

PEMANFAATAN CITRA LANDSAT 8 UNTUK MENGETAHUI PERUBAHAN SUHU PERMUKAAN TANAH (*LAND SURFACE TEMPERATURE*) DI KABUPATEN NGAWI TAHUN 2015, 2017, DAN 2019

Ati Rahayu Nur Hayati (1625901)

Dosen Pembimbing 1 : Hery Purwanto, ST., M.Sc.

Dosen Pembimbing 2 : Feny Arafah ST., MT.

Email : atirahayun@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan teknik Penginderaan Jauh dapat digunakan untuk pemantauan pada daerah yang luas. Melalui pemanfaatan data penginderaan jauh yang ada maka dapat diketahui perubahan suhu yang terjadi pada suatu wilayah. Salah satu data penginderaan jauh yang dapat digunakan untuk mengestimasi suhu permukaan tanah yaitu citra Landsat 8. Citra Landsat 8 menyediakan data untuk memetakan suhu permukaan menggunakan saluran termal yaitu saluran 10 dan 11.

Suhu permukaan tanah di Kabupaten Ngawi dapat diestimasi dengan menggunakan citra Landsat 8. Estimasi ini dilakukan dengan metode *Split Window Algorithm (SWA)*. Estimasi suhu permukaan dengan metode SWA membutuhkan parameter yaitu nilai emisivitas dan nilai *brightness temperature*. Nilai emisivitas dapat dihitung dengan metode NDVI. Dimana nilai NDVI dapat dihitung dengan kombinasi matematis antara band merah dan band NIR (*Near-Infrared Radiation*) citra Landsat 8. Proses pengolahan data menggunakan perangkat lunak *ENVI* dan *ArcGIS*.

Perubahan suhu permukaan tanah di Kabupaten Ngawi sangat dipengaruhi oleh iklim dan cuaca. Karena terjadi kekeringan panjang, suhu permukaan tanah tahun 2015 dan 2019 cenderung tinggi. Sementara itu pada tahun 2017 suhu permukaan tanah cenderung rendah karena tidak terjadi kekeringan ekstrim. Hasil estimasi suhu permukaan tanah pada tahun 2015 berkisar antara $17,399^{\circ}$ – $46,521^{\circ}$ celcius. Pada tahun 2017, suhu permukaan tanahnya berkisar antara $16,997^{\circ}$ – $44,682^{\circ}$ celcius. Dan pada tahun 2019, suhu permukaan tanahnya berkisar antara $18,085^{\circ}$ – $45,482^{\circ}$ celcius. Uji korelasi linier metode SWA menghasilkan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0.524$, uji NMAE menghasilkan nilai sebesar 20,46387%, dan uji RMSE menghasilkan nilai sebesar 2,56357.

Kata kunci : Citra Landsat 8, LST, NDVI, SWA

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Ngawi merupakan salah satu kabupaten yang mengalami perkembangan pembangunan dari tahun ke tahun. Pada sebuah daerah, pembangunan berhubungan erat dengan perubahan penggunaan lahan di wilayah tersebut. Pembangunan bisa menambah perekonomian daerah dan membantu kehidupan masyarakat. Akan tetapi perubahan penggunaan lahan di suatu wilayah tentunya memiliki dampak terhadap lingkungan sekitar. Dampak yang terjadi dari pembangunan salah satunya

adalah perubahan suhu pada wilayah tersebut (Rohana dkk, 2018).

Peningkatan suhu di Kabupaten Ngawi cukup terasa jika dibandingkan dengan beberapa tahun yang lalu. Adanya peningkatan suhu di Kabupaten Ngawi disebabkan oleh beberapa hal. Salah satunya adalah perubahan penggunaan lahan dan pembangunan banyak bangunan permanen (Budiarti, 2017). Selain itu ada faktor lain seperti terjadinya kebakaran hutan tahun 2018 dan penambahan penggunaan kendaraan bermotor.

Penggunaan teknik Penginderaan Jauh dapat digunakan untuk pemantauan (*monitoring*) pada daerah yang luas. Melalui pemanfaatan data penginderaan

jauh yang ada maka dapat diketahui perubahan suhu yang terjadi pada suatu wilayah. Salah satu data penginderaan jauh yang dapat digunakan untuk mengestimasi suhu permukaan tanah yaitu citra Landsat 8. Citra Landsat 8 merupakan hasil perekaman satelit Landsat yang dapat diunduh secara gratis dan diakses secara bebas. Citra Landsat 8 juga tersedia secara multitemporal sehingga memungkinkan dilakukan analisis dalam kurun waktu yang berbeda-beda (Guntara, 2015).

Citra Landsat 8 diharapkan mampu untuk mengestimasi suhu permukaan lahan di Kabupaten Ngawi. Kemudian data hasil estimasi tersebut dapat dibandingkan dalam periode waktu perekaman yang berbeda. Perbandingan tersebut dilakukan untuk mengetahui perubahan suhu yang terjadi di Kabupaten Ngawi. Berdasarkan pada latar belakang permasalahan tersebut maka dilakukan penelitian dengan judul, "Pemanfaatan Citra Landsat 8 untuk Mengetahui Perubahan Suhu Permukaan Tanah (*Land Surface Temperature*) di Kabupaten Ngawi Tahun 2015, 2017, dan 2019."

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana hasil estimasi suhu permukaan tanah (*Land Surface Temperature*) di Kabupaten Ngawi menggunakan Citra Landsat 8?
2. Bagaimana analisa perubahan suhu di Kabupaten Ngawi pada tahun 2015, 2017, dan 2019?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui estimasi suhu permukaan tanah (*Land Surface Temperature*) di Kabupaten Ngawi menggunakan Citra Landsat 8.
2. Menganalisa perubahan suhu di Kabupaten Ngawi pada tahun 2015, 2017, dan 2019.

Manfaat dari penelitian ini adalah :
Memberikan suatu informasi distribusi hasil estimasi suhu yang diperoleh dari pengolahan citra Landsat 8 dan menganalisis perbandingan data tahun 2015, 2017, dan 2019 untuk masyarakat atau instansi terkait yang membutuhkan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik ditujukan untuk memperbaiki nilai piksel agar sesuai dengan yang seharusnya yang biasanya mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan utama (Soenarmo, 2009), dan juga untuk menghilangkan atau meminimalisir kesalahan radiometrik akibat aspek eksternal berupa gangguan atmosfer pada saat proses perekaman. Biasanya gangguan atmosfer ini dapat berupa serapan, hamburan, dan pantulan yang menyebabkan nilai piksel pada citra hasil perekaman tidak sesuai dengan nilai piksel obyek sebenarnya di lapangan. Kesalahan radiometrik pada citra dapat menyebabkan kesalahan interpretasi terutama jika interpretasi dilakukan secara digital yang dilakukan berdasarkan pada nilai piksel. Koreksi radiometrik ini sangat penting untuk dilakukan agar hasil yang diperoleh sesuai dengan yang diinginkan (Chander, et al., 2007)

Pada Citra Landsat 8 *band* OLI 4 dan 5 koreksi radiometrik dilakukan dengan mengubah nilai *digital number* (DN) pada citra menjadi nilai reflektan dengan persamaan sebagai berikut :

$$p\lambda = (M_p Q_{cal} + A_p / \sin(\theta_{SE})) \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

$p\lambda$: reflektan TOA terkoreksi sudut matahari

M_p : REFLECTANCE_MULT_BAND_x

A_p : REFLECTANCE_ADD_BAND_x

Q_{cal} : *Digital Number* (DN)

θ_{SE} : SUN_ELEVATION

Pada Citra Landsat 8 *band* TIRS 10 dan 11 koreksi radiometrik dilakukan dengan mengubah nilai *digital number* (DN) pada citra menjadi nilai TOA *radiance* dengan persamaan sebagai berikut :

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

L_{λ} = radian spektral pada sensor (W/m²sr μ m)

Q_{cal} = nilai piksel (DN)

M_L = konstanta rescalling yang diperoleh dari metadata citra (RADIANCE_MULT_BAND_x, di mana x adalah band yang digunakan)

A_L = konstanta penambah diperoleh dari metadata citra (RADIANCE_ADD_BAND_x, di mana x adalah band yang digunakan)

2.2 *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI)

NDVI merupakan perhitungan citra yang digunakan untuk mengetahui tingkat kehijauan yang sangat baik sebagai awal dari pembagian daerah vegetasi. NDVI dapat menunjukkan parameter yang berhubungan dengan parameter, antara lain: biomassa dedaunan hijau, daerah dedaunan hijau yang merupakan nilai yang dapat diperkirakan untuk pembagian vegetasi. Indeks ini dapat dihitung melalui suatu persamaan :

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

NDVI : nilai NDVI yang dihitung

NIR : saluran inframerah dekat

RED : saluran merah

2.3 *Land Surface Temperature* (LST)

Temperatur permukaan tanah atau *Land Surface Temperature* (LST) merupakan keadaan yang dikendalikan oleh keseimbangan energi permukaan, atmosfer, sifat termal dari permukaan dan media bawah permukaan tanah. Temperatur permukaan suatu wilayah dapat diidentifikasi dari citra satelit Landsat yang diekstrak dari saluran termal. Dalam penginderaan jauh, temperatur permukaan tanah dapat didefinisikan sebagai suhu permukaan rata-rata dari suatu permukaan, yang digambarkan dalam cakupan suatu piksel dengan berbagai tipe permukaan yang berbeda (Utomo A., 2017).

Banyak algoritma yang didesain oleh para peneliti untuk mengestimasi LST, seperti *Split Window Algorithm* (SWA), *Dual Angle Algorithm* (DAA), dan *Single Channel Algorithm* (SCA). Berdasarkan ketiga algoritma tersebut yang terpopuler adalah metode *Split Window Algorithm* (SWA) yang dicetus oleh Prof. Jose Antonio Sobrino dari University of Valencia, Spanyol pada tahun 1996 dan disempurnakan pada tahun 2008.

SWA adalah formula matematika dinamis yang mampu menyajikan informasi suhu permukaan tanah. SWA membutuhkan nilai *brightness temperature* yang diturunkan dari nilai TOA *Spectral Radiance* band 10 (inframerah termal) dan band 11 (inframerah termal) pada sensor TIRS citra Landsat 8 serta nilai LSE (*Land Surface Emissivity*) atau emisivitas permukaan lahan yang diturunkan dari nilai FVC (*Fractional Vegetation Cover*) atau pecahan tutupan vegetasi dari band 4 (merah) dan band 5 (inframerah dekat) pada sensor OLI citra Landsat 8 untuk mengestimasi suhu permukaan lahan. (Latif, 2014). Langkah estimasi suhu permukaan tanah dengan metode SWA adalah sebagai berikut:

1. Konversi *spectral radiance* ke temperatur kecerahan satelit (*Satellite Brightness Temperature*). *Brightness Temperature* (TB) menghasilkan dua nilai yaitu TB10 (band 10) dan TB11

(band 11). Band 10 dan band 11 yang sudah menjadi nilai TOA *Spectral Radiance* kemudian dikonversi ke nilai *Brightness Temperature* menggunakan konstanta termal yang disediakan dalam file metadata Landsat 8. Nilai *Brightness Temperature* bukan nilai suhu permukaan yang langsung dapat digunakan untuk analisis, tetapi hanyalah suhu radian. Suhu radian merupakan suhu yang terekam pada sensor. Sehingga untuk mendapatkan suhu yang mendekati objek permukaan bumi atau suhu kinetik, maka perlu dilakukan konversi *spectral radiance* ke temperatur kecerahan satelit. Rumusnya adalah sebagai berikut (USGS, 2013) :

$$T_B = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

T_B : suhu radian dalam satuan Kelvin

L_λ : TOA *spectral radiance*

K_1 : konstanta kalibrasi radian spektral (W/(m².sr.µm), diperoleh dari metadata

K_2 : konstanta kalibrasi suhu absolut (K), diperoleh dari metadata citra

2. Perhitungan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) yang dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.3).

3. Perhitungan *Fractional Vegetation Cover* (FVC)

Nilai FVC dapat diestimasi menggunakan nilai NDVI yang sebelumnya telah diperoleh serta nilai NDVI_{soil} (tanah) dan nilai NDVI_{veg} (vegetasi). FVC berfungsi untuk mengestimasi besaran fraksi dari suatu area yang tertutup vegetasi dengan persamaan sebagai berikut :

$$FVC = \frac{NDVI - NDVI_{soil}}{NDVI_{veg} - NDVI_{soil}} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

FVC : *Fractional Vegetation Cover*

NDVI : Nilai NDVI yang sebelumnya telah diperoleh

NDVI_{soil} : Nilai NDVI untuk tanah = 0,2

NDVI_{veg} : Nilai NDVI untuk vegetasi = nilai terbesar NDVI

4. Perhitungan *Land Surface Emissivity* (LSE)

Nilai LSE dapat diestimasi menggunakan nilai FVC hasil perhitungan sebelumnya. LSE berfungsi untuk mengukur karakteristik yang melekat pada permukaan bumi dan mengukur kemampuannya untuk mengubah energi termal atau panas menjadi energi radiasi. Estimasi LSE membutuhkan nilai emisivitas tanah dan nilai emisivitas vegetasi dari kedua TIRS band (band 10 dan band 11) dengan formula sebagai berikut:

$$LSE = \epsilon_s * (1 - FVC) + \epsilon_v * FVC \dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

LSE : *Land Surface Emissivity*

FVC : Nilai FVC yang sebelumnya telah diperoleh

ϵ_s : Emisivitas tanah band 10 dan 11 (lihat di tabel 2.1)

ϵ_v : Emisivitas vegetasi band 10 dan 11 (lihat di tabel 2.1)

Tabel 2.1 Nilai emisivitas TIRS band pada Landsat 8 (Rajeshwari & Mani, 2014)

Emisivitas	Band 10	Band 11
ϵ_s	0,971	0,977
ϵ_v	0,987	0,989

5. Perhitungan Kombinasi LSE Band 10 dan LSE Band 11

Kombinasi LSE band 10 dan LSE band 11 menghasilkan dua nilai yaitu *mean of LSE* atau nilai rata-rata LSE (ϵ) dan *difference of LSE* atau nilai selisih LSE ($\Delta\epsilon$). Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$\epsilon = \frac{\epsilon_{10} + \epsilon_{11}}{2} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$\Delta m = \epsilon_{10} - \epsilon_{11} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

ϵ : nilai rata-rata LSE

- $\Delta \varepsilon$: nilai selisih LSE
- ε_{10} : Nilai LSE band 10 yang sebelumnya telah diperoleh
- ε_{11} : Nilai LSE band 11 yang sebelumnya telah diperoleh

6. Perhitungan *Land Surface Temperature* (LST)

LST dihitung dengan menerapkan algoritma matematika terstruktur yaitu Split Window Algorithm (SWA). Algoritma tersebut menggunakan nilai *brightness temperature* dari dua band pada sensor TIRS citra Landsat 8, nilai rata-rata dan nilai selisih LSE (*land surface emissivity*) untuk memperkirakan LST di Kabupaten Ngawi. Perhitungan LST dengan metode SWA dapat dilakukan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$LST = TB_{10} + C_1 (TB_{10} - TB_{11}) + C_2 (TB_{10} - TB_{11})^2 + C_0 + (C_3 + C_4 W) (1 - \varepsilon) + (C_5 + C_6 W) \Delta \varepsilon \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan :

LST : *Land Surface Temperature* (K)

$C_0 - C_6$: *Split Window Coefficient* (lihat di tabel 2.2)

TB_{10-11} : nilai *Brightness Temperature* (K) band 10 dan band 11

W : *Atmospheric Water Vapour Content* = 0,013

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

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

Tabel 2.2. Koefisien *Split Window* (Rajeshwari & Mani, 2014)

Constant	Value
C0	-0,268
C1	1,378
C2	0,183
C3	54,300
C4	-2,238
C5	-129,200
C6	16,400

Hasil perhitungan LST di atas masih dalam unit Kelvin, sehingga harus dilakukan konversi satuan unit suhu dari kelvin ke celcius dengan cara mengurangi setiap hasil perhitungan tersebut dengan nilai 273,15.

2.4 Regresi Linier

Regresi linier sederhana adalah regresi yang melibatkan hubungan antara satu variabel terikat dihubungkan dengan satu variabel bebas. Bentuk umum persamaan regresi linier sederhana adalah:

$$Y = a + bX \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan :

Y = variabel terikat

X = variabel bebas

a = intersep / konstanta

b = koefisien regresi / slop

Variabel a dan b dapat dicari dengan rumus :

$$a = \bar{Y} - b \cdot \bar{X} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$b = \frac{(n)(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{(n)(\sum X^2) - (\sum X)^2} \dots\dots\dots(2.12)$$

Koefisien determinasi (r^2) adalah angka yang menunjukkan proporsi variabel terikat yang dijelaskan oleh variasi variabel bebas. Juga, dapat digunakan sebagai ukuran ketepatan dalam menentukan prediktor. Artinya, r^2 menunjukkan seberapa besar sumbangan X terhadap Y. Nilai koefisien determinasi berkisar antara 0 (tidak ada relasi) sampai 1 (relasi sempurna). Untuk menentukan koefisien determinasi (r^2) pada regresi linier sederhana, dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$r^2 = \frac{a(\sum Y) + b(\sum XY) - n(\bar{Y})^2}{\sum (Y)^2 - n(\bar{Y})^2} \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan :

n = jumlah titik (X,Y)

Y = variabel terikat

X = variabel bebas

\bar{X} = mean / rerata dari variabel X

\bar{Y} = mean / rerata dari variabel Y

2.4 Pengujian Akurasi

Untuk menguji akurasi dari produk reflektan-permukaan Landsat, dua indeks diantaranya, *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Normalized Mean Absolute Error* (NMAE) digunakan. Kedua indeks tersebut dihitung mengikuti rumus berikut (Jaelani, 2015):

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(x_{esti,i} - x_{meas,i})^2}{N}} \dots \dots \dots (2.14)$$

$$NMAE(\%) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \left| \frac{(x_{esti,i} - x_{meas,i})}{x_{meas}} \right| \times 100 \dots \dots \dots (2.15)$$

dimana $x_{meas,i}$ dan $x_{esti,i}$ adalah nilai ukuran dan estimasi. N adalah jumlah data yang digunakan untuk validasi. Selain kedua indeks di atas, *determination coefficient* (R^2) antara data ukuran (*in situ-measured*) dan estimasi $R_{rs}(\lambda)$ dari produk reflektan-permukaan Landsat termasuk Landsat terkoreksi secara atmosfer (*atmospherically corrected Landsat*) dengan 6SV juga digunakan untuk melihat korelasi antar data ukuran dan estimasi dari citra (Jaelani, 2015).

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini mengambil daerah penelitian di Kabupaten Ngawi. Secara geografis Kabupaten Ngawi terletak pada koordinat 7°21' - 7°31' LS dan 110°10' - 111°40' BT.

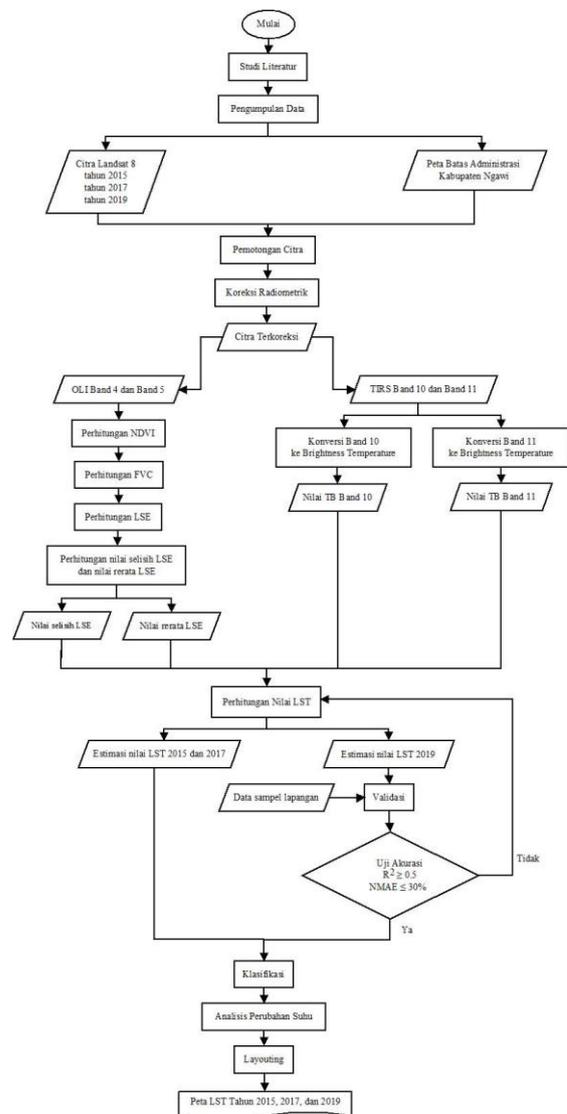


Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

3.1 Diagram Alir

Diagram alir di bawah ini merupakan langkah-langkah yang diambil untuk mendukung proses penelitian yang

akan dibuat agar penelitian dapat berjalan lebih terarah dan sistematis.



Gambar 3.2 Diagram Alir

Keterangan diagram alir :

1. Persiapan dan Pengumpulan Data
Mempersiapkan alat dan bahan serta pengumpulan data sekunder yang akan digunakan dalam penelitian.
2. Pemotongan Citra
Pemotongan atau *cropping* citra dilakukan untuk mendapatkan daerah penelitian dengan maksud untuk dapat melakukan pengolahan data yang lebih terfokus, terinci dan teroptimal. Pemotongan citra dilakukan sesuai dengan dengan luas dan batasan daerah penelitian.

3. Koreksi Radiometrik
Koreksi radiometrik dilakukan untuk menghilangkan atau meminimalisir kesalahan radiometrik akibat aspek eksternal berupa gangguan atmosfer pada saat proses perekaman. Biasanya gangguan atmosfer ini dapat berupa serapan, hamburan, dan pantulan yang menyebabkan nilai piksel pada citra hasil perekaman tidak sesuai dengan nilai piksel obyek sebenarnya di lapangan. Koreksi radiometrik dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.1).
4. Perhitungan *Brightness Temperature*
TOA *Spectral Radiance* kemudian dikonversi ke nilai *Brightness Temperature* menggunakan konstanta termal yang disediakan dalam *file* metadata Landsat 8. Nilai *Brightness Temperature* bukan nilai suhu permukaan yang langsung dapat digunakan untuk analisis, tetapi hanyalah suhu radian. Suhu radian merupakan suhu yang terekam pada sensor. Sehingga untuk mendapatkan suhu yang mendekati objek permukaan bumi atau suhu kinetik, maka perlu dilakukan konversi *spectral radiance* ke temperatur kecerahan satelit. Perhitungan nilai *Brightness Temperature* dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.4).
5. Perhitungan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI)
Nilai NDVI dapat diestimasi menggunakan sensor OLI pada citra Landsat 8. NDVI berfungsi untuk mengetahui tingkat kerapatan vegetasi yang menyusun area penelitian. *Band* 4 (merah) dan *band* 5 (inframerah dekat) digunakan untuk memperoleh nilai NDVI dengan menggunakan persamaan (2.3).
6. Perhitungan *Fractional Vegetation Cover* (FVC)
FVC berfungsi untuk mengestimasi besaran fraksi dari suatu area yang tertutup vegetasi dengan menggunakan persamaan (2.5).
7. Perhitungan *Land Surface Emissivity* (LSE)
LSE berfungsi untuk mengukur karakteristik yang melekat pada permukaan bumi dan mengukur kemampuannya untuk mengubah energi termal atau panas menjadi energi radiasi. Perhitungan nilai LSE dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.6).
8. Perhitungan Kombinasi LSE Band 10 dan LSE Band 11
Kombinasi LSE band 10 dan LSE band 11 menghasilkan dua nilai rata-rata LSE (ϵ) dan nilai selisih LSE ($\Delta\epsilon$). Perhitungan dua nilai ini dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.7) dan persamaan (2.8)
9. Perhitungan *Land Surface Temperature* (LST)
LST dihitung dengan menerapkan algoritma matematika terstruktur yaitu Split Window Algorithm (SWA). Algoritma tersebut menggunakan nilai *Brightness Temperature* dari dua band pada sensor TIRS citra Landsat 8, nilai rata-rata dan nilai selisih LSE untuk memperkirakan nilai LST di Kabupaten Ngawi. Perhitungan LST dengan metode SWA dapat dilakukan menggunakan persamaan (2.9).
10. Hasil estimasi LST memiliki satuan unit kelvin. Agar bisa diklasifikasikan dan diproses secara lebih baik, maka dilakukan konversi satuan unit suhu dari kelvin ke celcius dengan cara mengurangi setiap hasil perhitungan tersebut dengan nilai 273,15.
11. Melakukan validasi lapangan untuk melihat kebenaran hasil perhitungan estimasi LST tahun 2019. Validasi lapangan dilakukan dengan menggunakan bantuan alat GPS Navigasi untuk pengambilan titik koordinat. Suhu permukaan tanah diukur dengan termometer tanah. Selain itu, juga dilakukan pengambilan dokumentasi objek penggunaan lahan pada masing-masing titik sampel.

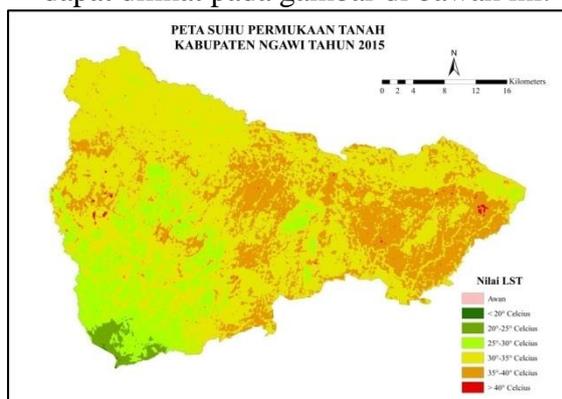
12. Melakukan uji akurasi dengan kriteria sebagai berikut:
 $R^2 \geq 0.5$ dan $NMAE \leq 30\%$
Rumus untuk uji akurasi dapat dilihat pada persamaan (2.12) dan (2.14).
13. Melakukan klasifikasi untuk estimasi nilai LST tahun 2015, 2017 dan 2019.
14. Melakukan analisis perubahan suhu tahun 2015, 2017 dan 2019.
15. Pembuatan peta LST di Kabupaten Ngawi
Hasil yang diperoleh berupa Peta Distribusi Suhu Permukaan Tanah di Kabupaten Ngawi tahun 2015, 2017, dan 2019.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Estimasi Suhu Permukaan

Berikut ini hasil estimasi suhu permukaan tanah di Kabupaten Ngawi untuk tahun 2015, 2017, dan 2019. Pada tahun 2015 suhu permukaan tanahnya berkisar antara $17,399^\circ - 46,521^\circ$ celcius. Pada tahun 2017, suhu permukaan tanahnya berkisar antara $16,997^\circ - 44,682^\circ$ celcius. Dan pada tahun 2019, suhu permukaan tanahnya berkisar antara $18,085^\circ - 45,482^\circ$ celcius.

A. Hasil estimasi nilai suhu permukaan tanah di Kabupaten Ngawi tahun 2015 dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



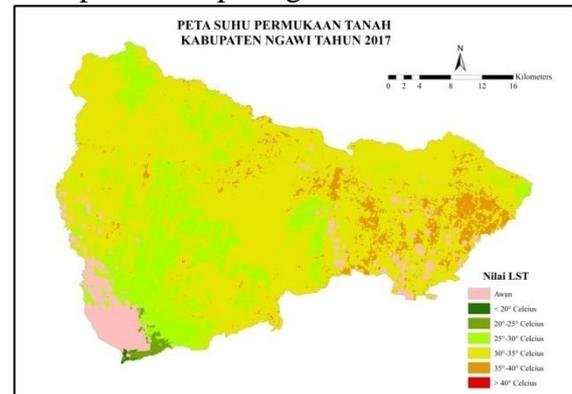
Gambar 4.1 Estimasi Perhitungan Suhu Permukaan Tanah tahun 2015

Pada tahun 2015 suhu permukaan tanah di Kabupaten Ngawi mempunyai luasan sebagai berikut.

Luas awan = 43,2 Ha

Luas suhu $< 20^\circ$ celcius = 29,61 Ha
Luas suhu $20^\circ - 25^\circ$ celcius = 1972,26 Ha
Luas suhu $25^\circ - 30^\circ$ celcius = 19211,13 Ha
Luas suhu $30^\circ - 35^\circ$ celcius = 84324,87 Ha
Luas suhu $35^\circ - 40^\circ$ celcius = 33908,49 Ha
Luas suhu $> 40^\circ$ celcius = 254,52 Ha

B. Hasil estimasi nilai suhu permukaan tanah di Kabupaten Ngawi tahun 2017 dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

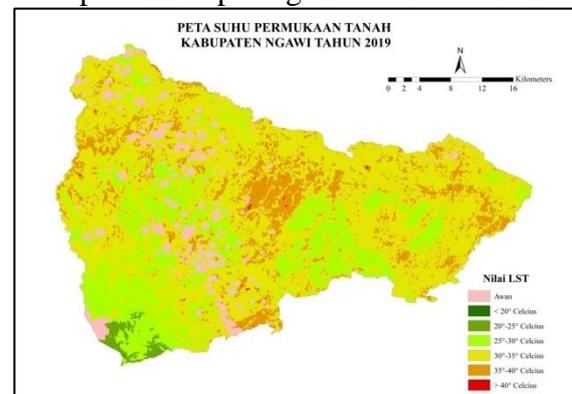


Gambar 4.2 Estimasi Perhitungan Suhu Permukaan Tanah tahun 2017

Pada tahun 2017 suhu permukaan tanah di Kabupaten Ngawi mempunyai luasan sebagai berikut.

Luas awan = 8534,97 Ha
Luas suhu $< 20^\circ$ celcius = 108,27 Ha
Luas suhu $20^\circ - 25^\circ$ celcius = 899,55 Ha
Luas suhu $25^\circ - 30^\circ$ celcius = 26899,29 Ha
Luas suhu $30^\circ - 35^\circ$ celcius = 95200,38 Ha
Luas suhu $35^\circ - 40^\circ$ celcius = 8099,28 Ha
Luas suhu $> 40^\circ$ celcius = 2,34 Ha

C. Hasil estimasi nilai suhu permukaan tanah di Kabupaten Ngawi tahun 2019 dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.3 Estimasi Perhitungan Suhu Permukaan Tanah tahun 2019

Pada tahun 2019 suhu permukaan tanah di Kabupaten Ngawi mempunyai luasan sebagai berikut.

Luas awan	= 8636,94 Ha
Luas suhu < 20° celcius	= 10,08 Ha
Luas suhu 20° - 25° celcius	= 1577,61 Ha
Luas suhu 25° - 30° celcius	= 28233,72 Ha
Luas suhu 30° - 35° celcius	= 82127,52 Ha
Luas suhu 35° - 40° celcius	= 19042,92 Ha
Luas suhu > 40° celcius	= 115,29 Ha

4.2 Hasil Uji Akurasi

Uji akurasi dilakukan pada hasil pengolahan citra Landsat 2019. Uji akurasi dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi dan kebenaran data hasil pengolahan citra terhadap data hasil pengukuran lapangan. Uji akurasi pada penelitian ini menggunakan uji korelasi linier, uji NMAE (*Normalized Mean Absolute Error*), dan uji RMSE (*Root Mean Square Error*).

4.2.1 Uji Korelasi Linier

Uji korelasi linier dilakukan pada hasil pengolahan citra Landsat 2019. Uji korelasi linier dilakukan dengan membandingkan suhu citra dengan suhu pengukuran lapangan. Perhitungan korelasi linier dilakukan dengan metode manual dan menggunakan *MS. Excel* sesuai dengan persamaan (2.10 – 2.13). Tabel uji korelasi linier ditampilkan pada Lampiran B. Berikut ini adalah perhitungan nilai a, b dan koefisien determinasi (R^2)

$$b = \frac{(n)(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{(n)(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$= \frac{95 (1152.0315) - (3252.600)(3230.645)}{95 (112619.340) - (3252.600)^2}$$

$$= \frac{10559442.99 - 10507995.93}{10698837 - 10579406.76}$$

$$= 0,430769764$$

$$a = \bar{Y} - b \cdot \bar{X}$$

$$= 34.007 - 0.430769764 * 34.238$$

$$= 19,25813965$$

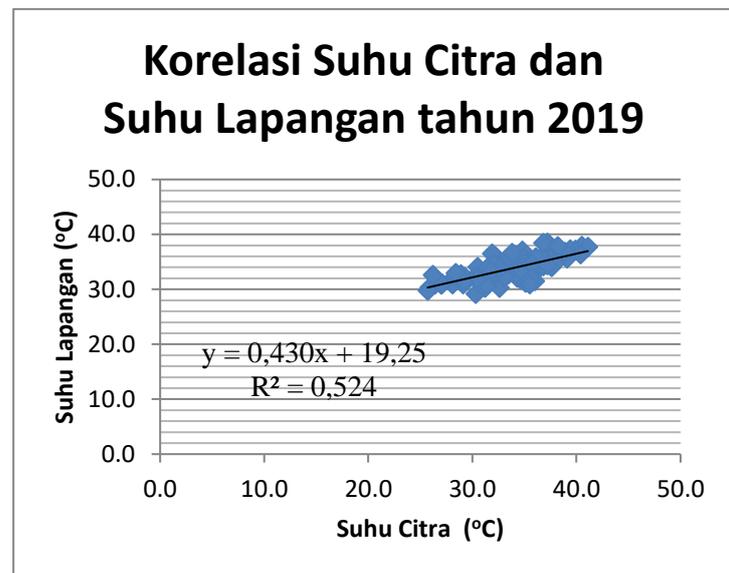
$$R^2 = \frac{a(\sum Y) + b(\sum XY) - n(\bar{Y})^2}{\sum(Y^2) - n(\bar{Y})^2}$$

$$= \frac{19,258 (3230.645) + 0,431 (1152.032) - 95 (34.007)^2}{(3230.645)^2 - 95 (34.007)^2}$$

$$= \frac{62216,21256 + 47880,93435 - 109863,8644}{110309,0527 - 109863,8644}$$

$$= \frac{233,282529}{445,1883698}$$

$$= 0,524008588$$



Gambar 4.4 Korelasi Linier Suhu Citra dan Suhu Lapangan tahun 2019

Dari hasil perhitungan korelasi linier diatas diperoleh persamaan $y = 0,430x + 19,25$ dengan $R^2 = 0.524$, sehingga memenuhi syarat $R^2 > 0.5$. Koefisien determinasi menunjukkan seberapa besar sumbangan nilai X terhadap nilai Y. Semakin besar nilai koefisien determinasi menunjukkan hubungan yang semakin besar antara nilai X dan nilai Y sehingga hasil tersebut dianggap lebih mendekati keadaan sebenarnya di lapangan.

4.2.2 Uji NMAE

Uji NMAE antara nilai suhu pada citra dengan suhu hasil pengukuran di lapangan dapat dihitung menggunakan persamaan (2.15). Hasil uji NMAE (*Normalized Mean Absolute Error*) antara

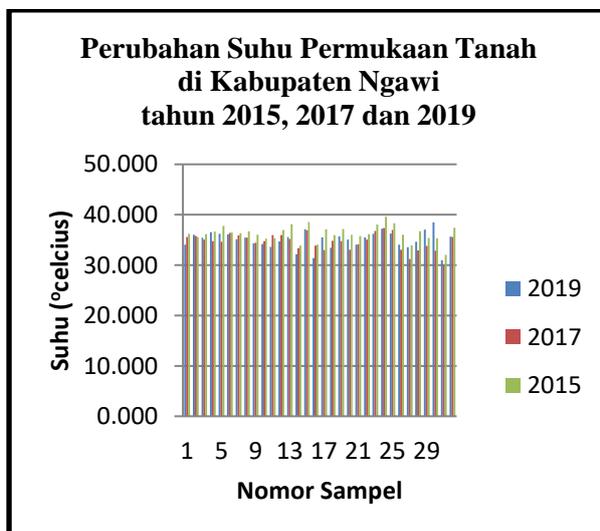
suhu lapangan dan suhu citra sebesar 20,46387%, sehingga memenuhi syarat $NMAE \leq 30\%$. Nilai NMAE semakin kecil menunjukkan kesalahan yang semakin kecil sehingga hasil tersebut dianggap lebih mendekati keadaan sebenarnya di lapangan.

4.2.3 Uji RMSE

Uji RMSE antara nilai suhu pada citra dengan suhu hasil pengukuran di lapangan dapat dihitung menggunakan persamaan (2.14). Dari hasil uji RMSE diatas menghasilkan nilai RMSE 2,56357. Nilai RMSE ini termasuk besar karena beda suhu antara suhu estimasi citra dan suhu lapangan juga besar. Namun karena hasil uji R^2 dan uji NMAE masih memenuhi syarat, sehingga hasil pengukuran lapangan dianggap benar.

4.3 Analisis Perubahan Suhu Permukaan Tanah

Kisaran suhu permukaan tanah di Kabupaten Ngawi pada tahun 2015 sebesar $17,399^\circ - 46,521^\circ$ celcius. Pada tahun 2017, kisaran suhu permukaan tanahnya sebesar $16,997^\circ - 44,682^\circ$ celcius. Dan pada tahun 2019, kisaran suhu permukaan tanahnya sebesar $18,085^\circ - 45,482^\circ$ celcius. Perubahan suhu permukaan tanah di Kabupaten Ngawi tahun 2015, 2017 dan 2019 dapat dilihat di Gambar 4.5.



Dari 94 titik sampel, dapat dilihat perubahan suhu permukaan tanahnya. Dari tahun 2015 ke 2017 cenderung terjadi penurunan suhu permukaan tanah. Hal ini disebabkan karena terjadi kekeringan pada tahun 2013-2014. Sehingga suhu permukaan tanah pada tahun 2015 cenderung tinggi. Sementara dari tahun 2017 ke 2019 cenderung terjadi kenaikan suhu permukaan tanah. Hal ini disebabkan karena terjadi kekeringan pada tahun 2018. Pada tahun 2017 sempat terjadi kekeringan juga di Kabupaten Ngawi karena memasuki musim kemarau. Namun hal tersebut tidak menyebabkan kekeringan ekstrim seperti kekeringan tahun 2013-2014 dan kekeringan tahun 2018. Sehingga suhu permukaan tanah tahun 2017 bisa menurun dari tahun 2015. Namun sayangnya, karena kekeringan panjang dan juga terjadi kebakaran hutan di tahun 2018, suhu permukaan tanah tahun 2019 cenderung naik lagi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Suhu permukaan tanah dapat diestimasi dengan menggunakan citra Landsat 8. Hasil estimasi suhu permukaan tanah di Kabupaten Ngawi pada tahun 2015 berkisar antara $17,399^\circ - 46,521^\circ$ celcius. Pada tahun 2017, kisaran suhu permukaan tanahnya sebesar $16,997^\circ - 44,682^\circ$ celcius. Dan pada tahun 2019, kisaran suhu permukaan tanahnya sebesar $18,085^\circ - 45,482^\circ$ celcius.
2. Dari pengukuran sampel suhu di lapangan yang berjumlah 95 titik, diperoleh nilai korelasi linier antara suhu lapangan dan suhu citra sebesar $R^2 = 0.524$, uji NMAE 20,46387%, dan uji RMSE 2,56357. Sehingga metode SWA cukup akurat untuk menghitung estimasi suhu permukaan tanah. Adapun perubahan suhu permukaan tanah di Kabupaten Ngawi sangat

dipengaruhi oleh iklim dan cuaca. Karena terjadi kekeringan panjang, suhu permukaan tanah tahun 2015 dan 2019 cenderung tinggi. Sementara itu pada tahun 2017 suhu permukaan tanah cenderung rendah karena tidak terjadi kekeringan ekstrim.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, saran dari penulis adalah sebagai berikut :

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan citra dengan resolusi spasial yang lebih tinggi sehingga memperoleh akurasi yang lebih baik antara suhu di citra dengan suhu lapangan.
2. Pengukuran sampel suhu di lapangan sebaiknya dilakukan pada hari yang sama dengan waktu perekaman citra sehingga suhu yang diperoleh lebih akurat. Jika pengukuran sampel dilakukan lebih dari satu hari, maka dilakukan pada rentang waktu yang sama untuk memperkecil kesalahan pengukuran karena perbedaan cuaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Informasi Geospasial. 2014. *Peraturan Kepala Badan Informasil Geospasial Nomor 3 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Pengumpulan dan Pengolahan Data Geospasial Mangrove*. Cibinong.
- Chander, G., L. B. & Barsi, J. A., 2007. *Revised Landsat-5 Thematic Mapper Radiometric Calibration*. IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters.
- Danoedoro, Projo. 2012. *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta : Andi.
- Guntara, Ilham. 2016. *Pemanfaatan Citra Landsat 8 untuk Mengestimasi Suhu Permukaan Lahan Menggunakan Algoritma Split Window (Studi Kasus: Kabupaten Bantul)*. Prosiding dari Seminar Nasional Penginderaan Jauh. Hal: 301-308.
- Jaelani, dkk. 2015. *Uji Akurasi Produk Reflektan-Permukaan landsat Menggunakan Data In Situ di Danau Kasumigaura, Jepang*. Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan XX 2015.
- Lessard R. 1994. *Methane and Carbon Dioxide Fluxes from Poorly Drained Adjacent Cultivated and Forest Sites*. Canadian Journal of Soil Science [CAN. J. SOIL SCI./REV. CAN. SCI. OL]. Vol. 74, no. 2.
- Martin Seelye. 2004. *An Introduction to Ocean Remote Sensing*. Cambrige University Press.**
- Puntodewo, A., Dkk. 2003. *Sistem Informasi Geografis untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam*. Bogor : Center for International Forestry Research.
- Purwadhi, S.H, dan Sanjoto T. B. 2008. *Pengantar Interpretasi Citra Pengindraan Jauh*. Jakarta : LAPAN
- Rajeshwari, A. dan Mani, N.D. 2014. *Estimation of Land Surface Temperature of Dindigul District Using Landsat 8 Data*. International Journal of Research in Enginneering and Technology, Volume : 03 Issue : 05, May 2014.
- Soenarmo, S.H., 2009. *Penginderaan Jauh dan Pengenalan Sistem Informasi Geografis untuk Bidang Ilmu Kebumian*. Penerbit ITB. Bandung
- Sudjana. 2003. *Teknik Analisis Regresi dan Korelasi bagi Peneliti*. Bandung : Tarsito
- Sutanto. 1992. *Penginderaan Jauh Jilid 1*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sutanto. 1995. *Penginderaan Jauh Dasar*. Yogyakarta: Badan Penerbit Fakultas Geografi (BPPFG) UGM.
- USGS. 2013. *Using the USGS Landsat 8 Product*. Hämtat från USGS Landsat

Missions:

http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php

Utomo Anggoro W. 2017. *Analisis Hubungan Variasi Land Surface Temperature dengan Kelas Tutupan Lahan Menggunakan Data Citra Satelit. Vol. 6 , No 2*