1).

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{CV_{R2}} + 1\right)} \dots\dots\dots(II.1)$$

Keterangan :

T = Suhu kecerahan / *brightness temperature* (K)

K1 = Konstanta kalibrasi radian spektral

K2 = Konstanta kalibrasi suhu absolut (K)

CV_{R2} = Radian spektral

Data suhu kecerahan / *brightness temperature* di atas merupakan hasil ekstraksi yang dianggap sebagai *ToA(Top of Atmosphere) brightness temperature*. Hal ini dikarenakan ekstraksi suhu hanya didasarkan pada suhu yang terekam oleh sensor, sedangkan dalam kenyataannya nilai radiansi yang diterima oleh sensor tidak hanya berasal dari interaksi energi matahari dan objek (hubungan iradiansi, radiansi, dan emisivitas) namun pengaruh atmosfer (serapan maupun hamburan) (Delarizka dkk, 2016).

II.2.1 Algoritma Land Surface Temperature (LST)

Data dari citra satelit yang masih berupa *Digital Number* (DN) tidak dapat langsung memberikan informasi mengenai suhu permukaan atau LST. Oleh karena itu perlu dilakukan konversi ke dalam bentuk lain sehingga akan didapatkan informasi mengenai suhu permukaan melalui beberapa tahapan serta dengan menggunakan algoritma dan parameter tertentu. Berikut ini adalah beberapa algoritma untuk mencari suhu permukaan atau LST yang telah dikembangkan oleh beberapa peneliti terdahulu:

1. Coll dkk (2010)

Penelitian yang dilakukan oleh Coll dkk tahun 2010 ini menggunakan koreksi atmosfer dalam perhitungan deteksi LST, serta dengan mempertimbangkan beberapa parameter. Parameter koreksi atmosfer yang digunakan adalah emisivitas, transmisivitas, *upwelling radiances* serta *downwelling radiance*. Rumus (II.2) merupakan rumus koreksi atmosfer menurut Coll dkk tahun 2010.

$$CV_{R2} = \frac{CV_{R1} - L\uparrow}{\epsilon\tau} - \frac{1 - \epsilon}{\epsilon} L\downarrow \dots\dots\dots(II.2)$$

Keterangan:

CV_{R2} = Nilai koreksi atmosfer radian

CV_{R1} = Nilai radiance dari section 1

$L\uparrow$ = *Upwelling Radiance*

$L\downarrow$ = *Downwelling Radiance*

τ = Transmisi

ϵ = Emisivitas (0.95)

Emisivitas merupakan perbandingan tenaga pancaran suatu benda tertentu pada suhu tertentu dibandingkan dengan pancaran benda hitam pada objek yang sama. Besarnya nilai emisivitas yaitu berkisar antara nol sampai dengan satu (Kuenzer dan Dech, 2013).

2. *Single Channel Algoritma* (SC^{JM&S})

Jiménez-Muñoz and Sobrino (2010) melakukan penelitian mengenai estimasi suhu permukaan atau LST dengan menggunakan algoritma *Single - Channel (SC Algorithm)* dengan menerapkan konsep AFs (*Atmospheric Functions*). Dimana AFs ini bergantung kepada nilai transmisivitas, *upwelling* serta *downwelling* radiansi atmosfer. Salah satu kegunaandari AFs ini adalah untuk mengurangi kandungan uap air di atmosfer, namun disisi lain fungsi AFs juga dapat diterapkan untuk keperluan lainnya.

Rumus (II.3) – (II.8) merupakan penjelasan dari algoritma *Single-Channel*.

$$T_s = \gamma \left[\frac{1}{\tau} (\psi_1 L_{sen} + \psi_2) + \psi_3 \right] + \delta \quad \dots\dots(II.3)$$

$$\psi_1 = \frac{1}{\tau} \quad \dots\dots\dots(II.4)$$

$$\psi_2 = -L \downarrow - \frac{L \uparrow}{\tau} \quad \dots\dots\dots(II.5)$$

$$\psi_3 = L \downarrow \quad \dots\dots\dots(II.6)$$

$$\gamma \approx (T_{sen}^2 / K_2 L_{sen}) \quad \dots\dots\dots(II.7)$$

$$\delta \approx T_{sen} - (T_{sen}^2 / K_2) \quad \dots\dots\dots(II.8)$$

Keterangan:

- ψ_1, ψ_2 dan ψ = Koreksi atmosfer
- T_s = Suhu permukaan Sensor
- γ dan δ = Parameter yang bergantung pada fungsi Planck
- L_{sen} = ToA Radian
- T_{sen} = Nilai pada *Sensor brightness temperature*
- $L \uparrow$ = *Upwelling Radiance*
- $L \downarrow$ = *Downwelling Radiance*
- τ = Transmisi
- ϵ = Emisivitas
- K_2 = Konstanta radiasi

Berbeda halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Coll dkk tahun 2010 untuk nilai emisivitas sendiri menggunakan nilai yang berlaku global untuk semua objek, yaitu sebesar 0,95. Sedangkan untuk *metode Single - Channel Algorithm (SC Algorithm)* nilai emisivitas diturunkan dari nilai NDVI melalui perhitungan *Land Surface Emmissivity (LSE)* yang dapat dilihat pada rumus (II.9) dan (II.10).
 $\epsilon = \epsilon v P_v + \epsilon g (1 - P_v) + 4 < \delta \epsilon > P_v (1 - P_v) \quad \dots(II.9)$

$$P_v = \left[\frac{NDVI - NDVI_s}{NDVI_v - NDVI_s} \right]^2 \quad \dots(II.10)$$

Keterangan :

- $\epsilon_{sdan\epsilon v}$ = Nilai emisivitas tanah dan vegetasi pada *band 10* dan *11*
- P_v = Estimasi fraksi tutupan vegetasi pada piksel citra
- $NDVI_v - NDVI_s$ = Selisih reklasifikasi indeks vegetasi dan tanah
- $\delta \epsilon$ = Efek radiasi karena faktor kekasaran benda

Pada penelitian ini untuk mendapatkan nilai P_v menggunakan asumsi bahwa nilai $NDVI_v = NDVI_{maks}$, serta $NDVI_s = NDVI_{min}$

tetapi asumsi ini tidak sepenuhnya benar apabila didapatkan hasil NDVImin bernilai negatif. Oleh karena itu perlu dilakukan penyesuaian untuk membuat nilai NDVI menjadi positif yaitu dengan mengkuadratkannya (Fawzi, 2014). Nilai $\epsilon_{sdan\epsilon v}$ yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Rajeshwari dan Mani N, yang ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel1 Nilai emisivitas *band10* dan *11* Landsat 8 (Rajeshwari dan Mani N, 2014)

Emisivitas	Band 10	Band 11
ϵ_{soil}	0.971	0.977
$\epsilon_{vegetation}$	0.987	0.989

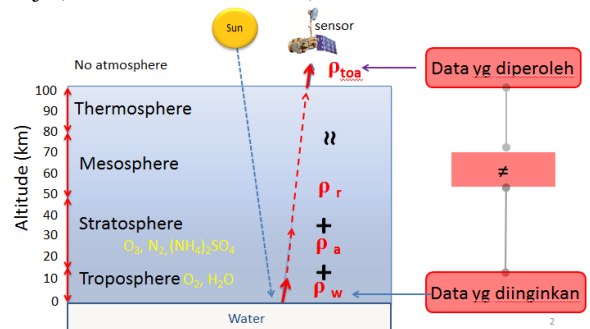
Sehingga persamaan (II.9) menjadi persamaan (II.11).

$$\epsilon = 0,987 P_v + 0,971 (1 - P_v) + 0,6 P_v (1 - P_v) \quad \dots\dots(II.11)$$

Koreksi Atmosfer

Dalam koreksi radiometrik yang kaitannya dengan koreksi atmosfer terdapat dua macam koreksi yaitu *ToA (Top of Atmosphere)* dan *BoA (Bottom of Atmosphere)*. Koreksi *ToA* merupakan koreksi pada citra yang dilakukan untuk menghilangkan distorsi radiometrik yang disebabkan oleh posisi matahari (Rahayu dan Candra, 2014).

Sedangkan untuk *BoA* sendiri merupakan suatu koreksi pada citra yang dilakukan dengan mengubah nilai *digital number* menjadi radian *BoA*. Proses koreksi *BoA* ini dilakukan dengan mempertimbangkan koreksi atmosfer dengan mempertimbangkan parameter-parameter dalam koreksi atmosfer dan dilakukan dengan berbagai macam metode sesuai dengan bidang yang dikaji (Jaelani dan Afifi, 2016).



Gambar 2 Pengaruh Atmosfer terhadap Data Citra (Jaelani,2016)

Gambar 2 memperlihatkan bahwa atmosfer mampu meruhi perjalanan gelombang elektromagnetik dari objek ke sensor, yang menyebabkan kesalahan pada data citra yang terekam oleh sensor. Sehingga nantinya data citra dapat memberikan informasi yang tidak akurat karena pengaruh bias atmosfer. Kesalahan tersebut dapat diminimalkan melalui koreksi atmosfer.

III. Metodologi Penelitian

III.1 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Data suhu permukaan tanah *in situ* 1 dan 2.
2. Data sebaran titik-titik koordinat sampel survei 1 dan survei 2.

3. Citra Landsat 8 *Path* 120 *Row* 65 akuisisi 22 September 2017, 2 Maret 2018 dan 18 Maret 2018.
4. Data transmisi, *upwelling radiance*, *downwelling radiance*.
5. Sebaran titik-titik ICP (*Independent Control Point*).
6. Data akuisisi Citra *Landsat* 8 tanggal 22 September 2017, 2 Maret 2018 dan 18 Maret 2018.

III.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terbagi atas 2 jenis peralatan yaitu peralatan lapangan (peralatan penunjang survei lapangan) serta peralatan pengolahan data. Berikut ini adalah peralatan yang

diperlukan dalam penelitian ini:

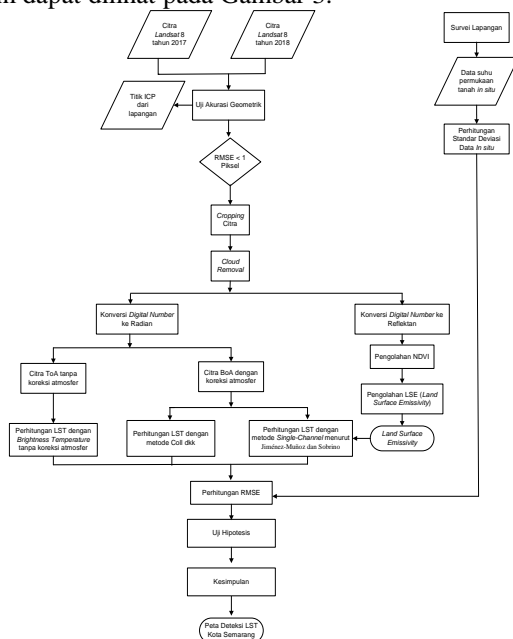
- A. Peralatan Lapangan
 1. Aplikasi *Mobile Topographer* untuk mengetahui koordinat lokasi titik sampel
 2. Kamera *handphone* untuk dokumentasi
 3. Termometer *Infrared*
- B. Peralatan Pengolah Data yang berupa perangkat keras yang digunakan adalah laptop.
- C. Perangkat lunak (*Software*)

Perangkat lunak meliputi seluruh aplikasi yang digunakan untuk menunjang pemrosesan data citra *Landsat* 8 hingga produk akhir penelitian.

 - a. Perangkat Lunak Pengolahan Citra Digital
 - b. ArcGIS 10.4
 - c. IBM SPSS Statistics 22

III.2 Diagram Alir

Tahap pengolahan data dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Diagram Alir Pengolahan

III.4 Pengambilan Data Suhu Permukaan *In Situ*

Data suhu permukaan *in situ* diambil secara langsung di lapangan pada lokasi-lokasi yang tersebar di Kota Semarang. Pelaksanaan survei pada penelitian ini mengombinasikan 2 parameter yang mempengaruhi suhu permukaan yaitu tutupan lahan dan ketinggian tempat. Tutupan lahan yang difokuskan dalam penelitian ini diantaranya tutupan lahan vegetasi, lahan terbuka serta lahan terbangun yang bersifat homogen. Sedangkan untuk parameter ketinggian tempat mengacu pada data ketinggian tempat di Kota Semarang yang terdapat pada Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kota Semarang (2005-2025). Teknik pengambilan sampel/survei data suhu permukaan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pelaksanaan survei pengambilan data suhu permukaan *in situ* dilakukan sebanyak 2 kali bersamaan dengan akuisisi data citra *Landsat* 8 *path/row* 120/65.
2. Waktu pengambilan data dilakukan dari pukul 09.00 WIB sampai dengan pukul 11.00 WIB.
3. Lokasi pengambilan sampel tersebar dalam 10 lokasi yang telah ditentukan sebelumnya berdasarkan kelas ketinggian wilayah di Kota Semarang yaitu wilayah dataran rendah, pantai dan perbukitan.
4. Jumlah sampel yang diambil sebanyak 30 sampel, dengan 3 tutupan lahan berukuran 1-2 piksel *band thermal* *Landsat* 8 atau menyesuaikan dengan kondisi lapangan.
5. Jarak Termometer *Infrared* dengan objek permukaan sebesar ± 1 meter.

IV. Hasil dan Pembahasan

IV.1 Koordinat Sampel dan Suhu Permukaan Tanah *In Situ*

Titik koordinat sampel diambil dengan menggunakan *Mobile Topographer*. Jumlah titik sampel yang diambil sebanyak 30 titik. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 2 kali. Tabel 2 dan Tabel 3 adalah tabel titik koordinat pengambilan suhu permukaan tanah *in situ*.

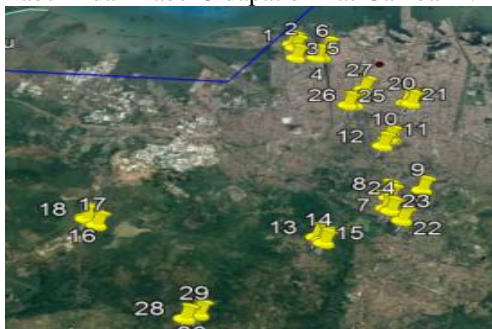
Tabel 2 Suhu Permukaan Tanah *In Situ* Survei 1

No Titik	Lokasi Titik	X (m)	Y (m)	Tutupan Lahan	Suhu Permukaan Tanah <i>In Situ</i> (°C)
1	PRPP	432466.624	9230470.922	Lahan Terbuka	38,1
2	PRPP	432566.001	9230309.539	Vegetasi	35,9
3	PRPP	432603.355	9229744.835	Bangunan	37,9
4	Banjir Kanal Barat	433453.099	9229783.934	Vegetasi	35,6
5	Banjir Kanal Barat	433285.671	92297779.16	Bangunan	38,3
6	Banjir Kanal Barat	433643.021	9230208.712	Lahan Terbuka	38,4
7	Jatigaleh	435692.04	9222646.499	Bangunan	40,5
8	Jatigaleh	435579.788	9222815.751	Bangunan	40,5
9	Jatigaleh	436711.188	9222986.046	Lahan Terbuka	37,4
10	Candibaru	435674.44	9225513.885	Bangunan	40,7
11	Candibaru	435766.429	9225526.106	Bangunan	41,1
12	Candibaru	435506.547	9225157.735	Vegetasi	35,7
14	Tugu Muda	434559.382	9227289.383	Bangunan	41,0
15	Tugu Muda	434871.369	9228049.69	Vegetasi	30,4
16	Gunungpati Barat	429656.581	9217143.6	Lahan Terbuka	37,4
17	Gunungpati Barat	430035.601	9217322.561	Vegetasi	32,0
18	Gunungpati Barat	429983.233	9217363.559	Bangunan	35,7
19	Gunungpati Timur	433466.224	9220775.761	Vegetasi	29,9
20	Gunungpati Timur	433651.586	9220626.461	Bangunan	30,8
21	Gunungpati Timur	433692.475	9220511.856	Lahan Terbuka	34,3
22	Mijen	426338.207	9221677.406	Vegetasi	30,2
23	Mijen	426692.515	9221322.663	Bangunan	38,3
24	Mijen	426349.94	9221598.924	Lahan Terbuka	32,8
25	Simpang Lima	436405.149	922748.544	Bangunan	37,8
26	Simpang Lima	436263.309	9227367.052	Lahan Terbuka	33,2
27	Simpang Lima	436374.291	9227264.832	Bangunan	37,3
28	Gombel	435943.005	9221664.422	Vegetasi	26,5
29	Gombel	435739.789	9221997.266	Bangunan	34,6
30	Gombel	435579.657	9222099.405	Lahan Terbuka	30,3

Tabel 3 Suhu Permukaan Tanah *In Situ* Survei 2

No Titik	Lokasi Titik	X (m)	Y (m)	Tutupan Lahan	Suhu Permukaan Tanah <i>In Situ</i> (°C)
1	PRPP	432639.766	9229718.353	Bangunan	40.9
2	PRPP	432564.629	9230308.392	Vegetasi	34.2
3	PRPP	432701.825	9230426.921	Lahan Terbuka	46.0
4	Banjir Kanal Barat	433475.559	9229791.459	Vegetasi	35.9
5	Banjir Kanal Barat	433301.162	9229768.791	Bangunan	40.4
6	Banjir Kanal Barat	433620.605	9229206.146	Lahan Terbuka	40.6
7	Jatingaleh	435693.03	9222655.054	Bangunan	39.4
8	Jatingaleh	435760.798	9222800.763	Bangunan	38.2
9	Jatingaleh	436587.781	9223047.301	Lahan Terbuka	34.2
10	Candibaru	435677.92	9225679.786	Bangunan	30.5
11	Candibaru	435628.163	9225583.46	Bangunan	30.6
12	Candibaru	435622.881	9225384.366	Vegetasi	28.5
13	Tugu Muda	434364.668	9227260.261	Lahan Terbuka	37.6
14	Tugu Muda	434551.949	9227284.265	Bangunan	39.5
15	Tugu Muda	434874.179	9228056.558	Vegetasi	33.0
16	Simpang Lima	436323.171	9227316.737	Lahan Terbuka	36.9
17	Simpang Lima	436328.675	9227210.87	Bangunan	39.3
18	Simpang Lima	436401.026	9227493.204	Bangunan	39.4
19	Gunungpati Barat	429647.562	9217139.156	Lahan Terbuka	35.7
20	Gunungpati Barat	430042.127	9217323.443	Vegetasi	27.8
21	Gunungpati Barat	429978.364	9217362.39	Bangunan	31.5
22	Gunungpati Timur	433478.787	9220796.028	Vegetasi	29.1
23	Gunungpati Timur	433666.619	9220575.828	Bangunan	37.2
24	Gunungpati Timur	433683.914	9220490.051	Lahan Terbuka	33.5
25	Mijen	426317.399	9221629.025	Lahan Terbuka	35.4
26	Mijen	426385.411	9221655.77	Vegetasi	31.5
27	Mijen	426700.981	9221323.78	Bangunan	35.5
28	Gombel	435931.831	9221664.169	Vegetasi	28.3
29	Gombel	435721.75	9222020.748	Bangunan	40.7
30	Gombel	435569.111	9222096.954	Lahan Terbuka	33.4

Lokasi titik-titik sampel pada survei 1 dan 2 merupakan titik-titik yang berada pada lokasi yang relatif sama. Persebaran titik-titik sampel pada Tabel 2 dan Tabel 3 dapat dilihat Gambar 4.



Gambar 4 Persebaran Titik Sampel

Titik 1-6 merupakan titik yang berada di wilayah pantai yaitu wilayah PRPP dan Banjir Kanal Barat, untuk titik 13-15,25-27 merupakan titik yang berada di wilayah dataran rendah yang merupakan daerah pusat Kota Semarang yaitu daerah Simpang Lima dan Tugu Muda, sedangkan untuk wilayah perbukitan titik 7-12, 16-24 serta 28-30 merupakan wilayah perbukitan Kota Semarang yang meliputi Jatingaleh, Candibaru, Gombel, Mijen, Gunungpati Barat dan Gunungpati Timur.

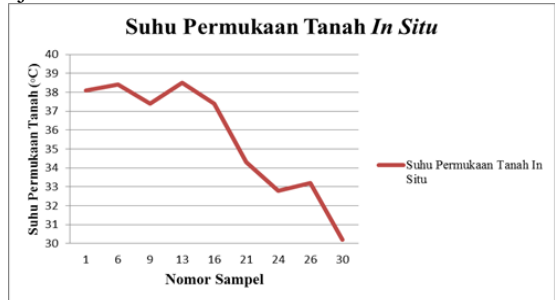
Terdapat beberapa lokasi yang tidak memenuhi ketiga karakteristik tutupan lahan pada penelitian ini di antaranya wilayah Jatingaleh dan Simpanglima untuk vegetasi dan Candibaru untuk lahan terbuka. Rata-rata suhu permukaan tanah *in situ* pada keseluruhan titik sampel pada survei pertama sebesar 35,7°C, sedangkan untuk survei kedua sebesar 35,5°C. Besarnya suhu tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

IV.1.1 Suhu Permukaan Tanah *In Situ* Survei 1

Berikut ini adalah penjelasan hasil survei data suhu permukaan tanah survei 1 berdasarkan lokasi dan karakteristik tutupan lahan:

1. Tutupan Lahan Terbuka

Berikut adalah grafik LST lahan terbuka yang ditunjukkan oleh Gambar 5.

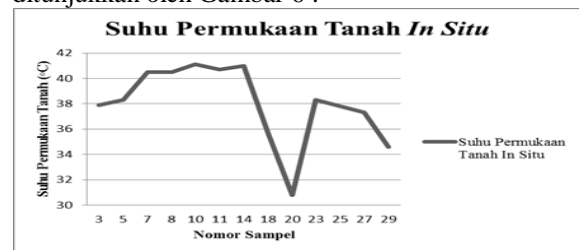


Gambar 5 Grafik Distribusi Suhu Permukaan Tanah Lahan Terbuka

Besarnya suhu permukaan tanah lahan terbuka berada pada rentang suhu 30,2 – 38,1 °C, dengan rata-rata suhu sebesar 35,6 °C. Berdasarkan gambar 5 terlihat bahwa terjadi penurunan nilai suhu permukaan tanah pada lokasi Jatingaleh, Gunungpati Barat, Gunungpati Timur, Mijen, Simpang Lima, dan Gombel (nomor sampel 9,16,21,24,26 dan 30). Besarnya suhu permukaan tanah untuk lahan terbuka di 5 lokasi tersebut lebih rendah dibandingkan dengan 3 lokasi lainnya yaitu PRPP, Banjir Kanal Barat dan Tugu Muda (nomor sampel 1,6,13). Salah satu faktor yang mempengaruhi hal tersebut adalah adanya perbedaan tutupan yang menutupi permukaan lahan terbuka tersebut. Untuk 3 lokasi tersebut lahan terbuka pada wilayah tersebut ditutupi oleh permukaan yang bersifat relatif kering, seperti tanah kering dan semen, dimana pada permukaan tersebut memiliki sifat konduktivitas termal yang relatif tinggi sehingga menyebabkan radiasi suhu lebih tinggi dibandingkan dengan kelima lokasi yang lahan terbukanya ditutupi oleh rumput atau tanah yang relatif lebih lembab yaitu pada daerah Gombel yang memiliki suhu paling rendah dibandingkan dengan lokasi lainnya.

2. Bangunan

Berikut adalah grafik LST lahan terbangun yang ditunjukkan oleh Gambar 6 .



Gambar 6 Grafik Distribusi Suhu Permukaan Tanah Lahan Terbangun

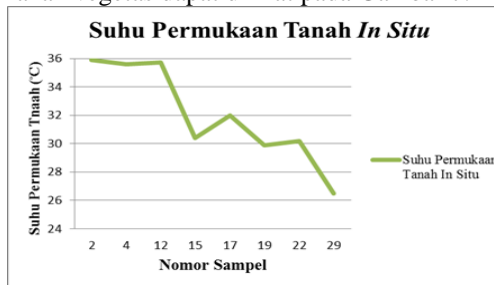
Suhu permukaan tanah untuk tutupan lahan terbangun berada pada rentang 30,8 – 41,1 °C, dengan rata-rata suhu sebesar 38 °C. Dari gambar 6 terlihat penurunan suhu permukaan tanah pada lahan terbangun yang berada di lokasi Gunungpati Barat, Gunungpati Timur, dan Gombel (nomor sampel 18,20 dan 29). Ketiga lokasi tersebut merupakan lokasi yang berada di wilayah perbukitan yang relatif memiliki suhu yang

lebih rendah dibandingkan dengan wilayah dataran rendah dan pantai karena faktor ketinggian dan aktifitas pabrik/manusia.

Tetapi untuk suhu di wilayah Mijen (nomor sampel 23) menunjukkan suhu yang relatif tinggi dibandingkan dengan suhu di lokasi perbukitan lainnya, hal ini dapat terjadi dikarenakan faktor aktifitas manusia atau pabrik yang berada di lokasi tersebut

3. Vegetasi

Suhu permukaan tanah untuk tutupan lahan vegetasi berada pada rentang 26,5– 35,9 °C, dengan rata-rata suhu sebesar 32 °C. Distribusi LST lahan vegetasi dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Grafik Distribusi Suhu Permukaan Tanah Vegetasi

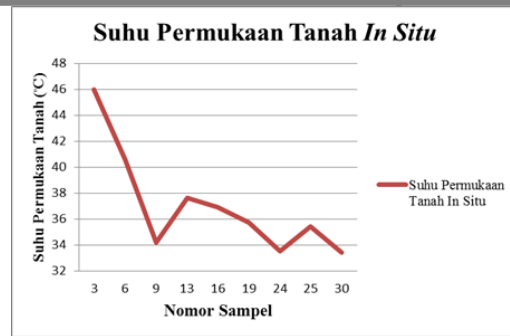
Pada wilayah PRPP, Banjir Kanal Barat dan Candibaru (nomor sampel 2,4,dan 12) memiliki suhu permukaan dalam kisaran 35°C yang relatif lebih tinggi dibandingkan suhu pada beberapa lokasi seperti Tugu Muda, Gunungpati Timur, Mijen, Gombel dan Gunungpati Barat (nomor sampel 15, 19, 22,29 dan 17) hal ini dapat terjadi dikarenakan vegetasi pada wilayah PRPP dan Banjir Kanal merupakan vegetasi kurang rapat sehingga suhu permukaan tanah di sekitarnya masih dipengaruhi oleh radiasi dari tanah-tanah kering yang berada pada sela-sela vegetasi tersebut. Berbeda halnya dengan jenis vegetasi yang berada pada wilayah Gunungpati Timur dan sekitarnya yang memiliki sifat vegetasi rapat, sehingga suhu disekitarnya lebih rendah dibandingkan dengan vegetasi jarang.

IV.1.2 Suhu Permukaan Tanah In Situ Survei 2

Rata-rata suhu permukaan tanah pada survei 2 ini adalah 35,5 °C. Berikut ini adalah penjelasan hasil survei data suhu permukaan tanah survei 2:

1. Lahan Terbuka

Besarnya LST untuk tutupan lahan terbuka berada pada rentang suhu 33,4 – 46 °C, dengan rata-rata suhu sebesar 37,2 °C. Gambar 8 adalah grafik distribusi LST tutupan lahan terbuka.



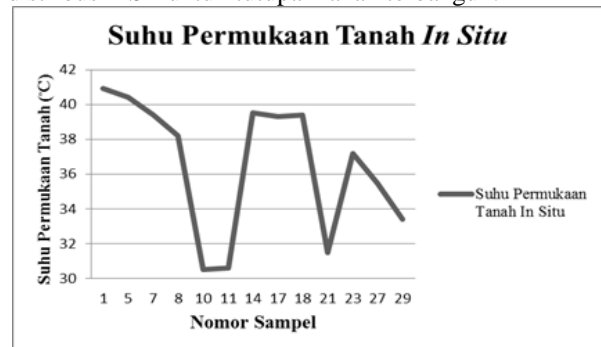
Gambar 8 Grafik Distribusi Suhu Permukaan Tanah Lahan Terbuka

Dari Gambar 8 di atas dapat dilihat bahwa terjadi

penurunan suhu permukaan tanah pada tutupan lahan terbuka pada wilayah Jatingaleh, Gunungpati Timur, Mijen, Gunungpati Barat, Simpang Lima dan Gombel (nomor sampel 9,24,25,19,16 dan 30), hal ini sudah dijelaskan pada hasil dan pembahasan survei 1, bahwa faktor tutupan yang menutupi permukaan lahan terbuka tersebut sangat mempengaruhi.

2. Bangunan

Suhu permukaan tanah lahan terbangun ini memiliki nilai pada interval 30,5°C -40,9°C, dengan rata-rata suhu sebesar 36,6°C. Gambar 9 adalah grafik distribusi LST untuk tutupan lahan terbangun.

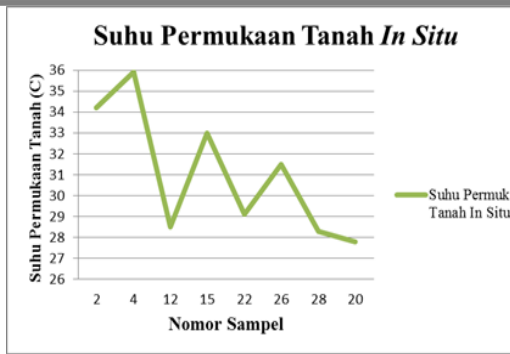


Gambar 9 Grafik Distribusi Suhu Permukaan Tanah Lahan Terbangun

Dari Gambar 9 di atas diketahui bahwa suhu permukaan tanah lahan terbangun di wilayah pusat kota atau wilayah dengan aktifitas manusia yang padat, seperti Jatingaleh (nomor sampel 7 dan 8) walaupun berada di wilayah perbukitan memiliki suhu yang lebih tinggi daripada daerah perbukitan lainnya seperti Mijen, Gunungpati Barat, Gunungpati Timur, dan Gombel (nomor sampel 27,21,23 dan 29). Tetapi untuk wilayah Candibaru menunjukkan suhu permukaan yang lebih rendah dari sekitarnya, padahal berada di daerah dataran rendah, hal ini dapat terjadi salah satu faktor penyebabnya adalah intensitas matahari sedang tidak terlalu panas pada saat pengambilan data di lokasi tersebut.

3. Vegetasi

Untuk vegetasi sendiri pada survei kedua ini memiliki rentangan suhu 27,8 °C – 35,9°C, dengan rata-rata suhu sebesar 31 °C. Gambar 10 adalah grafik distribusi LST untuk tutupan lahan vegetasi.



Gambar 10 Grafik Distribusi Suhu Permukaan Vegetasi

Gambar 10 menjelaskan bahwa suhu permukaan tanah pada tutupan lahan vegetasi di wilayah PRPP dan Banjir Kanal Barat (nomor sampel 2 dan 4) lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah lainnya. Hal ini disebabkan

karena sifat vegetasi pada wilayah tersebut kurang rapat atau bukan termasuk jenis vegetasi keras, sehingga suhu permukaan disekitarnya masih dipengaruhi oleh radiasi suhu dari tanah di sekitar vegetasi yang relatif kering. Kondisi tanah ini yang menjadi salah satu faktor tingginya suhu pada vegetasi di wilayah ini.

IV.2 Akurasi Geometrik

Tujuan dari akurasi geometrik adalah untuk mengetahui ketelitian geometrik citra Landsat 8 yang digunakan dalam penelitian ini yaitu citra Landsat 8 akuisisi 2 dan 18 Maret 2018. Kesalahan geometrik yang diperbolehkan adalah sebesar < 1 piksel yaitu sebesar 30 meter untuk band multispektral dan 100 meter untuk band termal. Proses akurasi geometrik bereferensipada titik-titik ICP yang berjumlah 20 titik yang diukur langsung di lapangan. Hasil akurasi geometrik yang didapatkan untuk band thermal pada citra Landsat 8 akuisisi 2 dan 18 Maret 2018 berturut-turut sebesar 24,5 meter dan 20,9 meter.

Pada penelitian ini RMSE merupakan kuadrat dari selisih koordinat ICP dengan koordinat Landsat 8. Hasil akurasi geometrik tersebut menunjukkan kesalahan geometrik kurang dari 1 piksel, sehingga syarat geometrik citra terpenuhi dan citra layak untuk digunakan dalam proses pengolahan.

IV.3 Uji Validasi

IV.3.1 Uji Validasi Survei 1

Uji validasi diperlukan untuk mengetahui tingkat keakuratan hasil pengolahan LST hasil pengolahan citra terhadap data suhu permukaan tanah *in situ*. Titik uji yang digunakan berjumlah 29 titik pada 10 lokasi survei 1 yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Titik Validasi Survei 1

No Titik	Lokasi Titik	Suhu In Situ (°C)	Suhu Radian ToA (°C)	Suhu Coll dkk (°C)	Suhu Metode Single-Channel (°C)
1	PRPP	38.13	26.07	38.5	35.87
2	PRPP	35.87	26.43	39.3	36.64
3	PRPP	37.87	27.77	42.2	39.78
4	Banjir Kanal Barat	35.6	26.73	39.9	37.27
5	Banjir Kanal Barat	38.33	27.17	40.9	38.34
6	Banjir Kanal Barat	38.43	25.5	37	34.39
7	Jatingaleh	40.53	25.1	37.18	34.69
8	Jatingaleh	37.43	26.13	38.56	35.89
9	Candibaru	40.73	26.7	40.07	37.47
10	Candibaru	41.1	26.87	40.25	37.72
11	Candibaru	35.67	24.93	35.81	33.22
12	Tugu Muda	38.47	27.47	41.62	39.17
13	Tugu Muda	41	26.9	40.2	38.67
14	Tugu Muda	30.37	26.93	40.32	37.8
15	Gunungpati Barat	37.43	24.87	35.62	32.93
16	Gunungpati Barat	32.03	24.1	33.83	31.27
17	Gunungpati Barat	35.67	24.8	35.49	32.87
18	Gunungpati Timur	29.9	23.65	34.4	31.77
19	Gunungpati Timur	30.8	24.5	34.83	32.19
20	Gunungpati Timur	34.3	24.13	34.39	31.8
21	Mijen	30.17	25.13	36.22	33.61
22	Mijen	38.3	24.83	35.66	33
23	Mijen	32.83	25	36	33.37
24	Simpang Lima	37.77	27.13	40.9	38.45
25	Simpang Lima	33.17	27	40.59	37.9
26	Simpang Lima	37.3	26.9	40.32	37.86
27	Gombel	26.5	23.8	34.34	31.75
28	Gombel	34.63	23.6	32.64	30.01
29	Gombel	30.33	23.73	32.91	30.36
		RMSE	10.4	3.82	3.25

Jumlah titik uji yang digunakan pada survei 1 berjumlah 29 titik, hal ini dikarenakan terdapat 1 titik yang berlokasi di daerah Jatingaleh tidak dapat dilakukan analisis karena tertutupnya awan di daerah tersebut. Perolehan hasil RMSE terbaik berdasarkan

hasil survei 1 berturut-turut dimiliki oleh BoA metode *Single-Channel* menurut Jiménez-Muñoz dan Sobrino, BoA metode Coll dkk dan metode ToA tanpa koreksi atmosfer.

IV.3.1 Uji Validasi Survei 2

Jumlah titik uji yang digunakan pada survei 2 ini berjumlah 30 titik pada 10 lokasi yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Titik Validasi Survei 2

No Titik	Lokasi Titik	Suhu In Situ	Suhu Radian ToA	Suhu Coll dkk	Suhu Metode Single-Channel
1	PRPP	40.9	29	41.6	41
2	PRPP	34.2	27.4	38.4	37.7
3	PRPP	46	28.3	40.2	39.5
4	Banjir Kanal Barat	35.9	28.2	40	39.3
5	Banjir Kanal Barat	40.4	28.2	40	39.3
6	Banjir Kanal Barat	40.6	26.4	36.3	35.6
7	Jatingaleh	39.4	29.2	42	41.4
8	Jatingaleh	38.2	29.3	42.3	41.7
9	Jatingaleh	34.2	28.2	40.1	39.4
10	Candibaru	30.5	28.7	41	40.3
11	Candibaru	30.6	28.2	40	39.3
12	Candibaru	28.5	27.7	38.9	38.2
13	Tugu Muda	37.6	28	39.6	39
14	Tugu Muda	39.5	27.8	39.2	38.5
15	Tugu Muda	33	27.2	38	37.3
16	Simpang Lima	36.9	28.7	41.1	40.4
17	Simpang Lima	39.3	28.9	41.5	40.9
18	Simpang Lima	39.4	29.9	43.4	42.8
19	Gunungpati Barat	35.7	26.1	35.6	34.9
20	Gunungpati Barat	27.8	25.2	33.8	33.2
21	Gunungpati Barat	31.5	25.8	35	34.3
22	Gunungpati Timur	29.1	26.1	35.7	35
23	Gunungpati Timur	37.2	26.4	36.3	35.5
24	Gunungpati Timur	33.5	26.4	36.3	35.6
25	Mijen	35.4	26	35.5	34.9
26	Mijen	31.5	26.2	35.9	35.2
27	Mijen	35.5	25.7	34.8	34
28	Gombel	28.3	25.4	34.3	33.6
29	Gombel	40.7	26.2	35.8	35.1
30	Gombel	33.4	26.3	36.1	35.4
		RMSE	9.07	4.86	4.5

Perolehan hasil RMSE terbaik berdasarkan hasil survei 2 berturut-turut dimiliki oleh BoA metode *Single-Channel* menurut Jiménez-Muñoz dan Sobrino, BoA metode Coll dkk dan metode ToA tanpa koreksi atmosfer. Hasil pada penelitian ini belum tentu sama

jika digunakan pada wilayah dan objek lain, karena kondisi atmosfer antara satu wilayah dengan wilayah lain berbeda-beda. Setiap objek juga memiliki serapan dan pancaran energi yang berbeda-beda. Untuk melihat konsistensi hasil metode terbaik maka dilakukan uji validasi dilakukan sebanyak 2 kali pada penelitian ini.

IV.4 Analisis Pengaruh Koreksi Atmosfer

Ada atau tidaknya pengaruh koreksi atmosfer pada perhitungan suhu permukaan tanah atau LST diketahui dengan melakukan uji hipotesis dua arah sampel berkorelasi. Uji Hipotesis dilakukan pada data suhu permukaan tanah dan selisih suhu permukaan tanah hasil pengolahan citra dengan dan tanpa koreksi. Dengan hipotesis sebagai berikut yang digunakan pada semua metode koreksi atmosfer pengolahan 1 dan 2:

- Ho: Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara suhu permukaan tanah sebelum dan sesudah dilakukan koreksi atmosfer.
- Ha: Terdapat perbedaan yang signifikan antara suhu permukaan tanah sebelum dan sesudah dilakukan koreksi atmosfer.

Pengujian dilakukan pada tingkat signifikansi (α)

sebesar 0,05. Jika $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq + t \text{ tabel}$, maka Ho diterima dan Ha ditolak, artinya tidak terdapat perbedaan atau pengaruh antara sebelum dan sesudah dilakukan koreksi atmosfer atau jika $t \text{ hitung} < -t \text{ tabel}$ atau $-t \text{ hitung} < -t \text{ tabel}$, maka Ho ditolak.

Berdasarkan hasil uji hipotesis yang telah dilakukan menunjukkan bahwa penerapan koreksi atmosfer memberikan pengaruh yang signifikan pada perhitungan nilai LST dengan menggunakan metode Coll dkk dan metode *Single-Channel* menurut Jiménez-Muñoz dan Sobrino. Penerapan koreksi atmosfer dengan menggunakan beberapa parameter koreksi atmosfer mampu meminimalisir kesalahan nilai piksel yang terkandung dalam data citra. Khususnya atmosfer tropis yang kaya akan awan dan uap air, akan banyak mengurangi radiasi matahari yang sampai pada target atau objek (Soenarmo dalam Kristiyaningsih,2016).

IV.5 Analisis Metode Terbaik

Analisis dilakukan untuk memperoleh metode koreksi atmosfer dan perhitungan LST yang paling sesuai di wilayah Kota Semarang. Metode terbaik ditentukan dengan menganalisis nilai RMSE dari tiap metode koreksi atmosfer. Perhitungan nilai RMSE dilakukan sebanyak 2 kali untuk melihat konsistensi hasil dari metode.

Berdasarkan Tabel 4 dan Tabel 5 di atas pengolahan LST menggunakan radian ToA dan radian BoA memberikan hasil yang berbeda. Pada kedua tabel tersebut memperlihatkan bahwa

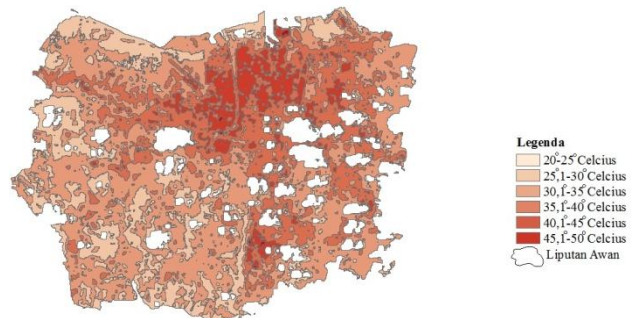
algoritma LST dengan radian ToA menunjukkan nilai RMSE yang paling besar dibandingkan dengan algoritma LST menggunakan radian BoA, dengan nilai RMSE terkecil pada survei 1 dan 2 adalah metode *Single-Channel* menurut Jiménez-Muñoz dan Sobrino.

Selisih nilai RMSE dari metode Coll dkk dan metode *Single-Channel* tidak terlalu besar. Perbedaan tersebut dapat dikarenakan adanya perbedaan metode yang digunakan untuk mendapatkan nilai salah satu parameter koreksi atmosfer yang digunakan, yaitu parameter emisivitas. Pada metode Coll dkk nilai emisivitas yang digunakan memiliki nilai yang konstan artinya bersifat umum untuk semua objek, sedangkan untuk metode *Single-Channel* menurut Jiménez-Muñoz dan Sobrino nilai emisivitas didapatkan dengan menurunkan dari nilai indeks kerapatan vegetasi dengan menggunakan algoritma NDVI. Sehingga dengan adanya perbedaan nilai emisivitas yang digunakan akan mempengaruhi nilai LST dan RMSE yang dihasilkan. Dimana diketahui bahwa RMSE yang dihasilkan dari metode *Single-Channel* menghasilkan RMSE yang lebih kecil dibandingkan dengan metode Coll dkk.

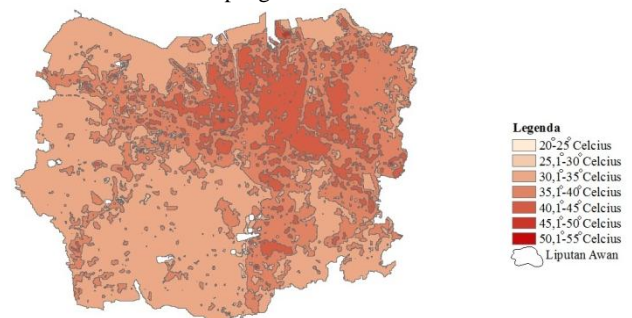
IV.6 Distribusi Suhu Permukaan Tanah di Kota Semarang

Distribusi suhu permukaan tanah di Kota Semarang dibuat berdasarkan analisis metode koreksi atmosfer terbaik di Kota Semarang yaitu metode *Single-Channel* (*SC^{IM&S} Algorithm*). Sehingga di dapatkan distribusi suhu permukaan tanah di Kota Semarang bulan Maret 2018 (pengolahan 1 dan pengolahan 2) yang dapat dilihat pada

Gambar 11 dan Gambar 12.



Gambar 11 Distribusi LST Metode *Single-Channel* pengolahan 1



Gambar 12 Distribusi LST Metode *Single-Channel* pengolahan 2

Sebaran deteksi *Land Surface Temperature* pada citra akuisisi 2 Maret 2018 berada pada rentangan 21°C sampai 50°C, sedangkan untuk citra akuisisi 18 Maret 2018 memiliki rentangan nilai *Land Surface*

Temperature sebesar 25°C sampai 51,4°C. Rata-rata suhu permukaan tanah di Kota Semarang yang paling dominan lebih khususnya tanggal 2 dan 18 Maret 2018 adalah berada pada kelas 30,1°C - 35°C yang tersebar pada beberapa wilayah di pinggiran Kota Semarang. Sedangkan untuk kelas nilai suhu permukaan tanah 35,1°C - 40°C dan 40,1°C - 45°C lebih banyak berada di wilayah Kota Semarang bagian utara yang merupakan wilayah Kota Semarang dataran rendah dan pantai.

V. Kesimpulan dan Saran

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa koreksi atmosfer berpengaruh terhadap deteksi sebaran *Land Surface Temperature* di Kota Semarang dengan menggunakan *band thermal infra red sensor* citra Landsat 8. Dibuktikan dengan besarnya nilai t hitung hasil uji hipotesis untuk masing-masing metode koreksi atmosfer dan perhitungan LST pada radian BoA berada pada wilayah penolakan H_0 . Besarnya nilai t hitung untuk masing-masing metode koreksi atmosfer dan perhitungan *Land Surface Temperature* metode Coll dkk dan metode *Single-Channel* menurut Jiménez-Muñoz dan Sobrin pada survei 1 dan 2 adalah -30,409; 40,548; -38,853 dan -42,145.
2. Berdasarkan uji hipotesis dan uji validasi diperoleh hasil bahwa metode koreksi atmosfer dan

perhitungan nilai *Land Surface Temperature* yang sesuai untuk melakukan deteksi *Land Surface Temperature* di Kota Semarang adalah metode *Single-Channel* menurut Jiménez-Muñoz dan Sobrino, yang menunjukkan adanya konsistensi hasil nilai RMSE paling kecil pada survei 1 dan survei 2 dibandingkan metode koreksi atmosfer Coll dkk. Besarnya nilai RMSE untuk metode *Single-Channel* menurut Jiménez-Muñoz dan Sobrino berturut-turut pada survei 1 dan survei 2 adalah 3,25°C dan 4,5°C.

3. Sebaran deteksi *Land Surface Temperature* menurut metode koreksi atmosfer terbaik di Kota Semarang dibuat berdasarkan hasil pengolahan *Land Surface Temperature* dengan metode *Single-Channel* menurut Jiménez-Muñoz dan Sobrino. Sebaran deteksi *Land Surface Temperature* pada citra akuisisi 2 Maret 2018 berada pada rentangan 21°C - 50°C, sedangkan untuk citra akuisisi 18 Maret 2018 memiliki rentangan nilai LST 25°C - 51,4°C. Kelas LST yang paling dominan pada citra akuisisi 2 dan 18 Maret 2018 berada pada kelas 30°C - 35°C yang tersebar pada beberapa

wilayah di pinggiran Kota Semarang, seperti Kecamatan Mijen, Gunungpati, Tugu, Ngaliyan dan beberapa lokasi di Kecamatan Banyumanik dan Tembalang. Sedangkan untuk kelas nilai suhu permukaan tanah 35,1°C - 40°C lebih banyak berada di wilayah Kota Semarang bagian utara yang merupakan wilayah Kota Semarang dataran rendah dan pantai seperti di wilayah Kecamatan Gajah Mungkur, Candisari, Genuk, Gayamsari dan Pedurungan, walaupun kelas nilai suhu permukaan Kecamatan Tembalang dan Banyumanik. Sedangkan untuk kelas nilai suhu permukaan tanah 40,1°C - 45°C berada pada wilayah pusat kota seperti Kecamatan Semarang Tengah, Semarang Utara, Semarang Timur, Semarang Selatan, Semarang Barat, walaupun kelas suhu permukaan tanah ini juga terlihat pada beberapa lokasi di wilayah Kecamatan Banyumanik pada hasil pengolahan citra akuisisi 2 Maret 2018.

V.2 Saran

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukandari awal hingga akhir, berikut saran-saran yang dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya:

1. Sebaiknya menggunakan alat ukur suhu permukaan tanah lapangan dengan tingkat ketelitian yang tinggi (dibawah 1 °C/K) serta perlu dilakukannya proses kalibrasi alat ukur, karena sangat mempengaruhi tingkat keakuratan hasil pengukuran di lapangan.
2. Waktu pengambilan sampel sebaiknya tidak terpaut jauh dari waktu akuisisi citra, serta diusahakan untuk memperbanyak jumlah alat ukur survei untuk keefektifan waktu survei.
3. Jika hendak melakukan penelitian koreksi atmosfer dan perhitungan LST metode *Single-Channel* menurut Jiménez-Muñoz dan Sobrino sebaiknya dilakukan proses koreksi atmosfer pada reflektan BoA pada pengolahan NDVI untuk perolehan nilai emisivitas.
4. Untuk melihat konsistensi hasil metodeterbaik pada penelitian ini, dapat dilakukan penelitian lebih lanjut pada wilayah lain

DAFTAR PUSTAKA

- Coll, C., Galve, J.M., Sanchez, J.M., dan Casellez, V. (2010). *Validation of Landsat-7/ETM+ Thermal-Band Calibration and Atmospheric Correction With Ground-Based Measurements*. IEEE 48, 547-555.
- Delarizka, A., Sasmito, B., and Hani'ah. (2016). *Analisis Fenomena Pulau Bahang (Urban Heat Island) di Kota Semarang Berdasarkan Hubungan Antara Perubahan Tutupan Lahan Dengan Suhu Permukaan Menggunakan Citra Multi Temporal Landsat*. Jurnal Geodesi Undip 5, 165-177.
- Fawzi, N.I. (2014). *Pemetaan Emisivitas Permukaan Menggunakan Indeks Vegetasi*. Majalah Ilmiah

Globe 16, 133–139.

Gunarto, E. (2007). *Penginderaan Jauh Non Fotografik : Sistem Termal*.

Jaelani, L.M., and Afifi, Z. (2016). *Studi Pemetaan Pemutihan Terumbu Karang Dengan Citra Resolusi Tinggi (Studi Kasus: Perairan PLTU Paiton Probolinggo)*. Geoid Jurusan Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya 11, 142–150.

Jiménez-Muñoz, J.C., dan Sobrino, J.A. (2010). *A Single-Channel Algorithm for Land-Surface Temperature Retrieval From ASTER Data*. IEEE GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING LETTERS 10.

Prakash, A. (2000). *Thermal Remote Sensing: Concepts, Issues And Applications*. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. XXXIII Part B1.

Rahayu, R., dan Candra, D.S. (2014). *Koreksi Radiometrik Citra Landsat-8 Kanal Multispektral Menggunakan Top of Atmosphere (ToA) Untuk Mendukung Klasifikasi Penutup Lahan*. Pusat Teknologi Dan Data Penginderaan Jauh, LAPAN 762–767.

Rajeshwari, A., and Mani N, D. (2014). *Estimation Of Land Surface Temperature Of Dindigul District Using Landsat 8 Data*. 3.ISSN: 2321-7308.

Pustaka dari Internet:

Jaelani, L.M. (2016). *Teori Dasar Koreksi Atmosfer*.

<http://lmjaelani.com/2016/04/slide-teori-dasar-koreksi-atmosfer/>. Diakses pada 2 Maret 2018

Pemerintah Kota Semarang. *Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah (RPJPD) Kota Semarang, 2005-2025*. Kota Semarang: Pemerintah Kota.