

PEMANFAATAN METODE *SPLIT-WINDOWS ALGORITHM* (SWA) PADA LANDSAT 8 MENGGUNAKAN DATA UAP AIR MODIS TERRA

(The Application of Split-Windows Algorithm (SWA) Methods on Landsat 8 Using Modis Terra Water Vapor)

A Sediyo Adi Nugraha

Jurusan Geografi, Program Studi Pendidikan Geografi, Fakultas Hukum dan Ilmu Sosial,
Universitas Pendidikan Ganesha
Jalan Udayana No.11 Singaraja, Bali, Indonesia.
E-mail: adi.nugraha@undiksha.ac.id

Diterima: 24 September 2018; Direvisi: 05 Maret 2019; Disetujui untuk Dipublikasikan: 19 Maret 2019

ABSTRAK

Metode *Split-Windows Algorithm* (SWA) memiliki metode yang bervariasi untuk pengolahan suhu permukaan (*Land Surface Temperature/LST*). Salah satunya pada pengolahan citra Landsat 8 OLI/TIRS (*The Operational Land Imager and the Thermal Infrared Scanner*) karena menggunakan dua saluran yaitu 10 (10,60 - 11,19 μm) dan band 11 (11,50 - 12,51 μm). Metode SWA pada penelitian ini menggunakan data primer yaitu parameter uap air untuk meningkatkan akurasi pengolahan suhu permukaan. Data parameter uap air diperoleh dari citra MODIS untuk mengetahui nilai rata-rata uap air (W) dan citra emisivitas diperoleh dari citra Landsat 8 OLI/TIRS dengan saluran tampak. Perolehan data tersebut dilakukan dengan bantuan Microsoft Excel, berbeda dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan aplikasi MODTRAN (*MODerate resolution atmospheric TRANsmission*). Tujuan dari pengolahan suhu permukaan dengan metode SWA menggunakan data parameter uap air untuk mengetahui akurasi antara hasil pengolahan citra dengan nilai suhu permukaan di lapangan. Hasil pengolahan data suhu permukaan melalui metode SWA menunjukkan perbedaan nilai yang kecil ($<1^\circ\text{K}$) terhadap kondisi suhu di lapangan. Selain itu terdapat pola keselarasan antara penggunaan Microsoft Excel untuk perolehan data dengan aplikasi MODTRAN sehingga proses perolehan data parameter uap air telah sesuai. Aplikasi SPSS digunakan untuk mengetahui tingkat hubungan dan akurasi dari hasil pengolahan suhu permukaan metode SWA terhadap hasil survey lapangan dan menunjukkan nilai korelasi sebesar -0,962. Perolehan dan pengolahan data suhu permukaan dengan metode SWA akan optimal jika nilai *transmitted atmospheric* yang digunakan merupakan wilayah untuk daerah tropis.

Kata kunci: Landsat, *land surface temperature*, modis, *split-windows algorithm*

ABSTRACT

Split Windows Algorithm (SWA) has varied methods to process Land Surface Temperature (LST). One method is in processing Landsat 8 OLI/TIRA (The Operational Land Imager and the Thermal Infrared Scanner) using two channels; band 10 (10,60 - 11,19 μm) and band 11 (11,50 - 12,51 μm). The SWA method in this study used primary data of water vapor parameter to increase accuracy in LST processing. Water-vapor parameter data was obtained from the MODIS image to find out the average value of water vapor (W) and the emissivity image was obtained from Landsat 8 OLI/TIRS with visible channels. The data was generated using Microsoft Excel, different from previous research which used MODTRAN (MODerate resolution atmospheric TRANsmission) application. The purpose of LST processing with SWA method was to use water-vapor parameter to determine the accuracy of image processing results compared to surface temperature in the field. Processing of thermal imaging via SWA methods showed a slight different value ($<1^\circ\text{K}$) from temperature value in the field. Also, the patterns were aligned when using Microsoft Excel and MODTRAN application, meaning that manufacturing data parameters for water vapor was already in place. The SPSS application was used to find out correlation and accuracy of the SWA method treatment on the field survey result and showed the correlation value of -0,962. Intake and processing of LST data by SWA methods would be optimal if the transmitted atmospheric value used was for tropical regions.

Keyword: Landsat, *land surface temperature*, modis, *split-windows algorithm*

PENDAHULUAN

Salah satu parameter yang dapat digunakan untuk mendeteksi kondisi fisik permukaan secara luas dengan menggunakan suhu permukaan (*Land*

Surface Temperature/LST). LST dapat diperoleh menggunakan berbagai metode seperti pengukuran secara langsung di lapangan, menggunakan indeks vegetasi sebagai data nilai emisivitas, serta data penginderaan jauh yang selama ini telah banyak

dilakukan dengan beberapa satelit yang memiliki saluran termal inframerah (Duan et al., 2014; Sobrino et al., 2003). Berbagai metode yang dilakukan dalam pengolahan LST memiliki banyak variasi seperti pengolahan menggunakan 1 (satu) saluran dan pengolahan menggunakan multi-saluran (dalam hal ini seperti *split-windows* algoritma) (Becker & Li, 1990; Wan & Dozier, 1996), kemudian metode pemisahan suhu dan emisivitas (Gillespie et al., 1998).

Landsat 8 memiliki dua saluran termal yang dibawa oleh sensor *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) yaitu saluran band 10 dengan panjang gelombang 10,60 - 11,19 μm dan band 11 dengan panjang gelombang 11,50 - 12,51 μm . Hal itu membuat berbeda dengan generasi sebelumnya di mana citra Landsat TM (*Thematic Mapper*) dan ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*) hanya memiliki satu saluran termal inframerah yang dapat digunakan untuk pengolahan suhu permukaan, selain itu pula terletak pada sisi resolusi spasial yang dibawa. Landsat 8 memiliki resolusi spasial 100 meter untuk TIRS (*Thermal Infrared Scanner*) sedangkan Landsat TM dan ETM+ memiliki resolusi 60 meter (Department of the Interior U.S. Geology Survey, 2018; Rozenstein et al., 2014). Berdasarkan hal itu metode yang sesuai dengan citra Landsat 8 ialah *Split-Windows Algorithm* (SWA) karena mampu meminimalisir pengaruh atmosfer yang diterima oleh citra dalam pengolahan suhu permukaan dengan panjang saluran yang berbeda tetapi berdekatan pada band 10 dan band 11 (Du et al., 2015; Peres & DaCamara, 2005; Wan et al., 2004; Watson, 1992).

Variasi penggunaan metode SWA sangat beragam untuk pengukuran suhu permukaan laut maupun suhu permukaan daratan yang telah dikembangkan oleh *National Oceanic and Atmospheric Administration/Advanced Very High Resolution Radiometer* (NOAA/AVHRR) (Mao et al., 2005). Zhengming Wan & Dozier (1996) menegaskan bahwa metode SWA masih membutuhkan faktor tambahan yaitu parameter uap air yang ada di atmosfer untuk memperoleh akurasi yang tinggi dari pengolahan LST. Penelitian pada Harris & Mason (1992); Sobrino et al. (2003) membuktikan bahwa kondisi uap air yang diperoleh dari citra MODIS dan digunakan pada metode SWA mampu meningkatkan suhu permukaan laut (*Sea Surface Temperature/SST*), sehingga penggunaan data uap air sangat diperlukan dalam pengolahan suhu permukaan di citra Landsat 8. Perolehan data uap air sebagai input dalam pengolahan suhu permukaan tersebut menggunakan data citra MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectro Radiometer*) yang memiliki banyak saluran dengan total 36 saluran dan beroperasi secara global baik untuk daratan, laut, serta atmosfer. Saluran dari panjang gelombang tertentu yang dapat dipergunakan oleh

citra MODIS untuk memperoleh data uap air, hanya lima (5) saluran inframerah dekat dengan panjang gelombang (0,8 - 1,3 μm) yang memiliki kemampuan dalam pemberian informasi yang dibutuhkan (Gao & Kaufman, 2003).

Rozenstein et al. (2014) menunjukkan penggunaan SWA dan data MODIS telah diterapkan dengan analisis yang sangat kompleks, salah satunya ialah hubungan uap air dengan emisivitas suhu permukaan yang memiliki korelasi positif untuk meningkatkan akurasi suhu permukaan. Paparan tersebut menjadi dasar penelitian ini dilakukan untuk mengetahui peran metode SWA pada citra Landsat 8 OLI/TIRS dengan menghubungkan kondisi uap air untuk dapat melihat seberapa baik akurasi pada daerah tropis terutama pada bulan kering dan bulan basah di wilayah Indonesia, tepatnya di wilayah Kabupaten Probolinggo, Provinsi Jawa Timur. Oleh karena itu, penelitian ini dapat digunakan sebagai tambahan informasi di kemudian hari untuk penelitian yang serupa mengenai suhu permukaan tanah.

METODE

Penerapan penelitian untuk metode SWA pada Landsat 8 OLI/TIRS dilakukan di daerah Provinsi Jawa Timur, tepatnya sebagian wilayah Probolinggo. Citra Landsat 8 OLI/TIRS yang digunakan memiliki kualitas dengan tutupan awan di bawah 5% karena jika lebih dari nilai tersebut citra tidak maksimal untuk digunakan dalam proses ekstraksi suhu permukaan tanah. Pada bulan September, Oktober, dan November 2014 Probolinggo memiliki kondisi curah hujan sedikit sebesar 0-2 mm/tahun (Badan Pusat Statistik, 2013). Selain itu wilayah Probolinggo memiliki perekaman citra Landsat 8 OLI/TIRS dengan kenampakan awan lebih sedikit dibanding wilayah Jawa Timur lainnya. Secara morfologi Probolinggo memiliki bentang lahan bervariasi di utara dengan kenampakan fisiografis pantai dan di sebelah selatan dengan kenampakan Gunung Bromo. Bentang lahan itu mendeskripsikan kondisi bentuk lahan wilayah Probolinggo yang didominasi oleh dua bentuk lahan yaitu vulkanik dan fluvial. Perbedaan dari kenampakan bentuk lahan itu mampu memberikan kontribusi terhadap penelitian suhu permukaan tanah dengan persebarannya dari rendah hingga tinggi.

Ekstraksi Uap Air Citra Modis Terra

Metode untuk pengambilan informasi uap air menggunakan metode *Ratio Technique* dikarenakan mampu melakukan pengurangan refleksi radiasi yang diterima dalam penyerapan uap air setelah radiasi mengenai permukaan dan memantulkan kembali ke atmosfer (Sobrino et al., 2003). *Ratio Technique* telah digunakan sebelumnya oleh Sobrino et al. (2003) untuk melakukan estimasi uap

air karena dapat menurunkan beberapa hal, di antaranya; mengurangi nilai *error* statistik dari tiap saluran, perubahan dari komponen lain yang ada di atmosfer, dan perubahan dari karakteristik permukaan. Saluran yang digunakan dalam pengolahan *Ratio* merupakan hasil kalkulasi dari *radiance* MODIS Terra pada saluran 2, 5, 17, 18, dan 19 yang dapat dilihat lebih jelas pada **Tabel 1** di bawah ini (Gao & Kaufman, 2003; Moradizadeh et al., 2007; Sobrino et al., 2003).

Tabel 1. Karakteristik spektral MODIS saluran inframerah dekat untuk deteksi uap air.

No Saluran	Nilai Tengah Saluran (µm)	Lebar Saluran (µm)
2	0.865	0.04
5	1.24	0.02
17	0.905	0.03
18	0.936	0.01
19	0.94	0.05

Sumber: Gao & Kaufman, 2003

Berdasarkan tabel keterangan saluran inframerah dekat pada MODIS Terra maka pengolahan pertama pada *Ratio Technique* untuk mengetahui nilai G_{17} , G_{18} , G_{19} (Moradizadeh et al., 2007; Sobrino et al., 2003) menggunakan **Persamaan 1**, **Persamaan 2**, dan **Persamaan 3** di bawah ini:

$$G = \frac{L_{17}}{L_2} \dots\dots\dots (1)$$

$$G = \frac{L_{18}}{L_2} \dots\dots\dots (2)$$

$$G = \frac{L_{19}}{L_2} \dots\dots\dots (3)$$

di mana:

L_x = Hasil radiance dari saluran IR dekat MODIS

Kemudian untuk mengetahui nilai uap air dari tiap – tiap saluran pada menggunakan **Persamaan 4**, **Persamaan 5**, dan **Persamaan 6** di bawah ini:

$$w_{17} = a_1 + b_1 G_{17} + c_1 G_{17}^2 \dots\dots\dots (4)$$

$$w_{18} = a_2 + b_2 G_{18} + c_2 G_{18}^2 \dots\dots\dots (5)$$

$$w_{19} = a_3 + b_3 G_{19} + c_3 G_{19}^2 \dots\dots\dots (6)$$

di mana:

W_x = Nilai uap air pada MODIS di saluran 17, 18, dan 19

Hasil nilai uap air yang ditunjukkan memiliki kelemahan pada perbedaan penyerapan dan sensitivitas yang dimiliki dalam pengaruh atmosfer, sehingga diperlukan nilai keseluruhan saluran untuk mengetahui rata-rata nilai uap air. Penyerapan tertinggi terletak pada saluran 18 yang sensitif terhadap kondisi kering dan penyerapan terendah pada saluran 17 yang sensitif terhadap kondisi lembab (Kaufman & Gao, 1992b; Moradizadeh et al., 2007; Sobrino et al., 2003). Kalkulasi

perhitungan untuk mengetahui rata-rata uap air menggunakan **Persamaan 7** di bawah ini:

$$W = f_{17}W_{17} + f_{18}W_{18} + f_{19}W_{19} \dots\dots\dots (7)$$

di mana:

f_{17} , f_{18} , f_{19} = merupakan faktor penimbang yang digunakan untuk mengetahui rata-rata uap air total yang diperoleh menggunakan **Persamaan 8** berikut

$$f_i = \frac{n_i}{\sum n_i} \dots\dots\dots (8)$$

di mana:

n_i = merupakan adopsi yang dijabarkan dengan kondisi sensitivitas saluran (τ_i) yang merupakan perbedaan nilai saluran tertinggi dan terendah uap air dan nilai total uap air tiap saluran (ΔW) (Kaufman & Gao, 1992), sehingga dapat diterjemahkan dengan menggunakan **Persamaan 9** di bawah ini:

$$n_i = \frac{|\Delta \tau_i|}{|\Delta W|} \dots\dots\dots (9)$$

Hasil akhir untuk nilai uap air dapat diketahui dengan melihat data statistik citra dan yang digunakan ialah hasil rata-rata (W) pada citra MODIS yang terkombinasi sebagai input untuk pengolahan di Landsat 8 OLI/TIRS.

Suhu Permukaan Citra Landsat 8 OLI/TIRS

Citra Landsat 8 OLI/TIRS memiliki dua saluran inframerah termal sebagai input untuk pengolahan suhu permukaan. Saluran 10 dan saluran 11 memiliki julat panjang gelombang yang berdekatan sehingga perlu dikombinasikan dengan metode yang sesuai yaitu *Split-Windows Algorithm* (SWA). Selama ini metode tersebut telah dipergunakan pada citra resolusi rendah yaitu NOAA/AVHRR (Qin et al., 2001; Rozenstein et al., 2014). Hal pertama yang dilakukan dalam pengolahan suhu permukaan Landsat 8 OLI/TIRS memiliki kesamaan dengan pengolahan citra Landsat 7 ETM+ hingga memperoleh citra emisivitas sebagai input awal dari rangkaian persamaan untuk memperoleh suhu permukaan. Nilai emisivitas yang digunakan pada penelitian ini mengadopsi pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yaitu Curran (1985) yang ditunjukkan pada **Tabel 2** yang menjelaskan mengenai pantulan spektral tanah baik jenis tanah lempung hingga berliat dan pengaruh beberapa hal seperti penyerapan kondisi air dan kondisi vegetasi yang ada di permukaan.

Tabel 2. Nilai emisivitas objek.

Benda	Emisivitas
Perwujudan pedesaan	
Vegetasi yang tajuknya rapat (menutup)	0,99
Vegetasi yang tajuknya tidak menutup	0,96
Air	0,98
Tanah bergeluh yang basah	0,95

Benda	Emisivitas
Tanah bergeluh yang kering	0,92
Tanah berpasir	0,90
Tanah organik	0,89
Karbon	0,95
Tanah basah	0,95
Kaca	0,94
Bata	0,93
Tanah kering	0,92
Kerikil	0,92
Pasir	0,90
Perwujudan Kota	
Ter/batu	0,97
Plastik dan cat	0,96
Kayu	0,90
Baja tak berkarat	0,16
Jalan beraspal	0,96
Jalan diperkeras dengan kerikil	0,97

Sumber: Curran, 1985

Kondisi tanah sendiri dipengaruhi oleh kandungan bahan organik yang terdapat di tanah dan memberikan perbedaan nilai emisivitas. Hal itu berlaku untuk jenis-jenis objek yang tampak di permukaan. Nilai emisivitas yang digunakan memiliki kondisi yang mirip terhadap area penelitian. Perolehan data uap air yang telah pada citra MODIS selanjutnya akan dikonversi menjadi nilai transmisi atmosferik (τ) yang sesuai dengan citra Landsat 8 OLI/TIRS. Konversi dilakukan dengan mengadopsi persamaan yang dikembangkan oleh Rozenstein et al (2014), tetapi hal ini memiliki kekurangan karena konversi yang ada diperuntukkan bagi daerah bukan tropis. Konversi uap air untuk citra Landsat 8 OLI/TIRS dapat dilihat pada **Tabel 3**. Tahapan selanjutnya dalam pengolahan suhu permukaan pada citra Landsat 8 OLI/TIRS ialah memasukkan nilai hasil pengolahan ke dalam tahapan algoritma pada **Tabel 4**.

Tabel 3. Hubungan antara transmisi atmosferik dan kandungan uap air dalam julat kandungan uap air 0.5 – 3 g.cm⁻².

Profil	Estimasi Perhitungan	r ²	SEE
1976 Standar Amerika Serikat	$\tau_{10} = -0.1146w + 1.0286$	0,9882	0,0094
Lintang Tengah	$\tau_{11} = -0.1568w + 1.0083$	0,9947	0,0086
Panas	$\tau_{10} = -0.1134w + 1.0335$	0,986	0,0101
	$\tau_{11} = -0.1546w + 1.0078$	0,996	0,0073

Sumber: Rozenstein et al, 2014

Table 4. Tahapan Algoritma untuk SWA.

Urut-an	Persamaan	Keterangan
a	$C_{10} = \epsilon * \tau_{10}$	ϵ : citra
b	$C_{11} = \epsilon * \tau_{11}$	emisivitas
c	$D_{10} = (1 - \tau_{10}) * (1 + (1 - \epsilon) * \tau_{10})$	τ : Transmisi
d	$D_{11} = (1 - \tau_{11}) * (1 + (1 - \epsilon) * \tau_{11})$	Atmosferik
e	$E_0 = D_{11} * C_{10} - D_{10} * C_{11}$	Merujuk pada hasil a-b

Urut-an	Persamaan	Keterangan
f	$E_1 = D_{11} * (1 - C_{10} - D_{10}) / E_0$	Merujuk pada hasil a-e
g	$E_2 = D_{10} * (1 - C_{11} - D_{11}) / E_0$	Merujuk pada hasil a-e
h	$A = D_{10} / E_0$	Merujuk pada hasil c-e
i	$A_0 = E_1 * a_{10} + E_2 * a_{11}$	Merujuk pada hasil f-g
j	$A_1 = 1 + A + E_1 * b_{10}$	Merujuk pada hasil f-h
k	$A_2 = A + E_2 * b_{11}$	Merujuk pada hasil g-h

Sumber: Rozenstein et al., 2014

Secara urut sebelum memperoleh hasil akhir suhu permukaan perlu diingat bahwa proses pengolahan Landsat 8 OLI/TIRS perlu dilakukan dengan mengubah nilai piksel menjadi suhu kecerahan (*Brightness Temperature*) hingga melakukan koreksi yang diperlukan. Nilai a dan b pada **Tabel 4** merupakan nilai yang diadopsi dari **Tabel 5** yang dikembangkan pula oleh Rozenstein et al (2014), di mana itu merupakan nilai konstan untuk perhitungan suhu permukaan Landsat 8 OLI/TIRS. Tahap akhir dari pengolahan suhu permukaan menggunakan persamaan yang telah dikembangkan sebelumnya pada citra resolusi kecil NOAA dengan menggunakan metode SWA oleh Qin et al (2001), yang kemudian diadopsi oleh Rozenstein et al (2014), untuk dapat dikembangkan pada citra yang memiliki saluran inframerah termal, khususnya Landsat 8 OLI/TIRS.

Persamaan 10 untuk memperoleh nilai suhu permukaan akhir ditunjukkan di bawah ini dan hasil dari pengolahan suhu permukaan menggunakan derajat Kelvin (°K).

$$T_s = A_0 + A_1 * T_{10} - A_2 * T_{11} \dots\dots\dots (10)$$

di mana:

- T_s = suhu permukaan (°K)
- A₀ = hasil perhitungan langkah i
- A₁ = hasil perhitungan langkah j
- A₂ = hasil perhitungan langkah k
- T₁₀ = suhu kecerahan band 10
- T₁₁ = suhu kecerahan band 11

tetapi jika ingin diubah menjadi derajat Celcius (°C) maka dapat menggunakan **Persamaan 11**.

$$T_s (°C) = T_s (°K) - 273 \dots\dots\dots (11)$$

di mana:

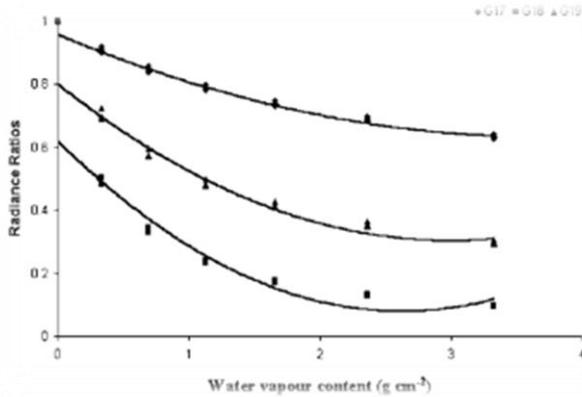
- T_s (°C) = suhu permukaan derajat Celcius (°C)
- T_s (°K) = suhu permukaan derajat Kelvin (°K)

Segala proses penelitian yang dilakukan tercermin pada diagram alur penelitian (**Gambar 1**) dari awal hingga memperoleh hasil akhir menjadi suhu permukaan.

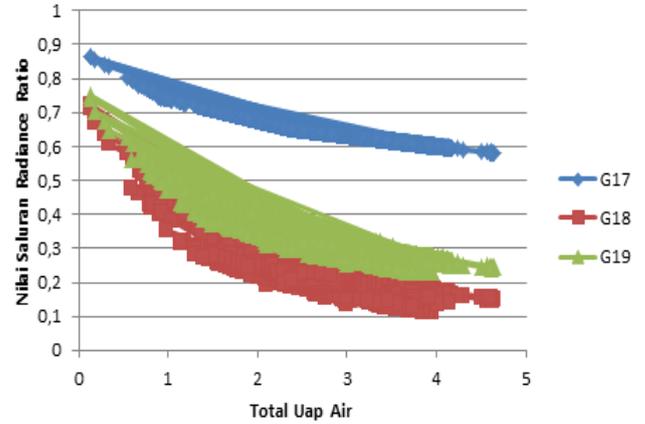
Tabel 5. Koefisien regresi (a&b) serta nilai determinan (r^2) dan *Standard Error of Estimate* (SEE) dari fungsi hukum Planck untuk citra Landsat 8 TIRS (Band 10 dan 11).

T Range (°C)	a_{10}	b_{10}	r^2_{10}	SEE_{10}	a_{11}	b_{11}	r^2_{11}	SEE_{11}
0 – 30	-59,1391	0,4213	0,9991	0,0424	-63,3921	0,4565	0,9991	0,0438
0 – 40	-60,9196	0,4276	0,9985	0,0746	-65,2240	0,4629	0,9985	0,0769
10 – 40	-62,8065	0,4338	0,9992	0,0415	-67,1728	0,4694	0,9992	0,0427
10 – 50	-64,6081	0,4399	0,9986	0,0730	-69,0215	0,4756	0,9986	0,0750

Sumber: Rozenstein et al., 2014



(a)



(b)

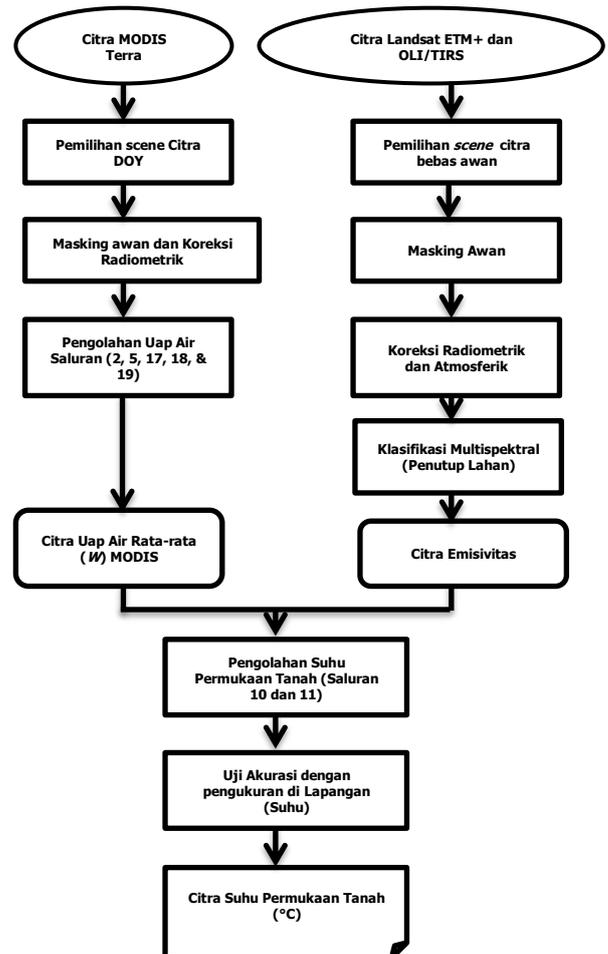
Sumber: Sobrino et al., (2003)

Gambar 2. (a) Merupakan hubungan *radiance ratio* dengan total uap air yang dilakukan oleh MODTRAN dan (b) Merupakan hubungan *radiance ratio* dengan total uap air yang dilakukan oleh excel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Validasi Uap Air

Proses pengolahan pengambilan data nilai uap air pada citra MODIS Terra masih sederhana dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya seperti Rozenstein et al (2014), Moradzadeh et al (2007), Sobrino et al (2003), dan Kaufman & Gao (1992) yang menggunakan aplikasi khusus untuk mengolah dan mengetahui hubungan keterkaitan uap air dengan saluran yang dimiliki oleh citra penginderaan jauh. Aplikasi yang digunakan ialah MODTRAN (*Moderate Resolution Atmospheric Transmission*), yang dapat mengetahui keakuratan kondisi faktor penimbang (f_i) dengan memasukkan parameter-parameter yang diminta pada aplikasi tersebut. Penelitian ini mengacu pada hasil pengolahan MODTRAN dari penelitian sebelumnya dengan melihat hubungan antara *Radiance Ratio* (G_i) dengan total kandungan uap air yang terekam menyeluruh oleh citra MODIS, seperti yang ditunjukkan oleh **Gambar 2** yang terlihat bahwa pengolahan yang dilakukan untuk pengambilan informasi data uap air memiliki gambaran yang serupa. Selain itu dibuktikan pula dengan nilai f_{17} memiliki nilai lebih kecil dibandingkan dengan nilai f_{18} . Kondisi itu sesuai dengan penelitian Gao & Kaufman (1992) yang menjelaskan bahwa saluran 18 memiliki penyerapan paling tinggi dibandingkan dengan saluran 17.



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

Penelitian lain pada Moradzadeh et al. (2007) dan Sobrino et al. (2003) menunjukkan nilai f_i pada saluran 17 lebih kecil dibandingkan pada saluran 18, oleh karena itu proses pengambilan informasi data nilai uap air pada MODIS sesuai walaupun tanpa aplikasi khusus yang digunakan seperti MODTRAN. **Tabel 6** hasil nilai faktor penimbang dari masing - masing saluran dapat dilihat di bawah ini. Pengukuran faktor penimbang menjadi poin penting dalam pengolahan suhu permukaan karena hal itu merupakan kontrol awal untuk mengekstraksi data uap air dari citra MODIS. Ada kemungkinan nilai tersebut berbeda jika penerapan/perhitungan untuk mengetahui faktor penimbang terbalik.

Tabel 6. Nilai Faktor Penimbang dari saluran 17, 18, dan 19 pada citra MODIS Terra.

f_{17}	f_{18}	f_{19}
0,27	0,40	0,33

Sumber: Pengolahan data Tahun 2016

Suhu Permukaan Landsat 8 OLI/TIRS

Pengolahan suhu permukaan Landsat 8 OLI/TIRS tidak terlepas dari saluran tampak guna untuk melakukan klasifikasi multispektral (penutup lahan) untuk memperoleh nilai emisivitas dari setiap penutup lahan sebagai dasar perhitungan dalam suhu permukaan. Terdapat perbedaan antara kelas penutup lahan sebagai acuan nilai emisivitas dengan kelas penutup lahan yang digunakan dalam klasifikasi penutup lahan (lihat **Tabel 7**), oleh karena itu dilakukan penggabungan untuk penutup lahan yang dimungkinkan memiliki nilai emisivitas yang sama sehingga seluruh kelas penutup lahan memiliki nilai emisivitas.

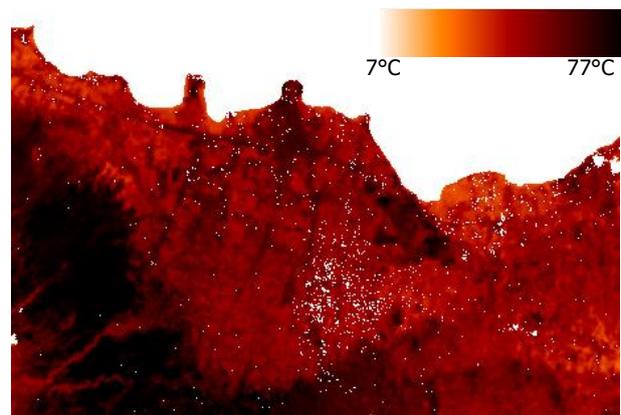
Tabel 7. Kelas Penutup Lahan

No	Simbol	Kelas Penutup Lahan	Nilai Emisivitas
1	VKT	Vegetasi Kerapatan Tinggi	0,99
2	VKS	Vegetasi Kerapatan Sedang	0,99
3	VKR	Vegetasi Kerapatan Rendah	0,96
4	LT	Lahan Terbuka	0,90
5	LTb	Lahan Terbangun	0,92
6	Tb; Tb1	Tubuh Air; Kenampakan air di lahan Pertanian (sawah)	0,98
	Tb2	Kenampakan air di daerah dekat pantai (tambak)	
7	Aw	Awan	-
8	By	Bayangan	-

Sumber: Pengolahan Data Tahun 2016

Selain emisivitas dari citra Landsat 8 OLI/TIRS selanjutnya dilakukan pengolahan nilai uap air dari citra MODIS Terra. Seperti halnya citra Landsat 8 OLI/TIRS maka citra MODIS juga dilakukan pengolahan dan disesuaikan dengan daerah yang

sama pada citra Landsat 8 OLI/TIRS. Kelemahan dari citra penginderaan jauh ialah penyesuaian hari perekaman dari setiap citra yang berbeda sehingga dipilih yang paling dekat dengan kondisi citra seperti sedikit tutupan awan ataupun berbeda hari perekaman maksimal 1 hari perbedaan. Jika hal itu telah tercapai maka pengolahan citra MODIS Terra akan sesuai dan memberikan data uap air rata-rata pada daerah penelitian. Kedua parameter tersebut memiliki peran penting dalam pengolahan suhu permukaan sehingga tidak dapat dipisahkan satu dengan lainnya. **Gambar 3** di bawah ini menunjukkan hasil citra emisivitas dan hasil uap air pada MODIS untuk memperoleh suhu Permukaan pada citra Landsat 8 OLI/TIRS.



Gambar 3. Hasil pengolahan suhu permukaan citra Landsat 8 OLI/TIRS sebagian wilayah Probolinggo; tanggal 04 November 2014.

Gambar 3 menunjukkan hasil pengolahan suhu permukaan tanah (*Land Surface Temperature/LST*) pada citra Landsat 8 OLI/TIRS. Warna putih menunjukkan kondisi daerah yang memiliki suhu permukaan lebih rendah dibandingkan dengan warna merah gelap yang menunjukkan kondisi suhu permukaan tinggi. Pola sebaran suhu permukaan memiliki keselarasan seperti pada penutup lahan karena pada lahan terbuka dan permukiman yang memiliki suhu tinggi. Sebaliknya untuk suhu sedang hingga rendah dominan kenampakan pada penutup lahan ialah vegetasi tinggi hingga sedang kenampakan tubuh air yang berupa genangan ataupun tambak.

Suhu permukaan tanah hasil pengolahan itu memiliki kondisi yang tidak berbeda jauh dengan kondisi di lapangan walaupun terdapat perbedaan saat survei lapangan antara perekaman citra dengan survei tetapi dilakukan pada bulan yang sama, yaitu bulan kering. Kondisi itu merupakan salah satu kelemahan yang dimiliki oleh citra penginderaan jauh dan sulit untuk disesuaikan antara perekaman dengan survei, terlebih jika tidak ada penghalang seperti awan saat perekaman dilakukan. Alat pengukuran survei lapangan menggunakan termometer inframerah yang mampu memberikan nilai suhu permukaan objek yang

diamati. Sebelum digunakan alat tersebut telah dilakukan kalibrasi terlebih dahulu untuk meminimalisir perbedaan. Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan suhu air mendidih antara alat termometer biasa dengan alat termometer inframerah dengan cara ditembakkan pada objek air selama 5 menit. Hal itu digunakan untuk memastikan bahwa suhu yang ditembakkan dengan termometer inframerah tidak berubah dan cara tersebut dilakukan pada saat pengukuran di lapangan menggunakan termometer inframerah. **Tabel 8** di bawah ini menunjukkan perbedaan suhu antara survei lapangan dengan hasil pengolahan suhu permukaan pada setiap penutup lahan.

Tabel 8. Perbandingan nilai suhu permukaan citra Landsat 8 OLI/TIRS dengan survei lapangan.

Objek	Suhu Permukaan Lapangan (°K)	Suhu Permukaan Landsat 8 OLI/TIRS (°K)	Selisih (°K)
Sawah (Terdapat genangan Air)	301,4	301,5	0,1
Sawah	306,4	305,5	0,9
Permukiman dengan pekarangan	312,8	312,7	0,1
Tegalan	318	320,5	2,5

Selisih yang dihasilkan dari hasil pengukuran lapangan dengan pengolahan suhu permukaan pada citra Landsat 8 OLI/TIRS terlihat tidak terlalu signifikan. Hal itu dibuktikan dengan perhitungan statistik menggunakan aplikasi SPSS di mana nilai signifikansi antara suhu lapangan dan suhu hasil pengolahan citra sebesar 0,10 dan hubungan keduanya tidak menunjukkan kondisi yang signifikan. Tetapi hubungan antara kenampakan penutup lahan terhadap suhu permukaan memiliki hubungan korelasi yang kuat dan berlawanan dengan nilai korelasi (r) sebesar -0,962 dengan signifikansi sebesar 0,02. Hanya objek tegalan yang memiliki perbedaan terbesar, kondisi itu dimungkinkan karena perbedaan waktu antara perekaman citra dengan survei lapangan.

Perbedaan waktu diminimalisir dengan pengukuran lapangan sesuai pada hari, bulan, dan waktu yang sama walaupun terdapat *gap* perbedaan sebanyak 2 tahun. Pengukuran suhu permukaan pada bulan yang sama dan tanggal yang sesuai pada saat citra terekam di bulan tersebut dapat dijadikan sebagai bentuk uji keakuratan hasil suhu permukaan terhadap selisih waktu dari data citra penginderaan jauh yang digunakan. Suhu permukaan untuk setiap jenis objek tidak akan berubah dalam kurun waktu yang sangat singkat karena dipengaruhi oleh bentuk pancaran yang diterima setiap objek dan nilai pancaran yang

berbeda-beda (Curran, 1985; Sutanto, 1987). Melihat hasil perbedaan suhu permukaan perlu dilakukan validasi yang lebih sesuai dalam pengukuran suhu yang dilakukan ketika citra melakukan perekaman di wilayah penelitian. Melalui hasil tersebut dibuktikan bahwa penggunaan data uap air untuk pengolahan suhu permukaan memberikan dampak positif terhadap hasil pengolahan.

KESIMPULAN

Penerapan metode SWA untuk Landsat 8 OLI/TIRS menggunakan pengolahan data sederhana (dalam hal ini menggunakan Ms. Excel) mampu memberikan hasil yang mendekati dengan pengolahan data menggunakan MODTRAN untuk perhitungan uap air. Penggunaan data uap air pada Landsat 8 OLI/TIRS untuk penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya, di mana itu merupakan peningkatan akurasi penggunaan metode SWA terhadap hasil ekstraksi suhu permukaan terhadap kondisi lapangan dibandingkan menggunakan metode lain dengan satu saluran jika persebaran hasil suhu permukaan hampir mengikuti pola persebaran bentuklahan dimana bentuklahan asal vulkanik memiliki suhu tinggi dan bentuklahan asal fluvial memiliki persebaran suhu rendah hingga sedang.

Hal itu terjadi karena ada faktor lain di antaranya lokasi yang direkam merupakan wilayah yang kering pada bulannya (November 2014) sehingga kenampakan vegetasi tidak optimal karena sudah mulai layu. Selain itu hasil suhu permukaan juga selaras dengan kondisi persebaran penutup lahan yang menjadi dasar hasil citra emisivitas pada Landsat 8 OLI/TIRS. Hal itu ditunjukkan dengan nilai korelasi signifikan sebesar 0,02. Penelitian menggunakan data uap air masih perlu dikembangkan lagi di Indonesia karena dasar penentuan nilai *transmitte atmospheric* bukan menggunakan wilayah tropis melainkan wilayah Lintang Tengah dan Amerika, sehingga perlu dikaji lagi dan kemungkinan akan meningkatkan akurasi jika disesuaikan terhadap wilayah kajian.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Staf Dosen Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada khususnya jurusan Pascasarjana Penginderaan Jauh yang telah banyak membantu memberikan arahan sehingga penelitian mengenai suhu permukaan terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik. (2013). Data Curah Hujan di Kabupaten Probolinggo Tahun 2013. Retrieved from <https://probolinggokab.bps.go.id/statictable/2014/>

- 11/11/49/data-curah-hujan-di-kabupaten-probolinggo-tahun-2013.html
- Becker, F., & Li, Z. L. (1990). Towards a local split window method over land surfaces. *International Journal of Remote Sensing*, 11(3), 369–393. <https://doi.org/10.1080/01431169008955028>
- Curran. (1985). *Principle of Remote Sensing*. London: Longman.
- Department of the Interior U.S. Geology Survey. (2018). LANDSAT 7 (L7) Data Users Handbook Version 1.0 June 2018, 7. Retrieved from https://landsat.usgs.gov/sites/default/files/documents/LSDS-1927_L7_Data_Users_Handbook.pdf
- Du, C., Ren, H., Qin, Q., Meng, J., & Zhao, S. (2015). A practical split-window algorithm for estimating land surface temperature from landsat 8 data. *Remote Sensing*, 7(1), 647–665. <https://doi.org/10.3390/rs70100647>
- Duan, S. B., Li, Z.-L., Tang, B., Wu, H., & Tang, R. (2014). Generation of a time-consistent land surface temperature product from MODIS data. *Remote Sensing of Environment*, 140, 339–349.
- Duan, S. B., Li, Z.-L., Tang, B.-H., Wu, H., Tang, R., Bi, Y., & Zhou, G. (2014). Estimation of Diurnal Cycle of Land Surface Temperature at High Temporal and Spatial Resolution from Clear-Sky MODIS Data. *Remote Sensing*, 6(4), 3247–3262. <https://doi.org/10.3390/rs6043247>
- Gao, B. C., & Kaufman, Y. J. (1992). The MODIS Near-IR Water Vapor Algorithm Product ID: MOD05 - Total Precipitable Water. *Algorithm Technical Background Document*, 1–25. <https://doi.org/10.1073/pnas.0703993104>
- Gao, B.-C., & Kaufman, Y. J. (2003). Water vapor retrievals using Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) near-infrared channels. *Journal of Geophysical Research*, 108(D13), 1–10. <https://doi.org/10.1029/2002JD003023>
- Gillespie, A., Rokugawa, S., Hook, S., Matsunaga, T., & Kahle, A. . (1998). A Temperature and emissivity separation algorithm for Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) images. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 36, 1113–1126.
- Harris, A. R., & Mason, I. M. (1992). An extension to the split-window technique giving improved atmospheric correction and total water vapour. *International Journal of Remote Sensing*, 13(5), 881–892. <https://doi.org/10.1080/01431169208904161>
- Kaufman, Y. J., & Gao, B. (1992). Remote Sensing of Water Vapor. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 30(5), 871–844. <https://doi.org/10.1109/36.175321>
- Mao, K., Qin, Z., Shi, J., & Gong, P. (2005). A practical split-window algorithm for retrieving land-surface temperature from MODIS data. *International Journal of Remote Sensing*, 26(15), 3181–3204. <https://doi.org/10.1080/01431160500044713>
- Moradzadeh, M., Momeni, M., & R., S. M. (2007). Estimation of atmospheric column and near surface water vapor content using the radiance values of modis. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 307(B8), 523–528.
- Peres, L., & DaCamara, C. (2005). Land-surface emissivity maps based on MSG/SEVIRI information. *Eumetsat.Int*, 1–8. Retrieved from http://www.eumetsat.int/groups/cps/documents/document/pdf_conf_p46_s4_03_peres_v.pdf
- Qin, Z., Dall, G., Karni, A., & Berliner, P. (2001). Derivation of split window algorithm and its sensitivity analysis for retrieving land surface temperature from NOAA-advanced very high resolution radiometer data. *Journal of Geophysical Research*, 106670(16), 655–22. <https://doi.org/10.1029/2000JD900452>
- Rozenstein, O., Qin, Z., Derimian, Y., & Karnieli, A. (2014). Derivation of land surface temperature for landsat-8 TIRS using a split window algorithm. *Sensors (Switzerland)*, 14(4), 5768–5780. <https://doi.org/10.3390/s140405768>
- Sobrino, J. A., El Kharraz, J., & Li, Z. L. (2003). Surface temperature and water vapour retrieval from MODIS data. *International Journal of Remote Sensing*, 24(24), 5161–5182. <https://doi.org/10.1080/0143116031000102502>
- Sutanto. (1987). *Penginderaan Jauh Jilid II*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Wan, Z., & Dozier, J. (1996). A generalized split-window algorithm for retrieving land-surface temperature from space. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 34(4), 892–905. <https://doi.org/10.1109/36.508406>
- Wan, Z., Zhang, Y., Zhang, Q., & Li, Z. L. (2004). Quality assessment and validation of the MODIS global land surface temperature. *International Journal of Remote Sensing*, 25(1), 261–274. <https://doi.org/10.1080/0143116031000116417>
- Watson, K. (1992). Two-temperature method for measuring emissivity. *Remote Sensing of Environment - Remote Sens Environ*, 42, 117–121.