

Hubungan Dual Polarimetric SAR Band – C dan Landsat 8 untuk Identifikasi Potensi Kekeringan

Relationship of Dual Polarimetric SAR Band-C and Landsat 8 for Potential Drought Identification

Hikmah Fajar Assidiq^{1*}, Catur Aries Rokhmana²

¹ Magister Teknik Geomatika, Departemen Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

² Departemen Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

*Korespondensi penulis: hikmah.fajar.a@mail.ugm.ac.id

Diterima: 26012021; Diperbaiki: 08032021; Disetujui: 09032021; Dipublikasi: 09042021

Abstrak: Kekeringan merupakan salah satu bencana krusial dan kompleks yang dapat menimbulkan kerugian material dan immaterial. Kekeringan di Indonesia dikategorikan beberapa jenis meliputi Kekeringan Pertanian, Kekeringan Meteorologis, dan kekeringan Hidrologi. Kekeringan pertanian merupakan kondisi dimana adanya penurunan kandungan air di dalam tanah. Kondisi tersebut akan berdampak pada tumbuhan dan atau tutupan lahan sehingga diperlukan tindakan preventif. Tindakan preventif dilakukan dengan cepat, efektif dan efisien sehingga pendekatan dengan pola dinamis sangat diperlukan. Pendekatan pola dinamis dilakukan dengan dengan metode yang dapat dilakukan setiap waktu. Penggunaan penginderaan jauh sensor aktif dapat menjadi solusi melalui pemantauan setiap waktu secara dinamis. Salah satunya yaitu satelit dengan sensor radar, yaitu Sentinel 1. Sentinel 1A memiliki gelombang band C. Polarisasi pada citra Sentinel 1 memiliki bentuk *dual-pol* yang terdiri dari VV dan VH atau HH dan HV. Kombinasi polarisasi memiliki potensi untuk digunakan identifikasi kekeringan. Metode yang dapat digunakan yaitu *Radar Vegetation Index*. *Radar Vegetation Index* dikembangkan dari algoritma NDVI. Klasifikasi kekeringan RVI dikembangkan dari analisis regresi hasil NDVI Landsat 8 dengan hasil RVI. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan data SAR untuk identifikasi kekeringan dengan menghubungkan *Dual Polarimetric SAR Band – C* dan Landsat 8. Hasil penelitian bahwa NDVI memiliki Koefisien determinasi dengan RVI sebesar 0.2981.

Copyright © 2021 Geoid. All rights reserved.

Abstract: Drought is a disastrous and complex disaster that can cause material and immaterial losses. The drought in Indonesia is categorized by several types including Agricultural Drought, Meteorological Drought, and Hydrological Drought. Agricultural drought is a condition where there is a decrease in water content in the soil. These conditions will have an impact on vegetation and / or land cover so preventive action is needed. Preventive action is carried out quickly, effectively and efficiently so that an approach with a dynamic pattern is needed. The dynamic pattern approach is done by a method that can be done any time. The use of Active Sensor remote sensing can perform monitoring at any time and dynamically. One of the satellites with radar sensors is Sentinel 1A. Sentinel 1A has a C band wave. Polarization in the Sentinel-1 image has a *dual-pol* form consisting of VV and VH or HH and HV. The Polarization combination has the potential to measure drought. The method that can be used is the *Vegetation Radar Index*. The *radar vegetation index* is developed from the NDVI algorithm. The RVI Drought Classification is made by maintaining the relationship between the NDVI Landsat 8 results and the RVI results. This study aims to examine the use of SAR data for drought identification with the relationship between *Dual Polarimetric SAR Band - C* and Landsat 8. The results explain that NDVI has a coefficient of determination with an RVI of 0.2981

Kata kunci: kekeringan; RVI; Sentinel 1A

Cara untuk sitasi: Assidiq, H.F., & Rokhmana, C.A. (2021). Hubungan *Dual Polarimetric SAR Band – C dan Landsat 8 untuk Identifikasi Potensi Kekeringan*. *Geoid*, 16(2), 248 - 258.

Pendahuluan

Kekeringan merupakan salah satu bencana krusial dan kompleks karena dapat menimbulkan permasalahan air dan pangan. Kekeringan dapat terjadi karena adanya perubahan iklim. Perubahan iklim ialah variabilitas dan perubahan komposisi atmosfer yang dipengaruhi oleh aktivitas manusia. Penyebab adanya kekeringan di

Indonesia dikelompokkan menjadi beberapa faktor yang meliputi faktor meteorologis, pertanian dan hidrologi. Djalante & Thomalla (2012) menjelaskan bahwa Indonesia merupakan negara yang memiliki tingkat kerentanan yang tinggi terhadap bencana geologi dan iklim. faktor meteorologis memiliki peran yang dominan terjadi di Indonesia. letak dan posisi geografis Indonesia memiliki pengaruh terhadap faktor tersebut. Fenomena *El-Nino* dan *Indian Ocean Dipole Mode* merupakan contoh faktor meteorologis yang menimbulkan kekeringan (Fadholi, 2013).

Kekeringan yang sering terjadi di Indonesia perlu dilakukan tindakan preventif untuk meminimalisir kerugian material maupun immaterial. Periode kekeringan dari mulai hingga selesai sangat sulit untuk ditentukan, dampaknya meningkat secara perlahan dan terakumulasi dalam waktu yang lama (Belayneh et al., 2016). Tindakan preventif perlu dilakukan dengan cepat, efektif dan efisien sehingga pendekatan dengan pola dinamis sangat diperlukan. Pendekatan pola dinamis dapat dilakukan dengan penginderaan jauh. Penggunaan penginderaan jauh dapat menyajikan data secara *timeseries* dengan rentang waktu tertentu. Penggunaan teknologi Penginderaan Jauh untuk pemantauan dapat dilakukan dengan sensor aktif dan pasif.

Synthetic Aperture Radar (SAR) merupakan sistem radar yang koheren dalam menggeneralisasi citra penginderaan jauh resolusi tinggi (Nasirzadehdizaji et al., 2019). SAR dapat mengenali objek dengan berdasarkan karakteristik objek, seperti bentuk objek (*tekstur*), arah/orientasi objek (horisontal atau vertikal), dan sifat dielektrik objek (seperti air dan logam). SAR termasuk dalam penginderaan jauh non-optik yang bersifat aktif yang menggunakan sensor gelombang mikro aktif dengan teknik perekaman menyamping (Septiana et al., 2017). Sensor aktif/radar memiliki beberapa jenis produk citra dengan skala bervariasi.

Sentinel 1 merupakan satelit dengan sensor radar dengan memiliki *band C* (5.405 GHz). Satelit ini terdiri dari konstelasi dua satelit, Sentinel 1A dan Sentinel 1B yang dibuat oleh ESA. Selain itu, Sentinel 1A memiliki resolusi spasial 20×22 meter yang dapat diolah menghasilkan piksel dengan ukuran 10×10m. Sentinel 1A dapat diakses secara *opensource* yang memudahkan dalam proses analisis berkala atau *time series*. Polarisasi pada citra Sentinel 1A memiliki dual polarisasi yang terdiri dari VV dan VH atau HH dan HV. Polarisasi gelombang elektromagnetik diatur pada saat gelombang *microwave* dipancarkan sensor, dan pada saat gelombang *microwave* diterima kembali oleh sensor yang berasal *backscatter* objek (Bakker et al., 2003).

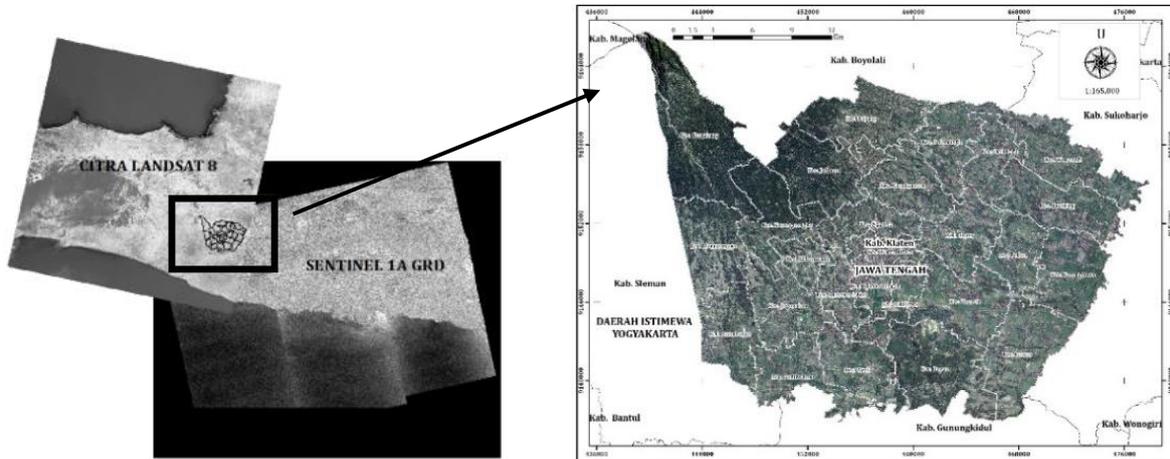
Kombinasi Polarisasi dapat digunakan untuk mengetahui kondisi objek seperti indeks kekeringan. Indeks kekeringan ialah bentuk transformasi spektral yang diterapkan terhadap citra untuk menonjolkan aspek kerapatan vegetasi yang menunjukkan kekeringan objek. Transformasi spektral untuk vegetasi pada SAR dikenal dengan *Radar Vegetation Index* (Yunjin Kim; van Zyl, 2009). *Radar Vegetation Index* SAR untuk identifikasi vegetasi tidak memiliki pengaruh dari gangguan dari atmosfer serta hasil yang diperoleh menunjukkan adanya kesesuaian dengan fenologis tumbuhan (Kumar et al., 2013). Selain itu, hamburan balik VV dan VH pada sentinel 1A menunjukkan respon yang aktif terhadap fluktuasi iklim. Hal tersebut didukung dengan adanya korelasi koefisien hamburan balik Sentinel-1 SAR (VH dan VV) dan NDVI Citra Optis (Abdel-Hamid et al., 2020). NDVI merupakan indeks vegetasi yang dapat digunakan untuk memantau kekeringan menggunakan citra optis (West et al., 2019).

Berdasarkan dari fakta tersebut dapat diketahui bahwa Sentinel 1A kajian cukup menarik dan memiliki potensi untuk identifikasi kekeringan. Kombinasi Dual Polarisasi yang dimiliki oleh Citra Sentinel 1 akan menunjukkan tingkat performa dengan dilakukan perbandingan dengan Citra Landsat 8. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji pemanfaatan data SAR untuk identifikasi kekeringan dengan menghubungkan *Dual Polarimetric SAR Band – C* dan Landsat 8. kajian dilakukan pada lahan pertanian di Kabupaten Klaten. Kabupaten Klaten termasuk dalam kategori potensi tinggi kekeringan di Provinsi Jawa Tengah (Lilik et al., 2011).

Data dan Metode

Lokasi penelitian dilakukan di wilayah Kabupaten Klaten. secara geografis Klaten terletak di antara 110°30'-110°45' Bujur Timur dan 7°30'-7°45' Lintang Selatan. Kabupaten Klaten memiliki luas 655,56 km² yang terdiri

dari 23 kecamatan dan berbatasan langsung dengan lima kabupaten meliputi Sleman, Gunungkidul, Sukoharjo, Magelang dan Boyolali. Menurut topografi, Kabupaten Klaten terletak di antara Gunung Merapi dan Pegunungan Seribu dengan ketinggian antara 75-160 meter di atas permukaan laut. Letak geografis Kabupaten Klaten ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Kajian

Peralatan yang digunakan untuk mendukung penelitian ini meliputi perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*Hardware*). Perangkat lunak yang digunakan yaitu Perangkat lunak Pengolah citra digital, Perangkat Lunak Pengolah data spasial, Perangkat lunak Pengolah angka dan perangkat lunak pengolah kata. Perangkat keras yang digunakan yaitu Separangkat Komputer dengan spesifikasi Prosesor AMD Ryzen 5 3200 G dan RAM 8 GB. Data yang digunakan dalam penelitian adalah Citra Sentinel 1A perekaman 24 Agustus 2020. Sentinel 1A yang digunakan memiliki Level *Ground Range Detected* dengan mode IW. Akuisisi memiliki frekuensi *descending*. Citra Landsat 8 yang digunakan memiliki perekaman 7 Agustus 2020. Selain Citra, terdapat Data digital Batas Administrasi skala 1:25.000 dan Data Penggunaan Lahan skala 1:25.000.

Tahap awal dalam penelitian ini adalah studi literatur dan pemilihan wilayah yang memiliki potensi kekeringan. Melakukan proses pengunduhan Sentinel 1A dan Landsat 8 yang disesuaikan dengan lokasi kajian. Sentinel 1A diunduh melalui halaman web <https://scihub.copernicus.eu/> dan Landsat 8 diunduh melalui halaman web <https://earthexplorer.usgs.gov>. Spesifikasi Sentinel 1A dan Landsat 8 dapat dijelaskan pada Tabel 1. Setelah itu, melakukan pengunduhan batas administrasi dan penggunaan lahan Kabupaten Klaten skala 1:25.000 melalui halaman web <https://tanahair.indonesia.go.id>.

Tabel 1. Spesifikasi Sentinel 1A dan Landsat 8

Spesifikasi	Sentinel 1A	Landsat 8
Polar Orbit	<i>Near Polar Sun-Synchronous</i>	<i>Near Polar Sun-Synchronous</i>
Tipe Produk	GRD	-
<i>Beam mode</i>	IW	-
Orbit	<i>Descending</i>	<i>Descending</i>
Ketinggian	693 km	705 km
Periode Orbit	98,6 menit	99 menit
Inklasi	98,18 derajat	98.2 derajat
Resolusi spasial	$(Rng \times Azi) 20 \times 22$ meter	30×30 meter
Resolusi temporal	12 hari	16 hari

Spesifikasi	Sentinel 1A	Landsat 8
Resolusi Spektral	<i>dual polarisation</i> VV+VH atau HH+HV	Sensor OLI
		<i>band 1</i> <i>coastal/aerosol</i>
		<i>band 2</i> biru
		<i>band 3</i> hijau
		<i>band 4</i> merah
		<i>band 5</i> inframerah dekat
		<i>band 6</i> <i>SWIR-1</i>
		<i>band 7</i> <i>SWIR-2</i>
		<i>band 8</i> pankromatik
		<i>Band 9</i> <i>Cirrus</i>
		Sensor TIRS
		<i>band 10</i> <i>TIRS-1</i>
		<i>band 11</i> <i>TIRS-1</i>

Sumber : (Amriyah et al., 2019; The European Space Agency, 2014; U.S. Geological Survey, 2016)

Tahap kedua melakukan proses koreksi citra. Koreksi citra dilakukan pada Sentinel 1A dan Landsat 8. Sentinel 1A dilakukan koreksi menggunakan perangkat lunak pengolah citra digital. Menurut Filipponi (2019) proses koreksi dilakukan sebagai berikut :

- thermal noise removal* digunakan untuk meminimalisir noise di beberapa bagian citra yang memiliki hamburan balik rendah,
- apply orbit file* digunakan untuk update orbit metadata pada citra sentinel 1A. update orbit akan meningkatkan akurasi orbit citra,
- calibrate* digunakan untuk mengkoreksi nilai backscatter radar agar memiliki nilai dari permukaan bumi,
- speckle filtering* digunakan untuk menghilangkan speckle yang mengganggu dalam ekstraksi informasi,
- terrain correction* digunakan untuk memperbaiki geometri citra yang mengalami distorsi dengan posisi di permukaan bumi.

Selanjutnya melakukan Koreksi pada Landsat 8. Koreksi radiometrik dilakukan untuk menghilangkan gangguan atmosfer pada nilai pantulan objek citra dengan mengubah *Digital Number (DN)* ke *Top of Atmosphere (TOA)*. $ML = \text{Band-specific multiplicative rescaling factor}$, $AL = \text{Band-specific additive rescaling factor}$, dan $Q_{cal} = DN$ pada setiap piksel dalam band Landsat 8. Koreksi Radiometrik menggunakan persamaan sebagai berikut (Jaber, 2018; Suwarsono & Khomarudin, 2014; Kustandiyo et al., 2014):

$$L\lambda = ML * Q_{cal} + AL \quad (1)$$

Landsat 8 yang telah dikoreksi kemudian dilakukan transformasi spektral dengan metode *Normalized Difference Vegetation Index*. Algoritma NDVI bekerja dengan kombinasi saluran merah dan inframerah dekat untuk menonjolkan objek vegetasi. Kondisi vegetasi disajikan dengan berdasarkan kondisi peresapan obyek. kerapatan vegetasi tinggi pada nilai NDVI yang semakin tinggi menunjukkan objek memiliki kemampuan penyerapan air tinggi. Sedangkan kerapatan vegetasi rendah akan memiliki nilai NDVI yang semakin rendah (Latuamury & Resesi, 2016). Kemampuan penyerapan air rendah dapat diidentifikasi terjadinya kekeringan (Fadilla et al., 2017). Persamaan NDVI sebagai berikut (Abdel-Hamid et al., 2020; Ghaleb et al., 2015; Rousta et al., 2020):

$$NDVI = \frac{(Inframerahdekat - Merah)}{(Inframerahdekat + Merah)} \quad (2)$$

Landsat 8 memiliki Keterbatasan tidak dapat menembus awan, berpengaruh pada waktu perekaman yang hanya dapat dilakukan pada musim tertentu. Keterbatasan tersebut menjadi kelebihan pada *Synthetic Aperture Radar (SAR)*, karena memiliki kemampuan menembus awan dan dapat dilakukan perekaman pada musim penghujan atau musim kemarau. Penggunaan SAR memiliki potensi untuk menjadi alternatif untuk memantau kekeringan. Algoritma NDVI kemudian dikembangkan pada citra SAR menjadi Algoritma *Radar vegetation index* (Yunjin Kim; van Zyl, 2009).

$$RVI: \frac{8 \times HV}{HH + HV + 2 \times HV} \quad (3)$$

Algoritma RVI pada mulanya dikembangkan dengan Polarisasi penuh yang kemudian dilakukan penyederhanaan oleh Charbonneau et al (Nasirzadehdizaji et al., 2019). Penyederhanaan bertujuan agar persamaan dapat digunakan pada polarisasi sebagian dengan menghasilkan analisis yang lebih optimal. Penyederhaan RVI untuk data SAR sebagian memiliki persamaan sebagai berikut (Kumar et al., 2013) :

$$RVI: \frac{4 \times HV}{HH + HV} \quad (4)$$

Persamaan tersebut hanya dapat digunakan untuk polarisasi HH dan HV. Citra SAR memiliki berbagai jenis polarisasi sehingga tidak semuanya memiliki Polarisasi HV dan HH. salahsatunya Sentinel 1A yang memiliki polarisasi VV dan VH. Sentinel 1A tidak memiliki koefisien hamburan balik HH dan HV. Oleh karena itu, Hamburan balik VV dan HV diganti dengan koefisien hamburan balik VV dan VH. persamaan RVI untuk Sentinel 1A sebagai berikut(Mandal et al., 2020):

$$RVI = \frac{(4 \times VH)}{(VV + VH)} \quad (5)$$

Sentinel 1A yang telah dikoreksi kemudian dilakukan transformasi dengan metode *Radar Vegetation Index*. Hasil RVI Sentinel 1A dan NDVI Landsat 8 dilakukan Analisis perbandingan. Analisis perbandingan untuk mengetahui selisih piksel Sentinel 1A dan Landsat 8. Selisih piksel untuk menonjolkan hasil perbedaan kekeringan pada Sentinel 1A dan Landsat 8. Hasil analisis kemudian dilakukan validasi dengan Penggunaan lahan Pertanian dan Neraca air di Kabupaten Klaten.

Hasil dan Pembahasan

Sentinel 1A memiliki polarisasi VV dan VH yang dapat merespon spektral terhadap tutupan lahan. Tutupan lahan dijadikan paramater untuk identifikasi kekeringan dengan menggunakan transformasi indeks. Tutupan lahan yang digunakan ialah Lahan Pertanian yang terdiri dari Sawah irigasi, Sawah irigasi setengah teknis, sawah tadah hujan dan tegalan. Transformasi *Radar Vegetation Index* Sentinel 1A dan NDVI Landsat 8 menunjukkan adanya perbedaan interval antara hasil RVI dan NDVI. Hasil RVI Sentinel 1A memiliki interval 0 – +3,79 dan NDVI Landsat 8 memiliki interval -0.18 - +0.86. Interval tersebut menunjukkan adanya perbedaan spektral dalam memvisualkan kenampakan objek yang diterima oleh sensor. Nilai NDVI mendekati 0 menunjukkan bahwa objek memiliki kerapatan vegetasi yang rendah sedangkan nilai RVI yang mendekati 0 menunjukkan bahwa objek memiliki kerapatan vegetasi yang tinggi.

Tabel 2. Transformasi RVI Sentinel 1A dan NDVI Landsat 8

Tranformasi	Nilai <i>Min</i>	Nilai <i>Max</i>	Nilai <i>Mean</i>
NDVI	- 0,18	+0,86	+0,54
RVI	0	+3,79	+0,74

Indeks kekeringan pada SAR ditentukan berdasarkan parameter empiris dari hubungan antara RVI dengan Indeks Vegetasi NDVI. Indeks Vegetasi pada NDVI memiliki respon terhadap kelembaban tanah yang dapat dijadikan indikator dalam menilai kekeringan. Nilai NDVI yang rendah menunjukkan bahwa daerah tersebut memiliki potensi kekeringan dikarenakan tingkat kelembaban yang rendah. Tingkat kelembaban dipengaruhi berbagai faktor meliputi Penggunaan lahan, topografi, jenis tanah dan curah hujan. Kekeringan dalam Indeks Vegetasi NDVI dapat diklasifikasikan menjadi 5 kelas (Nanzad et al., 2019). Klasifikasi kelas terdiri dari sangat kering, kering, agak basah, sangat basah yang dibagi berdasarkan nilai piksel.

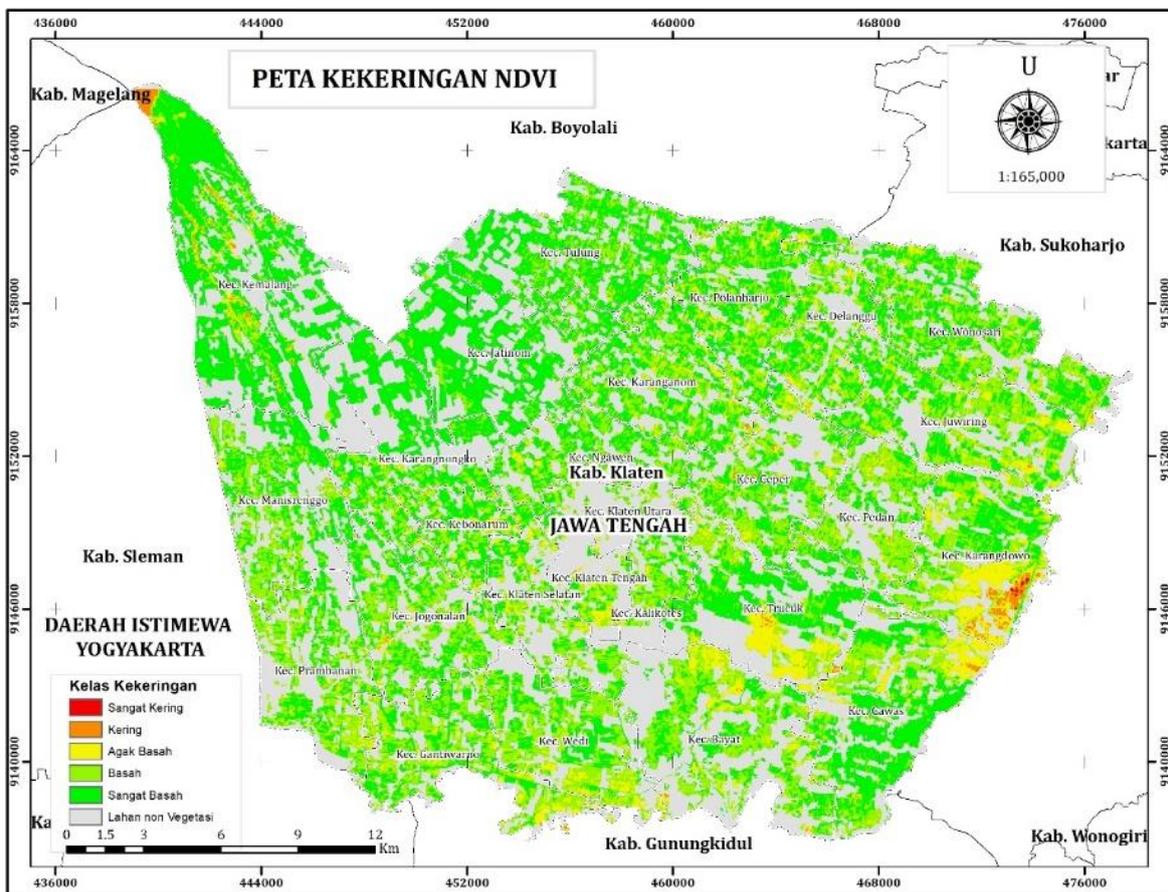
Tabel 3. Klasifikasi kekeringan NDVI

Kelas	NDVI	Keterangan
1	< 0.2	Sangat Kering

Kelas	NDVI	Keterangan
II	0.2 < 0.4	Kering
III	0.4 < 0.6	Agak Basah
IV	0.6 < 0.8	Basah
V	0.8 >	Sangat Basah

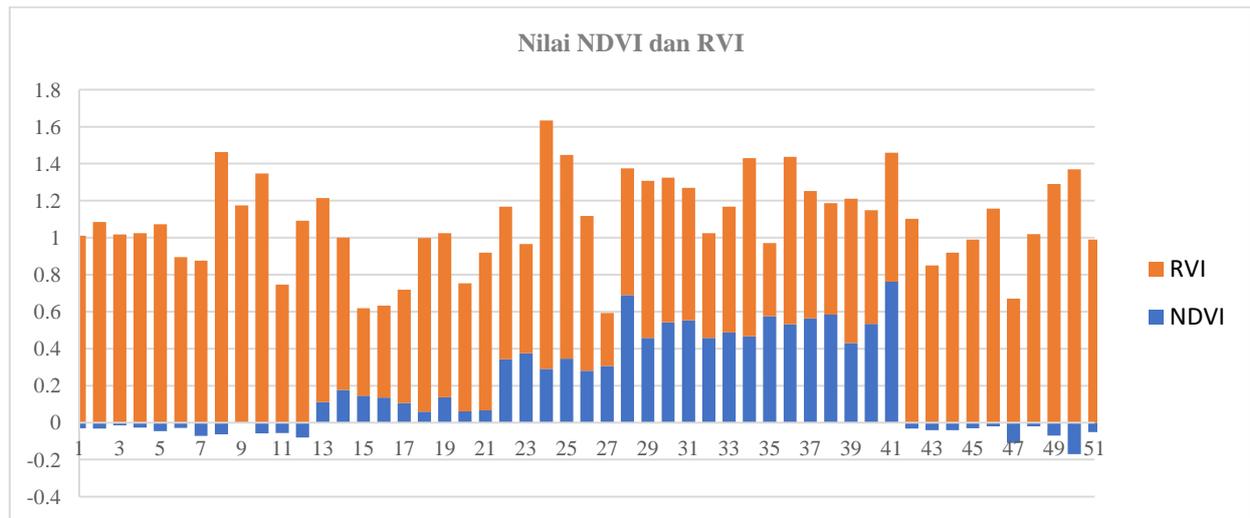
Sumber : (Nanzad et al., 2019)

klasifikasi NDVI dilakukan analisis pada Landsat 8 perekaman 24 Agustus tahun 2020. Pemilihan waktu perekaman untuk kajian didasarkan bulan basah dan bulan kering dalam interval 10 tahun terakhir. Metode yang digunakan ialah Oldeman (Atmaja, 2016). Hasil klasifikasi NDVI Tabel 5 menunjukkan terdapat beberapa kecamatan yang termasuk dalam kategori kelas I dan kelas II. Ditinjau dari masing-masing kecamatan. Kategori sangat kering memiliki sebaran di empat kecamatan meliputi cawas, juwiring, karangdowo dan wonosari dengan total luas 12.67 Ha atau 0,03%. Kelas kering memiliki sebaran spasial di seluruh kecamatan dengan luas 320.41 Ha atau 0,74%. Kelas agak basah memiliki sebaran spasial di seluruh kecamatan dengan luas 4,299 Ha atau 9,87%. Kelas basah memiliki sebaran spasial diseluruh kecamatan dengan luas 17,587 Ha atau 40,39%. Kelas Sangat Basah memiliki sebaran diseluruh kecamatan dengan luas 21,313 Ha atau 48,9%. Berdasarkan dari lima kelas tersebut, kelas sangat basah memiliki luasan paling besar dan dominan Kekeringan memiliki sebaran spasial di wilayah timur dan selatan.



Gambar 2. Peta Kelas Kekeringan NDVI Landsat 8 di Kabupaten Klaten

Hasil klasifikasi NDVI kemudian digunakan untuk Analisis korelasi. Analisis korelasi dilakukan dengan membandingkan hasil NDVI dengan hasil RVI. Analisis korelasi bertujuan untuk mengukur kekuatan asosiasi hubungan antara dua variabel. Analisis membentuk grafik yang menunjukkan interval nilai yang dapat menjelaskan perbedaan diantara kedua data. Perbandingan dilakukan dengan mengambil 51 sampel piksel dengan lokasi yang sama pada hasil NDVI Landsat 8 dan RVI Sentinel 1A.



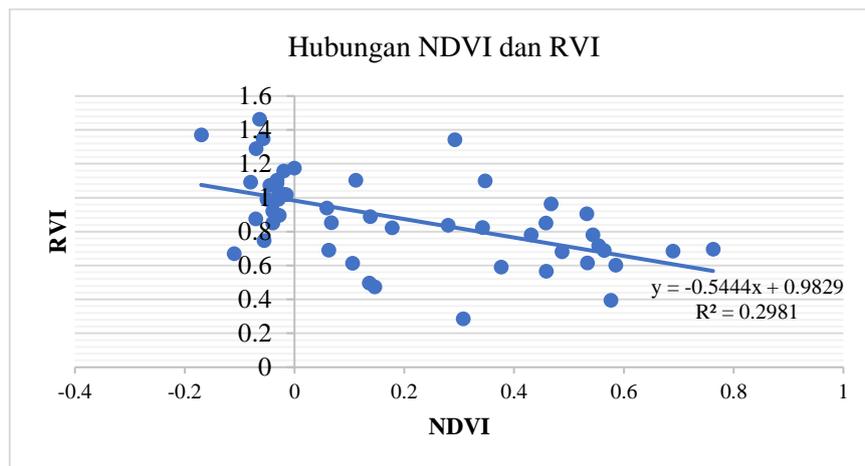
Gambar 3. Korelasi NDVI dan RVI

Penyusunan klasifikasi kekeringan RVI SAR didasarkan atas perbandingan data hasil NDVI dan RVI yang menunjukkan adanya perbedaan dan terletak pada pola kecenderungan data. Hasil RVI memiliki pola piksel yang lebih tinggi dibanding data hasil NDVI. Merujuk pada pola NDVI dalam mempresentasikan objek maka dapat diperoleh asumsi untuk RVI bahwa nilai yang semakin tinggi menunjukkan kondisi objek semakin kering, nilai yang semakin rendah menunjukkan kondisi objek yang semakin basah. Klasifikasi dibagi menjadi 5 kelas dengan interval dari -0 - +3,79. Pembagian kelas didasarkan pada perbandingan selisih nilai *mean* hasil RVI dan NDVI yang kemudian disesuaikan dengan klasifikasi NDVI. Klasifikasi kekeringan yang dihasilkan dari korelasi dengan NDVI dijelaskan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi kekeringan RVI

Kelas	RVI	Keterangan
I	> 1	Sangat Kering
II	0,81 – 1	Kering
III	0,61 - 0,80	Agak Basah
IV	0,41 - 0,60	Basah
V	< 0,40	Sangat Basah

Klasifikasi Tabel 4 digunakan untuk analisis Sentinel 1A perekaman 7 Agustus tahun 2020. Pemilihan waktu perekaman disesuaikan dengan data NDVI Landsat 8. Kekeringan RVI memiliki sebaran spasial di seluruh kecamatan di Kabupaten Klaten. Dominasi sebaran spasial berada di wilayah timur dan selatan. Distribusi Spasial dominan memiliki kondisi yang sama dengan hasil kekeringan pada transformasi NDVI. Total luas kekeringan yang terjadi diestimasi sebesar $\pm 39\%$ dari total luas keseluruhan. Ditinjau dari masing-masing kecamatan. Kategori sangat kering dan kering memiliki dominan di empat kecamatan meliputi Juwiring, Karangdowo, Kemalang dan Wonosari. Keempat kecamatan tersebut memiliki kekeringan dengan total luas dengan potensi lebih dari ± 600 Ha. Distribusi spasial kelas agak basah, basah, dan basah memiliki sebaran yang ada diseluruh kecamatan di Kabupaten Klaten dengan presentase luas $\pm 61\%$. Faktor luas kekeringan tersebut memiliki volume yang berbeda di setiap kecamatannya



Gambar 5. Hubungan NDVI dan RVI

Gambar 4 menunjukkan bahwa Nilai NDVI dan RVI memiliki hubungan Negatif. Nilai NDVI yang semakin tinggi maka nilai RVI akan semakin rendah. Sebaliknya apabila nilai NDVI rendah maka Nilai RVI tinggi. Perbedaan diantara dua hasil ini menunjukkan adanya hubungan pola berlawanan yang diantara dua data tersebut. Koefesien determinasi memiliki pengaruh nilai NDVI terhadap nilai RVI sebesar 0.2981 atau 29,81%. Koefesien ini menunjukkan adanya hubungan antara nilai NDVI dan nilai RVI.

Validasi kekeringan RVI belum memiliki standarisasi yang dapat digunakan untuk acuan mengukur keakuratan tingkat kekeringan di model dan tingkat kekeringan di lapangan. Validasi pendekatan Penggunaan lahan dan Neraca Air digunakan dalam penelitian. Sentinel 1A melakukan ekstraksi objek dengan melalui *signal backscatter*. *Signal backscatter* akan dipengaruhi oleh berbagai komponen. Salah satunya yaitu kadar air dan struktur vegetasi. Hamburan balik bekerja dengan memiliki mekanisme dipengaruhi penggunaan lahan. Mekanisme Hamburan balik pada radar terdiri dari hamburan balik permukaan, *volume backscattering*, pantulan hamburan balik ganda, dan hamburan *specular* (Arief et al., 2017). Penggunaan lahan dan neraca air menunjukkan tingkat pengaruh kekeringan. Kekeringan yang terjadi di sawah irigasi sebesar 66,02%, Sawah irigasi non teknis sebesar 0,18 %, sawah tadah hujan sebesar 14,73 %, dan tegalan sebesar 19,07 %. Hasil ini sejalan dengan neraca air yang menjelaskan bahwa bulan Juli, Agustus dan September di Kabupaten Klaten mengalami devisa air. Ketersediaan air yang devisa sehingga berpengaruh terhadap ketersediaan air di Lahan Pertanian. Selain itu, Indeks kekeringan *Thorwaite mether* menunjukkan bahwa di Kabupaten Klaten pada bulan tersebut termasuk kategori kekeringan sedang dengan nilai 31,20 %.

Kesimpulan

Kekeringan RVI Sentinel IA memiliki distribusi yang lebih detail dibanding NDVI Landsat 8. NDVI Landsat 8 dan RVI Sentinel IA memiliki koefesien $y = -0.5444x + 0.9829$ dan $R^2 = 0.2981$. Koefesien tersebut menunjukkan adanya hubungan antara NDVI Landsat 8 dan RVI Sentinel IA. Hubungan menghasilkan klasifikasi kekeringan RVI potensi kekeringan sebesar 39,367 % atau seluas 16,526.265 Ha. Kekeringan terjadi di sawah irigasi sebesar 66,02%, Sawah irigasi non teknis sebesar 0,18 %, sawah tadah hujan sebesar 14,73 %, dan tegalan 19,07 %. Keterkaitan hasil RVI dengan penggunaan lahan memudahkan dalam menduga potensi kekeringan. Faktor meteorologis memiliki peran dominan terjadinya devisa air sehingga berpengaruh terhadap ketersediaan air di Kabupaten Klaten. Selain itu, kondisi topografi dan kebutuhan air menjadi faktor pendukung dalam menduga potensi kekeringan.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Civitas Akademika Departemen Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Gadjah Mada, *European Space Agency* (ESA), dan *United States Geological Survey* (USGS) yang telah membantu penyediaan data dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Abdel-Hamid, A., Dubovyk, O., Graw, V., & Greve, K. (2020). Assessing the impact of drought stress on grasslands using multi-temporal SAR data of Sentinel-1: a case study in Eastern Cape, South Africa. *European Journal of Remote Sensing*, 00(00), 1–14. <https://doi.org/10.1080/22797254.2020.1762514>
- Amriyah, Q., Arief, R., Dyatmika, H. S., & Maulana, R. (2019). Analysis of Comparison of Level-1 Data Sentinel 1A / B (SLC and GRD Data) Using SNAP and GAMMA Software. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh Ke-6 Tahun 2019 Analisis*, hal. 533–543.
- Arief, M., Anggraini, N., Adawiah, S. W., Hartuti, M., & Suwargana, N. (2017). *Aplikasi Data Satelit Radar Sentinel-1A Guna Deteksi Hutan Mangrove Studi Kasus : Segara Anakan , Kabupaten Cilacap Application of Satellite Radar Sentinel 1a Data for Mangrove Forest Detection Case Study : Segara Anakan , Cilacap District*. 1982, 277–289.
- Atmaja, P. F. A. S. A. A. Y. A. (2016). Climate regionalization for main production areas of Indonesia: Case study of West Java. *Journal of Physics: Conference Series*, 755(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/755/1/011001>
- Bakker, W. H., Gieske, A. S. M., Gorte, B. G. H., Grabmaier, K. A., Hecker, C. A., Horn, J. A., Huurneman, G. C., Janssen, L. L. F., Kerle, N., Meer, F. D. van der, Parodi, G. N., Pohl, C., Prakash, A., Reeves, C. V., Ruitenbeek, F. J. van, Tempfli, K., Weir, M. J. C., & Woldai, T. (2003). *Principles of Remote Sensing*. Vol. 4. hal. 522–525.
- Belayneh, A., Adamowski, J., & Khalil, B. (2016). Short-term SPI drought forecasting in the Awash River Basin in Ethiopia using wavelet transforms and machine learning methods. *Sustainable Water Resources Management*. No.1. Vol.2. hal. 87–101. <https://doi.org/10.1007/s40899-015-0040-5>
- Charbonneau, Trudel, F. (2005). Use of Dual Polarization and Multi-Incidence SAR for soil permeability mapping. *In Proceedings of the 2005 Advanced Synthetic Aperture Radar (ASAR) Workshop*.
- Djalante, R., & Thomalla, F. (2012). Disaster risk reduction and climate change adaptation in Indonesia: Institutional challenges and opportunities for integration. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*. No.2. Vol.3. hal. 166–180. <https://doi.org/10.1108/17595901211245260>
- Fadholi, A. (2013). Studi Dampak El Nino Dan Indian Ocean Dipole (Iod) Terhadap Curah Hujan Di Pangkalpinang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. No.2. Vol.12. hal. 43. <https://doi.org/10.14710/jil.11.1.43-50>
- Fadilla, L., Subiyanto, S., & Suprayogi, A. (2017). Jurnal Geodesi Undip Oktober 2017. *Analisis Arah Dan Prediksi Persebaran Fisik Wilayah Kota Semarang Tahun 2029 Menggunakan Sistem Informasi Geografis Dan CA Markov Model*. No.2. Vol.6. hal. 517–525.
- Filipponi, F. (2019). Sentinel-1 GRD Preprocessing Workflow. *Proceedings*. No.1. Vol.18. hal. 11. <https://doi.org/10.3390/ecrs-3-06201>
- Ghaleb, F., Mario, M., & Sandra, A. N. (2015). Regional landsat-based drought monitoring from 1982 to 2014. *Climate*. No.3. Vol.3. hal. 563–577. <https://doi.org/10.3390/cli3030563>
- Jaber, S. M. (2018). Landsat-based vegetation abundance and surface temperature for surface urban heat island studies: the tale of Greater Amman Municipality. *Annals of GIS*. No.3. Vol. 24. hal. 195–208. <https://doi.org/10.1080/19475683.2018.1471519>
- Kumar, D., Rao, S., & Sharma, J. R. (2013). Radar Vegetation Index as an Alternative to NDVI for Monitoring of Soyabean and Cotton. *Proceedings of the XXXIII INCA International Congress (Indian Cartographer)*. Jodhpur, India. 19-21 September 2013. hal. 91–96.
- Kustandiyo, H., Sukojo, B. M., & Parwati, E. (2014). Studi Tingkat Kerapatan Mangrove Menggunakan Indeks Vegetasi. *Geoid*. No.2. Vol. 9. hal. 101. <https://doi.org/10.12962/j24423998.v9i2.738>
- Latuamury, B., & Resesi, K. (2016). Pengaruh Kerapatan Vegetasi Penutup Lahan terhadap Karakteristik Resesi Hidrograf pada Beberapa Subdas di Propinsi Jawa Tengah Dan Propinsi DIY. *Majalah Geografi Indonesia*. No.2. Vol. 26. hal. 98–118. <https://doi.org/10.22146/mgi.13418>
- Lilik, K., Yunus, R., Muhammd, robi amir, & Narwawi, P. (2011). *Indeks Kerawanan Bencana di Indonesia*. hal. 1–226.
- Mandal, D., Kumar, V., Ratha, D., Dey, S., Bhattacharya, A., Lopez-Sanchez, J. M., McNairn, H., & Rao, Y. S. (2020). Dual polarimetric radar vegetation index for crop growth monitoring using sentinel-1 SAR data. *Remote Sensing of Environment*, 247(January), 111954. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.111954>
- Nanzad, L., Zhang, J., Tuvdendorj, B., Nabil, M., Zhang, S., & Bai, Y. (2019). NDVI anomaly for drought monitoring and its correlation with climate factors over Mongolia from 2000 to 2016. *Journal of Arid Environments*, 164(May 2018), hal. 69–77. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2019.01.019>
- Nasirzadehdizaji, R., Sanli, F. B., Abdikan, S., Cakir, Z., Sekertekin, A., & Ustuner, M. (2019). Sensitivity analysis of multi-temporal Sentinel-1 SAR parameters to crop height and canopy coverage. *Applied Sciences (Switzerland)*. No.4. Vol. 9. <https://doi.org/10.3390/app9040655>
- Rousta, I., Olafsson, H., Moniruzzaman, M., Zhang, H., Liou, Y. A., Mushore, T. D., & Gupta, A. (2020). Impacts of drought on vegetation assessed by vegetation indices and meteorological factors in Afghanistan. *Remote Sensing*. No.15. Vol.12. <https://doi.org/10.3390/RS12152433>
- Septiana, B., Wijaya, A. P., & Suprayogi, A. (2017). *Metode SAR Simulation Terrain Correction Menggunakan Data SAR SENTINEL – 1*. 6, hal. 148–157.

- Suwarsono, ., & Khomarudin, M. R. (2014). Detecting the Spatial Distribution of Settlements on Volcanic Region Using Image Landsat-8 Oli Imagery. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences (IJReSES)*. No.1. Vol. 11. hal. 63. <https://doi.org/10.30536/j.ijreses.2014.v11.a2602>
- The European Space Agency. (2014). *Sentinel-1 SAR Technical Guide*. <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/technical-guides/sentinel-1-sar>
- U.S. Geological Survey. (2016). Landsat 8 Data Users Handbook. *Nasa*, 8(June), 97. <https://landsat.usgs.gov/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf>
- West, H., Quinn, N., & Horswell, M. (2019). Remote sensing for drought monitoring & impact assessment: Progress, past challenges and future opportunities. *Remote Sensing of Environment*, 232(November 2018), 111291. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111291>
- Yunjin Kim; van Zyl. (2009). A Time-Series Approach to Estimate Soil Moisture Using Polarimetric Radar Data. *IEEE*, 2519–2527.



This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)