

ANALISIS AWAL DEFORESTASI MENGGUNAKAN PENDEKATAN FOREST CANOPY DENSITY (FCD) DALAM RANGKA Mendukung PERTAHANAN NEGARA INDONESIA

THE PRELIMINARY ANALYSIS OF DEFORESTATION USING FOREST CANOPY DENSITY (FCD) IN SUPPORTING INDONESIA STATE DEFENSE

Wahyu Tarantika¹, Aris Poniman², Sukendra Martha³
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGINDERAAN, FAKULTAS TEKNOLOGI PERTAHANAN
UNIVERSITAS PERTAHANAN INDONESIA^{1,2,3}

(wahyutaran@gmail.com, arispk2007@gmail.com, sukendramartha@yahoo.co.id)

Abstrak– Indonesia memiliki identitas sebagai salah satu paru-paru dunia, terutama hutan tropis Kalimantan. Namun dalam beberapa dekade deforestasi terus menerus terjadi. Hal ini penting untuk dilakukan karena kerugian ini tidak dapat dihindari mengingat kebutuhan pemerintah akan devisa dari sektor kehutanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya deforestasi yang terjadi antara tahun 2017 dan 2019. Penerapan Forest Canopy Density (FCD) melibatkan semua variabel yang disyaratkan yaitu AVI, BI, TI dan SI. Sehingga akan diketahui adanya perubahan vegetasi yang menurun dari tahun 2017 ke tahun 2019. Hal ini didukung dengan adanya kenaikan rerata suhu dari 19°C menjadi 23 °C pada tahun 2019. Perluasan lahan kosong meningkat 6,13. Nilai FCD pada tahun 2017 tertinggi pada kelas kerapatan kanopi 70% dan menurun drastis pada tahun 2019 menuju kelas 40%. Perubahan yang sangat terlihat adalah penurunan kelas 80% dari tahun 2017 sebanyak 729.013 menjadi 47. Total luasan deforestasi pada tahun terhitung mencapai 14.191,74 hektar. Indonesia terancam kehilangan identitas sebagai salah satu dengan hutan hujan tropis terluas di Asia. Sehingga diperlukan usaha preventif untuk mencegah ancaman tersebut terjadi.

Kata Kunci: deforestasi, kehutanan, forest canopy density, Kalimantan, pertahanan negara.

Abstract– Indonesia has an identity as one of the lungs of the world, especially the tropical forests of Kalimantan. However, in several decades, deforestation continued. This is important to do because these losses cannot be avoided given the government's need for foreign exchange from the forestry sector. This study aims to determine the existence of deforestation that occurred between 2017 and 2019. The application of Forest Canopy Density (FCD) involves all required variables, namely AVI, BI, TI and SI. So it will be known that there is a change in vegetation that has decreased from 2017 to 2019. This is supported by an increase in the average temperature from 19°C to 23°C in 2019. The expansion of vacant land has increased by 6.13. The highest FCD value in 2017 was in the 70% canopy density class and decreased dramatically in 2019 towards the 40% class. The most visible change is a class decline of 80% from 2017 of 729,013 to 47. The total area of deforestation in the accounting year reached 14,191.74 hectares. Indonesia is in danger of losing its identity as one of the largest tropical rainforests in Asia. So that preventive efforts are needed to prevent these threats from happening.

Keywords: deforestation, forestry, forest canopy density, Kalimantan, state defense.

Pendahuluan

Bentuk dari pertahanan negara dapat dilihat dari berbagai sudut pandang. Merujuk pada Peraturan

Menteri Pertahanan Nomor 16 Tahun 2012 tentang Kebijakan Pengintegrasian Komponen Pertahanan Negara, definisi dari Pertahanan negara adalah sikap yang

dilakukan untuk mempertahankan kedaulatan negara, keutuhan wilayah NKRI, serta keselamatan setiap bangsa. Kegiatan pertahanan negara dapat dilaksanakan dalam sudut pandang nir militer, sebagai pertahanan dalam menghadapi ancaman nirmiliter. Lapis pertahanan ini tersusun dalam fungsi profesi baik yang menggunakan teknologi maupun tidak untuk kemaslahatan masyarakat. Salah satu yang dapat dilakukan adalah dengan adanya kajian mengenai sumber daya alam yang dimiliki oleh negara.

Kajian mengenai pemanfaatan kekayaan alam yang sekaligus menjadi identitas negara Indonesia adalah pemanfaatan hutan. Dikenal sebagai salah satu paru-paru dunia, Indonesia yang dilalui oleh garis lintang 0° menjadi negara dengan hutan tropis terluas di Asia Pasifik (*Forest Watch Indonesia*, 2011 dalam Andini, 2012) dan terluas ketiga di dunia setelah Brazil dan Zaire (Ramdhoni, et al., 2018). Sehingga secara alami, baik pemerintah maupun masyarakat melihat hutan sebagai obyek yang dapat dikelola dalam jangka panjang. Pengelolaan sumber daya alam memiliki tujuan yang jelas yaitu mengambil manfaat semaksimal mungkin dari cadangan yang tersedia (Utami, et al., 2018).

Di Indonesia kegiatan pengelolaan sumber daya alam dapat dilaksanakan dengan batasan yang diatur secara tegas, dalam Undang-Undang No 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan. Perlindungan kawasan hutan pada pasal 47:

- a. Mencegah dan membatasi kerusakan hutan, kawasan hutan, dan hasil hutan yang disebabkan oleh perbuatan manusia, ternak, kebakaran, daya-daya alam, hama, serta penyakit; dan
- b. Mempertahankan dan menjaga hak-hak negara, masyarakat, dan perorangan atas hutan, kawasan hutan, hasil hutan, investasi serta perangkat yang berhubungan dengan pengelolaan hutan.

Pemanfaatan hutan yang tidak memperhatikan keberlanjutan sumber dayanya dapat menimbulkan efek negatif baik pengurangan luasan atau deforestasi (Miettinen, 2011; Mutaqqin, 2013; Ramdhoni, 2018) maupun secara fungsi hutan (degradasi hutan) itu sendiri. Menurut Winarwan (2011) kedua hal tersebut tidak dapat dihindari melihat keperluan pemerintah atas devisa dari sumber daya hutan. Tahun-tahun setelah adanya reformasi, secara umum luasan lahan hutan alam menurun di beberapa pulau. Data dapat dilihat pada tabel 1.1 berikut:

Tabel 1. Tutupan Lahan Hutan Alam Tahun 2000-2017

Region	Luasan Hutan Alam (Ha)				Luas Daratan	%
	2000	2009	2013	2017		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Sumatera	16.323	12.901	11.372	10.400	47.059	22%
Jawa	2.956	1.366	1.035	905.885	16.351	6%
Bali Nusa Tenggara	2.240	1.406	1.261	887.494	7.160	12%
Kalimantan	33.234	28.358	26.886	24.834	53.067	47%
Sulawesi	10.768	9.318	9.128	8.179	18.391	44%
Maluku	5.880	5.256	5.058	4.515	7.948	57%
Papua	35.006	34.473	33.811	33.119	40.640	81%
Indonesia	106.411	93.081	88.556	82.832	190.619	43%

Sumber: FWI 2018 sebagaimana dikutip dalam FWI,2019

Keterangan: nilai dalam juta.

Faktor penyebab terjadinya deforestasi terbagi menjadi faktor langsung yang berkaitan dengan fisik hutan, dan faktor tidak langsung yang merujuk pada pemanfaatan hasil hutan serta kebijakan yang menyertai. Hingga tahun 2017 perizinan oleh pemerintah mendominasi hingga luas konsesi hutan menyentuh angka 71,2 juta hektare atau $\pm 37\%$ dari luas daratan, menyisakan sebanyak 32 juta hektar hutan alam yang tetap dalam kondisi baik. Dari total luasan tersebut, terjadi *overlapping* perizinan seluas 16,8 juta hektar (FWI, 2019). Penjabaran dari angka persentase deforestasi dalam konsesi, menurut lembaga FWI tahun 2019 adalah sebagai berikut: Sumbangan deforestasi terbesar berasal dari areal yang tumpang tindih antar izin pemanfaatan dan penggunaan lahan, yaitu mencapai 0,78 juta hektare. Sektor pertambangan berada di posisi kedua sebagai penyumbang deforestasi

terbesar yaitu seluas 0.7 juta hektare. Sedangkan untuk sektor perkebunan kelapa sawit menyumbang 0,58 juta hektare (pp.5)

Ketidaksesuaian atau tumpang tindih luasan deforestasi merupakan salah satu bentuk kerugian yang harus diterima oleh bangsa dan negara. Kalimantan memiliki total luas deforestasi dalam konsesi tertinggi, mencapai 1.422.876 hektar, lebih dari 50% dari total deforestasi dalam konsesi dari enam region yang ada di Indonesia. Tumpang tindih yang mengakibatkan deforestasi dalam konsesi dapat dilihat pada Tabel 1.2 yang dirilis oleh Forest Watch Indonesia dalam Lembar Fakta tahun 2019 sebagai berikut:

Tabel 2. Luas Deforestasi periode 2013-2017 dalam Konsesi (Perizinan)

Region	Luas Deforestasi dalam Konsesi (dalam hektare)						Deforestasi luar konsesi
	Overlap antar konsesi	HPH	HTI	Tambang	Kebun Kelapa Sawit	Total	
Sumatera	27.524	45.537	127.823	74.714	65.402	341.000	631.906
Jawa	-	-	-	4.120	-	4.120	125.920
Bali Nusa	7.034	3.513	8.592	33.179	47	52.005	332.005
Kalimantan	611.060	196.657	124.700	176.798	313.661	1.422.876	629.144
Sulawesi	58.025	21.167	34.365	289.692	10.362	413.611	535.527
Maluku	51.814	99.913	5.066	89.545	10.062	256.400	287.166
Papua	31.783	34.075	28.191	39.398	186.997	320.444	371.663
Total	787.240	400.502	328.737	707.446	586.531	2.810.456	2.913.331
		Total Deforestasi					5.723.787

Sumber: FWI, 2019

Kondisi ini dapat dipantau, dikaji, dan dibahas dalam ranah teknologi penginderaan. Kiefer, et al. (2015) menjelaskan proses penginderaan jauh dari perolehan hingga analisis data bermula sejak energi dari sumber tenaga diteruskan di atmosfer. Pemanfaatan citra satelit dengan resolusi sedang

hingga tinggi dilakukan dengan metode *change detection*. Berbagai metode yang dapat digunakan meliputi FCD, *maximum likelihood*, *fuzzy*, dan *belief dempster shafer* (Nugroho, et.al., 2011). Pada penelitian ini metode FCD digunakan untuk mendapatkan analisis luasan deforestasi.

Metode Penelitian

Karakteristik mendetail dalam suatu tegakan hutan yang harus dibedakan memerlukan metode yang melibatkan variabel non vegetasi. FCD merupakan salah satu metode yang dikembangkan oleh Rikimaru (2002) dengan melibatkan empat variabel. Setiap dari dua variabel berpasangan memiliki korelasi negatif maupun positif, diantaranya adalah Vegetasi (AVI) berkorelasi dengan Tanah Terbuka (BI), dan Bayangan (SI) dengan Suhu (TI).

Tutupan awan pada lokasi penelitian direduksi dengan menggunakan Band QA (*Quality Assessment*) atau biasa disebut dengan BQA, karena band ini menyimpan segala informasi penting seperti tutupan awan, awan cirrus, tubuh air, suhu, dan lain sebagainya. Hasil *cloud masking* pada tahun 2019 tidak memiliki kendala, sedangkan pada citra tahun 2017 terdapat

liputan awan tipis yang tidak dapat direduksi secara maksimal menggunakan BQA. Hal ini dikarenakan pada proses reduksi, terlebih dahulu dilakukan penentuan nilai piksel awan dan non-awan, sehingga pengenalan pada nilai piksel akan menjadi kurang efektif pada awan tipis. Walaupun demikian, pemrosesan data tetap dapat dilanjutkan dikarenakan nilai yang tertera pada band thermal setelah *cloud masking* tidak memiliki perubahan yang signifikan.

a. *Advanced Vegetation Index (AVI)*

AVI bertujuan untuk memunculkan karakteristik klorofil yang terkandung pada vegetasi. Dilakukan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$AVI = \sqrt[3]{(R + 1)(DN - R)(NIR - R)}$$

Keterangan :

R = Band 4 pada Landsat 8

NIR = Band 5 pada Landsat 8

DN = 65536 pada Landsat 8

b. *Bare Soil Index (BI)*

BI digunakan untuk mendapatkan respon dari tanah terbuka, lahan kosong, dan vegetasi. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$BI = \left[\frac{(Bswir+R)-(NIR+B)}{(Bswir + R)+(Bswir+B)} \right] \times 100 + 100$$

Keterangan :

B = Band 2 pada Landsat 8

- R = Band 4 pada Landsat 8
- NIR = Band 5 pada Landsat 8
- Bswir = Band 6 pada Landsat 8

c. Thermal Index (TI)

TI bertujuan untuk mengetahui relativitas temperatur yang didasarkan pada faktor efek *shielding* dari kanopi dan evaporasi, dengan persamaan sebagai berikut:

$$TI = \frac{K_2}{Ln \left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1 \right)} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

- K₁ = 1321.08 pada Landsat 8
- K₂ = 774.89 pada Landsat 8
- T = *brightness temperature* (Kelvin)
- L_λ = nilai radian (watts/ m²* srad * μ)

d. Shadow Index (SI)

Bertujuan untuk menguji karakteristik bayangan melalui persamaan berikut:

$$SI = \sqrt[3]{(DN - B)(DN - G)(DN - R)}$$

Keterangan :

- B = Band 2 pada Landsat 8
- G = Band 3 pada Landsat 8
- R = Band 4 pada Landsat 8

Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan nilai FCD adalah sebagai berikut:

$$FDC = (VD \times SSI + 1) - 1$$

Keterangan :

- FCD = Nilai tutupan kanopi hutan.
- VD = Nilai kerapatan vegetasi.
- SSI = Nilai skala indeks bayangan.

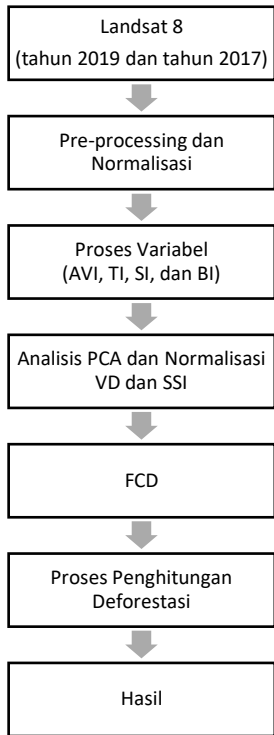
Validasi

Validasi hasil penelitian dilakukan dengan *multistage image*, dengan memanfaatkan citra *Google Earth Image* (GEI). Melalui titik koordinat yang sama pada citra hasil penelitian dengan GEI.

Alur Penelitian

Luasan deforestasi didapatkan dengan mencari selisih luasan antara FCD tahun 2019 dan FCD tahun 2017. Hal ini dilakukan dengan rumus float(“FCD 2019” – “FCD 2017”).

Secara keseluruhan, jalannya penelitian dapat dilihat pada Diagram Alir berikut ini:

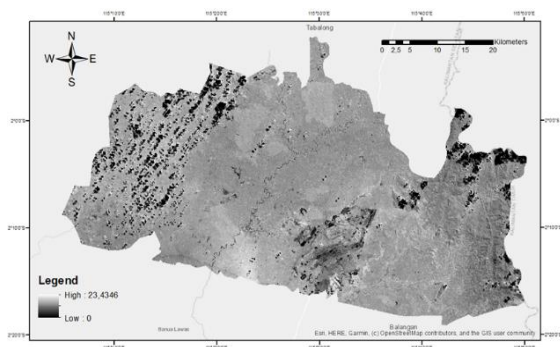


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian
Sumber: hasil olah peneliti, 2021

Hasil dan Pembahasan

a. *Advanced Vegetation Index (AVI)*

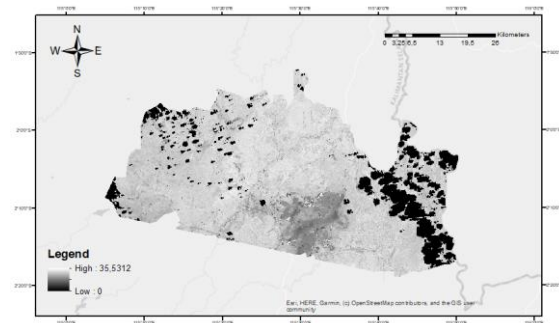
AVI merupakan indeks yang digunakan dalam identifikasi vegetasi berdasarkan tutupan kanopi.



Gambar 2. Citra AVI tahun 2017
Sumber: Hasil olah peneliti, 2021

Hasil yang didapatkan adalah nilai tertinggi 23,43 dan nilai terendah 0 pada tahun 2017. Sedangkan pada tahun 2019 nilai AVI tertinggi adalah 35,53 dan nilai

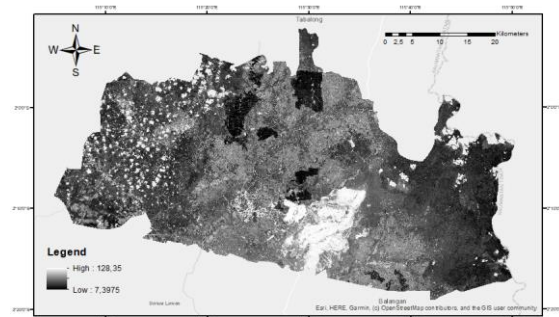
terendah 0. Nilai 0 merupakan null data tutupan awan.



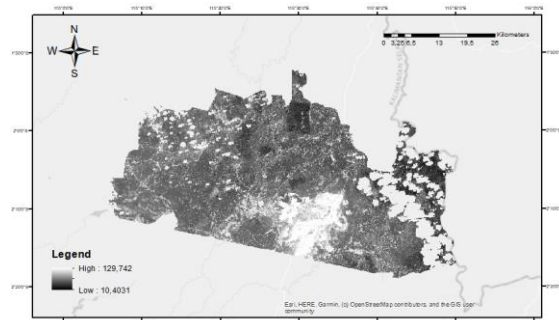
Gambar 3. Citra AVI tahun 2019
Sumber: Hasil olah peneliti, 2021

b. *Bare Soil Index (BI)*

BI merupakan indeks yang dimanfaatkan untuk mengenali lahan kosong berdasarkan nilai reflektansi obyek non vegetasi.



Gambar 4. Citra BI tahun 2017
Sumber: Hasil olah peneliti, 2021



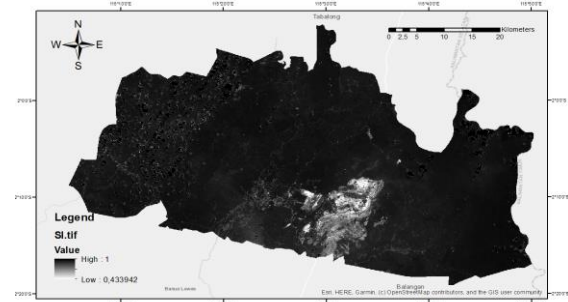
Gambar 5. Citra BI tahun 2019
Sumber: Hasil olah peneliti, 2021

Nilai AVI disyaratkan untuk memiliki korelasi negatif terhadap nilai BI. Algoritma BI dibentuk dengan memanfaatkan reflektansi pada obyek dengan mengurangi nilai vegetasi. Sehingga tutupan lahan yang dapat terdeteksi adalah obyek tanpa vegetasi, yang meliputi lahan kosong, lahan terbangun, dan lain sebagainya. Nilai rerata BI tahun 2017 lebih kecil dibandingkan dengan tahun 2019. Walaupun kedua nilai tersebut masih dalam rentang 60 hingga 70. Pada dasarnya lahan yang teridentifikasi sebagai BI pada tahun 2017 sudah dikategorikan tinggi, sehingga peningkatan nilai FCD 6,13 tidak dianggap signifikan. Nilai tertinggi pada BI mengidentifikasi lahan terbangun yang meliputi kawasan perindustrian. Hal ini disebabkan oleh reflektansi sensor pada permukaan dengan kekasaran yang rendah, sehingga hamburannya beraturan. Hal tersebut berarti pada lahan kosong yang berpotensi untuk memiliki pengaruh kebasahan akan memiliki nilai rendah. Pada tahap ini, AVI dan BI dipastikan berkorelasi negatif.

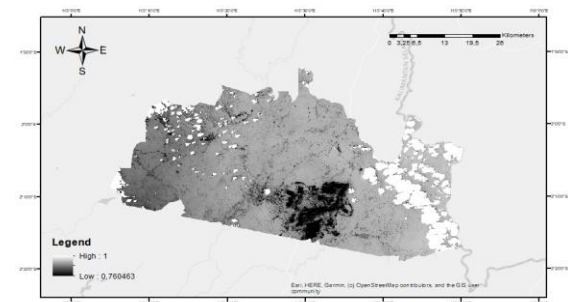
c. Shadow Index (SI)

Lahan kosong hampir tidak memiliki bayangan, sedangkan tutupan vegetasi

dapat dipastikan selalu memiliki bayangan sekecil apapun. Pada tahun 2019 rerata bayangan menurun dari 0,99 menjadi 0,95.



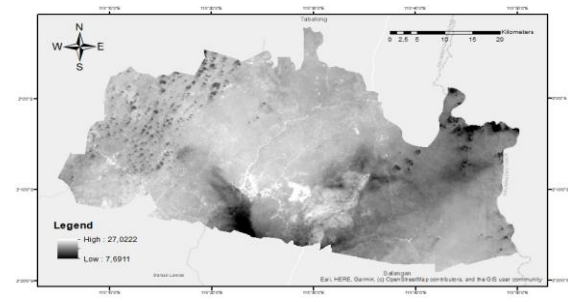
Gambar 6. Citra SI tahun 2017
Sumber: Hasil olah peneliti, 2021



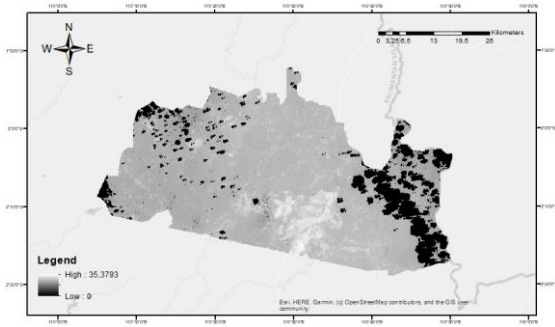
Gambar 7. Citra SI tahun 2019
Sumber: Hasil olah peneliti, 2021

d. Thermal Index (TI)

TI merupakan indeks suhu permukaan, pada tahun 2019 rerata suhu meningkat sekitar 3,5°C, dari 19,6°C menjadi 23°C.



Gambar 8. Citra TI tahun 2017
Sumber: Hasil olah peneliti, 2021



Gambar 10. Citra TI tahun 2019
Sumber: Hasil olah peneliti, 2021

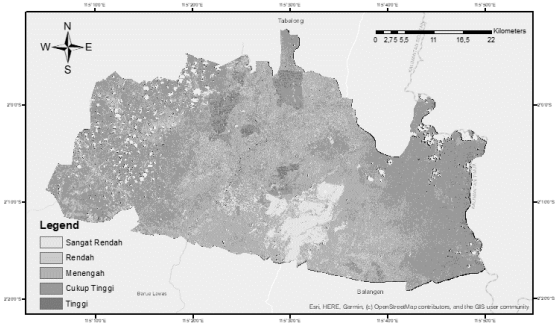
Berdasarkan analisis keempat variabel, dapat dikatakan bahwa lokasi penelitian berpotensi untuk mengalami pengurangan tutupan vegetasi maupun deforestasi. Tabel 3 merupakan rangkuman nilai yang didapatkan dari hasil pengolahan variabel FCD.

Tabel 3. Nilai Variabel FCD

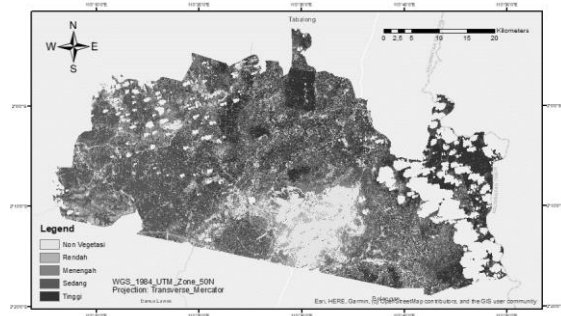
Var	2017			2019		
	BA	BB	Mean	BA	BB	Mean
AVI	23,0	0	9,1	35,5	0	25,3
BI	128,5	7,4	62,4	129,7	10,4	68,5
SI	1	0,4	0,99	1	0,7	0,95
TI	27,1	7,7	19,6	35,3	0	23,1

Sumber: hasil olah peneliti, 2021

e. Vegetation Density (VD)



Gambar 11. Citra VD tahun 2017
Sumber: Hasil olah peneliti, 2021

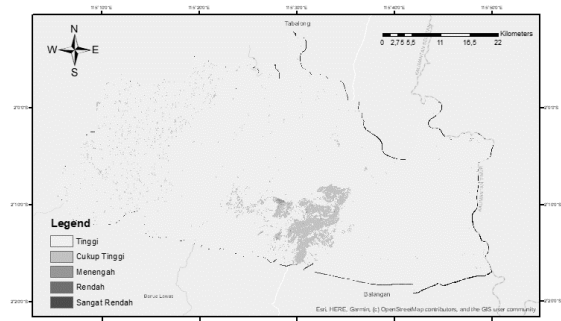


Gambar 12. Citra VD tahun 2019
Sumber: Hasil olah peneliti, 2021

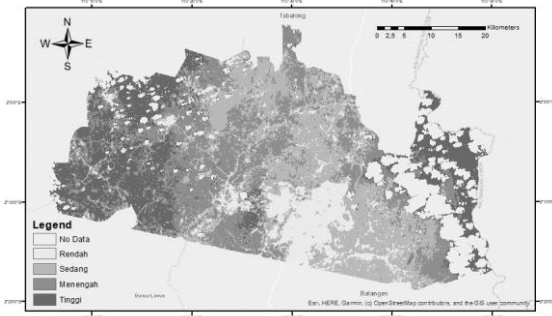
Citra VD merupakan hasil kombinasi dari nilai SI dan BI yang diolah menggunakan metode PCA untuk mengetahui reduksi nilai. Sehingga dapat diketahui batas bawah dan batas atas pengenalan vegetasi.

f. Scaled Shadow Index (SSI)

Citra SSI merupakan representasi dari kombinasi nilai TI dan SI. Dengan metode pengolahan yang sama dengan VD. Keduanya dinormalisasi untuk mendapatkan rentang 0 hingga 100 dalam pengkelasan FCD.

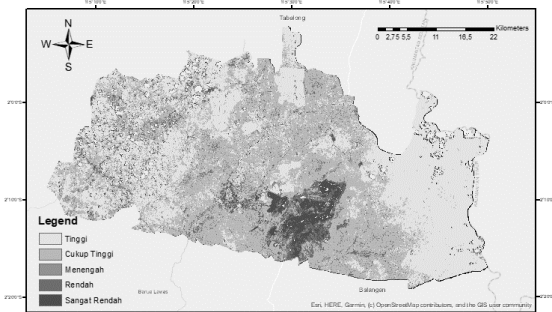


Gambar 13. Citra SSI tahun 2017
Sumber: Hasil olah peneliti, 2021

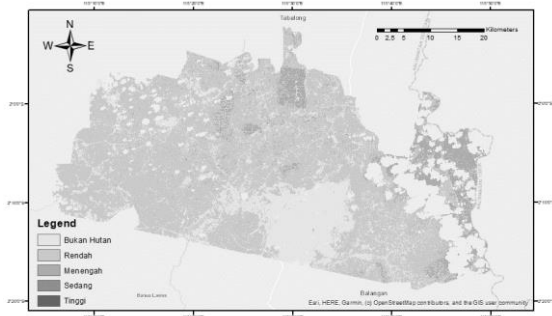


Gambar 14. Citra SSI tahun 2019
Sumber: Hasil olah peneliti, 2021

g. Forest Canopy Density (FCD)



Gambar 15. Citra FCD tahun 2017
Sumber: Hasil olah peneliti, 2021



Gambar 16. Citra FCD tahun 2019
Sumber: Hasil olah peneliti, 2021

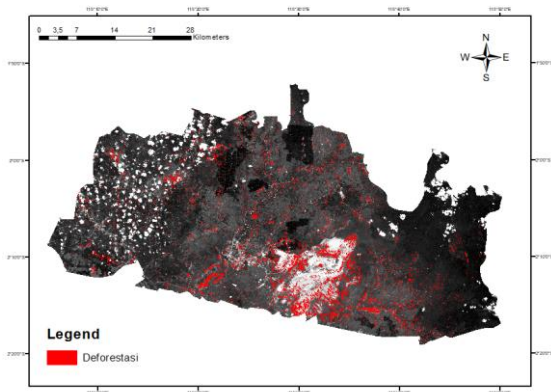
Tabel 4. Nilai Variabel FCD

No	Kelas (%)	Tahun	
		2017	2019
1	10	140	6.891
2	20	457	72.746
3	30	4.726	556.298
4	40	48.162	1.529.466
5	50	85.014	140.722

6	60	215.200	1.528
7	70	1.504.906	23
8	80	729.013	47
9	90	177	44

Sumber: hasil olah peneliti, 2021

Berdasarkan pada data yang tertera pada Tabel 4 nilai tertinggi *density class* pada tahun 2017 rapat pada kelas 70%, sedangkan nilai terendah pada kelas 10%. Hal ini mengindikasikan bahwa kerapatan kanopi pada tahun 2017 dikategorikan tinggi. Hal ini wajar apabila melihat nilai tertinggi TI dan BI pada tahun 2017, yang cenderung rendah. Namun, kerapatan kanopi ini berpindah ke kelas 40% pada tahun 2019. Penurunan kelas ini dapat diartikan bahwa lingkungan dengan vegetasi kerapatan tinggi berganti menjadi vegetasi dengan kerapatan rendah. Kondisi ini menunjukkan bahwa adanya potensi alih fungsi lahan hutan menjadi non hutan, contohnya adalah perkebunan. Yang paling terlihat adalah nilai FCD tahun 2019 pada kelas 70% hingga 90% menurun drastis hingga berada di bawah 50 piksel, perubahan pada kelas 80% merupakan yang terbesar pada jangkauan temporal penelitian ini. Hasil analisis FCD tahun 2017 hingga 2019 menunjukkan adanya deforestasi dan perubahan jenis kerapatan vegetasi yang cukup besar.



Gambar 17. Citra FCD tahun 2017
Sumber: Hasil olah peneliti, 2021

Hasil klasifikasi FCD pada dua tahun berbeda digunakan untuk melihat hasil penambahan atau pengurangan nilai deforestasi. Karena suatu selisih tidak dapat diketahui tanpa adanya data pembandingan. Dibutuhkan konversi *raster to vector* untuk dapat mengetahui luasan deforestasi dan menghitung luasannya dalam satuan meter, sehingga didapatkan visual hasil deforestasi (ditandai dengan polygon merah) dengan dasar hasil klasifikasi FCD tahun 2017. Luasan deforestasi pada rentang tahun 2017 dan tahun 2019 adalah sebanyak 14.191,74 ha.

Hutan sebagai penyeimbang ekosistem alam memiliki peran yang sangat penting untuk dapat selalu dipertahankan dari segala ancaman. Deforestasi dapat terjadi secara alami, seperti kebakaran hutan karena hotspot di musim kemarau. Namun, sebagian

besar dipengaruhi oleh aktivitas manusia. Faktor yang kedua ini yang berpotensi besar dalam adanya perusakan lingkungan. Efek jangka panjangnya dapat memicu adanya degradasi hutan, menurunnya kualitas maupun fungsi dari hutan itu sendiri. Hal inilah yang disebut sebagai perusakan lingkungan yang menjadi ancaman faktual seperti yang tertera pada Peraturan Presiden Nomor 8 Tahun 2021. Karena alam akan menerima konsekuensi dari berubahnya kondisi ideal lingkungan. Terlebih apabila lokasi deforestasi adalah hulu sungai di suatu wilayah. Maka dapat dipastikan hal ini berpotensi menimbulkan berbagai bencana hidrologis, meteorologis, maupun geomorfologis.

Kesimpulan, Rekomendasi, Dan Pembatasan

Analisis adanya kejadian deforestasi menggunakan FCD pada sebagian wilayah di Provinsi Kalimantan Selatan yaitu Kabupaten Tabalong, Balangan dan sebagian wilayah Kabupaten Barito Timur Provinsi Kalimantan Tengah melibatkan keseluruhan variabel yang disyaratkan. Dalam rentang waktu dua tahun, deforestasi yang terjadi mencapai 14.191,74 hektar pada luas wilayah penelitian 204.458,85 hektar. Untuk

dapat menggunakan FCD diperlukan berbagai tahapan *pre-processing* yang cukup banyak, melibatkan beberapa algoritma normalisasi seperti NDVI dan NDWI. Kelemahan yang sangat terlihat adalah kurang maksimalnya *cloud masking* menggunakan BQA apabila lokasi penelitian diliputi oleh awan tipis. Dalam proses inti, seleksi band menggunakan PCA cenderung mereduksi nilai yang cukup krusial untuk variabel SI dan AVI sehingga menghasilkan batas bawah yang cukup rendah walaupun tidak sampai menyentuh nilai negatif.

Daftar Pustaka

- Andini, A.R., 2012. Identitas dan Kebijakan Luar Negeri: Komitmen Jepang Terhadap Penanganan Illegal Logging di Indonesia dalam Rangka Asia Forest Partnership Tahun 2002-2012. *Journal of International Relations*, Vol.3, No1., Halaman 98-105. Andi
- FWI, 2019. Lembar Fakta (Angka Deforestasi sebagai “Alarm” Memburuknya Hutan Indonesia) <https://fwi.or.id/category/publikasifwi/page/2/> diakses tanggal 23 Agustus 2020, pukul 20.22 WIB
- Nugroho et al. 2011. Kajian Metode Degradasi Hutan Menggunakan Citra Satelit Landsat di Hutan Lahan Kering Taman Nasional Halimun Salak. *Jurnal Tekno Sains*; Vol.1., No.1, Halaman 1-69.
- Ramdhoni et.al. 2018. Identifikasi Deforestasi melalui Pemetaan Tutupan Lahan di Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan. Seminar Nasional Geomatika 2018; Penggunaan dan Pengembangan Produk Informasi Geospasial Mendukung Daya Saing Nasional.
- Rikimaru, et.al., 2002. Tropical Forest Cover Density Mapping. *Tropical Ecology*, Vol. 43 No 1, Halaman 39-47.
- UU No 41 tahun 1999 Tentang Kehutanan.
- Winarwan, et.al., 2011. Kebijakan Pengelolaan Hutan, Kemiskinan Struktural dan Perlawanan Masyarakat. *Kawistara*, Vol.1., No.3 Halaman 213-320.
- Utami et.al. 2018. Implikasi Peran Pemuda dalam Penganggulangan Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan Terhadap Ketahanan Wilayah (Studi pada Pemuda Komunitas Elite Armada Rimba Sriwijaya, Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan), *Jurnal Ketahanan Nasional*; Vol.24, No.3 Desember 2018. Halaman 306-325.
- Kiefer et.al. 2015. *Remote Sensing and Image Interpretation 7th edition*. USA; Library of Congress Cataloging in Publication Data.
- Peraturan Menteri Pertahanan Nomor 16 Tahun 2012 tentang Kebijakan Pengintegrasian Komponen Pertahanan Negara.
- Analisis Awal Deforestasi Menggunakan Pendekatan Forest Canopy Density (FCD) dalam Rangka Mendukung Pertahanan Negara Indonesia | Wahyu Tarantika, Aris Poniman, Sukendra Martha | 63