

MODIFIKASI *MODEL FOREST CANOPY DENSITY* (FCD) PADA CITRA LANDSAT 8 MULTITEMPORAL UNTUK *MONITORING* PERUBAHAN TUTUPAN VEGETASI DI KECAMATAN SUKASADA-BALI

(MODIFICATION OF FOREST CANOPY DENSITY MODEL ON MULTITEMPORAL LANDSAT 8 IMAGERY FOR *MONITORING* OF VEGETATION COVER CHANGES IN SUKASADA-BALI)

A Sediyo Adi Nugraha¹, I Putu Ananda Citra¹

¹Jurusan Geografi, Fakultas Hukum dan Ilmu Sosial, Universitas Pendidikan Ganesha

e-mail: adi.nugraha@undiksha.ac.id

Diterima: 1 Agustus 2020; Direvisi: 7 Desember 2020; Disetujui: 20 Desember 2020

ABSTRACT

Modification of Forest Canopy Density (FCD) model aims to determine how much accuracy improvement in FCD model. Changes in the model modification of FCD are performed temporally from 2014 to 2019 in Sukasada subdistrict. Changes were made to the vegetation index with the Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI) and the thermal index with the Split-Windows Algorithm (SWA) method. Such modifications should be made due to the previous modification of the FCD model as a reduction in the use of indicators. Based on the modification of FCD model conducted, it proved that FCD SAVI model acquires 83.67% accuracy while the original FCD model obtains 84% accuracy. While the use of SWA on FCD model has a consistent condition so that it can be stated that SWA is able to adjust to modification FCD model. Temporally (2014 – 2019) indicates the change of high vegetation cover to a moderate vegetation cover of 1115.28 hectares. It was concluded that the FCD SAVI model had a difference of 0.33% in accuracy compared to the original FCD model. This is influenced by the region's topographical variation conditions that cause a shadow effect.

Keywords: *FCD, SAVI, SWA, Multitemporal*

ABSTRAK

Modifikasi model *Forest Canopy Density* (FCD) bertujuan untuk mengetahui seberapa besar peningkatan akurasi pada model FCD. Perubahan modifikasi model FCD dilakukan secara temporal pada tahun 2014 sampai tahun 2019 di Kecamatan Sukasada. Perubahan dilakukan pada indeks vegetasi dengan *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI) dan indeks termal dengan metode *Split-Window Algorithm* (SWA). Modifikasi tersebut perlu dilakukan karena modifikasi model FCD sebelumnya berupa pengurangan penggunaan indikator. Berdasarkan hasil modifikasi model FCD yang dilakukan membuktikan model FCD SAVI memiliki akurasi sebesar 83,67% dan model FCD original sebesar 84%. Penggunaan SWA pada model FCD memiliki kondisi konsisten sehingga dapat dinyatakan bahwa SWA mampu menyesuaikan terhadap modifikasi model FCD. Secara temporal (2014 – 2019) menunjukkan perubahan tutupan vegetasi tinggi menjadi tutupan vegetasi sedang sebesar 1.115,28 Hektar. Disimpulkan bahwa model FCD SAVI memiliki perbedaan sebesar 0,33% dibandingkan model FCD aslinya. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi variasi topografi wilayah yang menyebabkan efek bayangan.

Kata kunci: FCD, SAVI, SWA, Multitemporal

1 PENDAHULUAN

Perubahan hutan akibat degradasi hutan ataupun aktivitas manusia perlu dilakukan pengelolaan hutan untuk mengetahui perubahan dari waktu ke waktu (Ariyani & Santosa, 2016; Azizi et al., 2008; Muhammad et al., 2014). Pengelolaan hutan dapat dilakukan dengan pemantauan atau *monitoring* melalui tutupan vegetasi sebagai indikasi bahwa hutan mengalami kerusakan sementara atau permanen (Grainger, 1993). Kegiatan *monitoring* sulit dilakukan ketika pengecekan langsung dan sulit untuk mengetahui lokasi terjadinya perubahan.

Pemanfaatan data multitemporal sangat membantu untuk mengetahui perubahan tutupan vegetasi serta kondisi penutup lahan khususnya penggunaan data citra penginderaan jauh (Loi et al., 2017). Salah satu metode dalam penginderaan jauh untuk melakukan *monitoring* dan manajemen keberlanjutan ialah *Forest Canopy Density* (FCD) (Abdollahnejad et al., 2017; Akike & Samanta, 2016; Sukarna, 2008). Model FCD telah banyak digunakan untuk melakukan *monitoring* hutan dan perubahan penutup lahan melalui empat indikator yang dibawa seperti; *Advanced Vegetation Index* (AVI), *Bare Soil Index* (BI), *Shadow Index* (SI), dan *Thermal Index* (TI) (Rikimaru, 1999; Rikimaru et al., 2002; Rikimaru & Miyatake, 2009). Model FCD hingga sekarang jarang dilakukan perubahan khususnya pada indikator indeks vegetasi, walaupun pada penelitian Rikimaru (1999) menunjukkan bahwa

AVI menjadi indeks dengan kepekaan tertinggi untuk identifikasi vegetasi. Selain itu, penggunaan indeks termal juga berkembang sesuai dengan perkembangan citra Landsat. Pengolahan data termal pada citra Landsat 8 menggunakan metode *Split-Window Algorithm* (SWA) untuk identifikasi suhu permukaan (A Sediyo Adi Nugraha, 2019; J. Sobrino et al., 2001; J. A. Sobrino et al., 2003; José A. Sobrino et al., 2008).

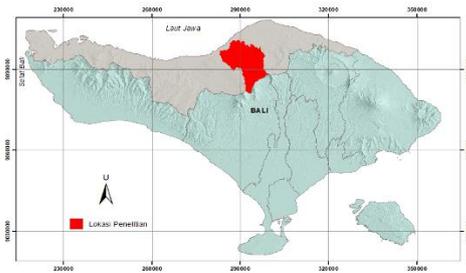
Perubahan model FCD yang sering dilakukan ialah menggunakan tiga indikator seperti AVI, BI, dan SI (Akash et al., 2018; Banerjee et al., 2014; Chandrashekhara et al., 2005; Deka et al., 2013; Kwon et al., 2012; Loi et al., 2017) dan yang masih belum sering dilakukan ialah menggunakan lima indikator seperti; AVI, BI, SI, TI, dan koreksi topografi (Himayah et al., 2016). Dalam penelitian Ashaari et al., (2018) menunjukkan bahwa SAVI memiliki akurasi lebih tinggi dibandingkan model FCD. Penelitian tersebut mampu dijadikan dasar untuk melakukan perubahan indeks vegetasi sekaligus menerapkan metode indeks termal yaitu SWA pada model FCD. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar peningkatan akurasi dari perubahan indikator model FCD khususnya indeks vegetasi dengan SAVI dan menggunakan SWA sebagai indikator untuk indeks termal. Diharapkan penelitian ini mampu menjadi tambahan informasi mengenai variasi penggunaan model FCD dalam melakukan *monitoring* tutupan vegetasi.

2 METODOLOGI

Alur penelitian pengumpulan data, proses pengolahan serta metode disajikan dalam Gambar 2-1.

2.1 Lokasi dan Data

Penelitian dilakukan di wilayah Kecamatan Sukasada (Gambar 2-1), dimana wilayah tersebut merupakan bagian dari Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali. Kecamatan Sukasada merupakan wilayah dengan perubahan tutupan vegetasi paling cepat (Septiani et al., 2019) karena area di sekitar Kecamatan Sukasada memiliki daya tarik seperti Universitas dan aksesibilitas yang paling dekat untuk ke wilayah Denpasar. Selain itu, telah terjadi perubahan akibat pembuatan Jalan Singaraja-Mengwi dan beberapa titik jalur tersebut melewati Kecamatan Sukasada (Balipost, 2019).



Gambar 2-1: Lokasi Penelitian

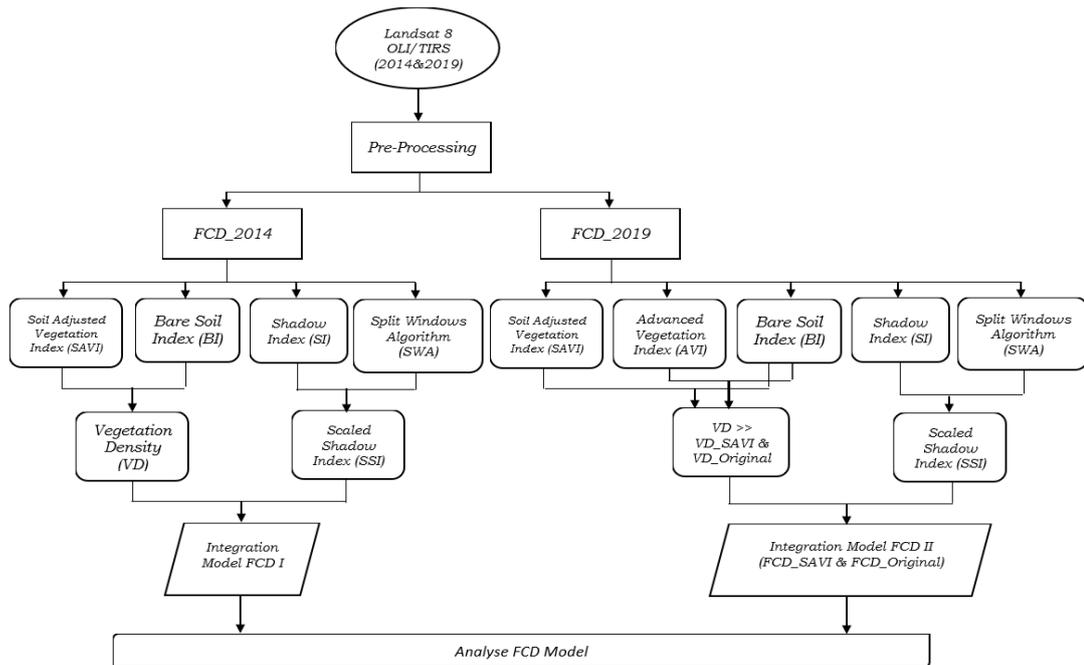
Citra Landsat 8 OLI/TIRS tahun 2014 dan tahun 2019 merupakan data yang digunakan dalam penelitian. Penggunaan *range* waktu selama 5 tahun di kecamatan Sukasada telah mampu memperlihatkan perbedaan. Citra Landsat 8 OLI/TIRS diperoleh secara gratis melalui *website* resmi milik USGS yaitu <http://earthexplorer.usgs.gov>. Tidak hanya itu citra MODIS Terra digunakan untuk memperoleh nilai uap air sebagai dasar untuk penentuan suhu permukaan dengan metode SWA.

2.2 Standarisasi data

Sebelum dilakukan proses pengolahan data citra Landsat 8 OLI/TIRS, perlu dilakukan proses pra-pengolahan. Pra-pengolahan citra Landsat 8 OLI/TIRS meliputi : koreksi radiometrik, koreksi geometrik, koreksi atmosferik, dan *cropping*.

- Koreksi radiometrik

Citra Landsat menggunakan saluran 2,3,4,5,6,7,10, dan 11. Pada saluran 2-7 dilakukan proses perubahan dari *digital number* ke nilai *reflectan*, kemudian dilanjutkan proses *Top of Atmosfer* (TOA). Pada saluran 10 dan 11 dilakukan perubahan *digital number* ke nilai *radian* karena data termal tidak memiliki nilai *reflectan* (Department of the Interior U.S. Geological Survey, 2016).



Gambar 2-2: Diagram Alir Penelitian

– Koreksi Geometrik

Koreksi tidak dilakukan karena citra Landsat 8 OLI/TIRS berada pada level 1T dan telah memiliki akurasi sesuai dengan posisi permukaan bumi (USGS, 2016). Hal ini dibuktikan dengan posisi data batas administrasi sesuai dengan posisi citra. Batas administrasi yang digunakan berasal dari Badan Informasi Geospasial (BIG) yang dapat diperoleh secara gratis melalui *website* <http://tanahairku.big.go.id>.

– Koreksi Atmosferik

Koreksi dilakukan dengan metode *Dark Object Subtraction* (DOS) (Chavez, 1988) khusus pada saluran 1 sampai 7. Pada saluran termal tidak dilakukan proses koreksi atmosferik karena nantinya nilai radian akan diubah menjadi nilai *Brightness Temperature* (Nugraha et al., 2019). DOS merupakan salah satu metode koreksi atmosferik relatif. Sampel dalam pemrosesan koreksi atmosferik ini dilakukan dengan mengambil sampel air pada satu *scene* citra.

– *Cropping*

Proses *cropping* (pemotongan) pada citra dilakukan supaya pengolahan terfokus pada wilayah penelitian dan *file* yang dihasilkan tidak besar. Selain proses *cropping*, dilakukan juga proses *masking*, yaitu proses menghilangkan objek awan, bayangan, dan air. Aplikasi yang digunakan dalam keseluruhan proses ialah perangkat lunak ENVI dan tidak menggunakan aplikasi khusus untuk pengolahan FCD yaitu FCD Mapper seperti pada penelitian Rikimaru (1999).

2.3 Metode Penelitian

– *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI)

SAVI merupakan salah satu indeks vegetasi yang dikembangkan oleh (Huete, 1988). SAVI memiliki kemampuan dalam menekan gangguan (*noise*) tanah sebagai *background* sehingga mengoptimalkan kenampakan vegetasi. Algoritma untuk memperoleh SAVI ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$SAVI = \frac{(1+L)(NIR-Red)}{NIR+Red+L} \dots\dots\dots(1)$$

Dengan

- L = Ketetapan 0,5
- NIR = Saluran Inframerah dekat
- Red = Saluran merah

– *Split-Windows Algorithm* (SWA)

SWA merupakan metode untuk memperoleh suhu permukaan melalui citra Landsat 8 dan menggunakan kedua saluran termal yaitu saluran 10 dan saluran 11. Metode SWA yang digunakan mengacu pada penelitian (J. A. Sobrino et al., 2003; José A. Sobrino et al., 2008). Perolehan data untuk proses SWA seluruhnya menggunakan data hasil citra MODIS dan Landsat. Ekstraksi uap air (w) pada citra MODIS Terra menggunakan penelitian yang dikembangkan oleh J. Sobrino et al., (2001). Persamaan 2 dan Persamaan 3 merupakan bentuk algoritma untuk memperoleh SWA dan uap air.

Pengolahan data untuk memperoleh nilai uap air dari citra MODIS dapat dilihat dalam penelitian Nugraha (2019) dimana citra yang digunakan memiliki keselarasan tanggal antara citra Landsat dengan citra MODIS supaya nilai uap air yang nantinya digunakan sesuai dengan kondisi ketika perekaman dilakukan.

$$LST = TB_{10} + C_1 (TB_{10} - TB_{11}) + C_2 (TB_{10} - TB_{11})^2 + C_0 + (C_3 + C_4W)(1 - m) + (C_5 + C_6W)\Delta m \dots\dots\dots(2)$$

Dengan

- TB₁₀ & TB₁₁ = Band 10&11 Citra Landsat
- W = Uap Air (diperoleh dari Citra MODIS)
- m = Rata-rata emissivity
- Δm = Perbedaan emissivity
- C₀-C₆ = Konstanta nilai Split-Windows (disajikan dalam Tabel 2-1)

Tabel 2-1: NILAI KOEFISIEN *SPLIT-WINDOWS*.

Konstanta	Nilai
C ₀	-0,268
C ₁	1,378
C ₂	0,183
C ₃	54,300
C ₄	-2,238
C ₅	-129,200
C ₆	16,400

Sumber: (Skokovic et al., 2014; J. A. Sobrino et al., 1996, 2003; Zhao et al., 2009).

$$W = f_{17}w_{17} + f_{18}w_{18} + f_{19}w_{19} \dots\dots(3)$$

Dengan

f_{17-19} = *weighted* faktor dari *band* 17, 18, dan 19 citra MODIS Terra.
 w_{17-19} = Nilai uap air *band* 17, 18, dan 19 citra MODIS Terra.

– *Forest Canopy Density* (FCD)

Model FCD dikembangkan oleh Rikimaru, (1999) untuk melakukan identifikasi tutupan vegetasi dengan menggunakan empat indikator. Empat indikator yang digunakan dua diantaranya menggunakan SAVI dan SWA sebagai pengganti. Sedangkan *Bare Soil Index* (BI) merupakan indikator untuk melakukan identifikasi kondisi tanah dengan kondisi tutupan vegetasi kurang dari setengah sehingga hal tersebut mampu memberikan estimasi kondisi vegetasi dan kondisi tanah yang *ter-exposed* (Rikimaru & Miyatake, 2009). Indikator terakhir ialah *Shadow Index* (SI). SI merupakan indeks dengan karakteristik unik karena mampu memberikan gambaran struktur vegetasi dari karakteristik bayangan itu sendiri (Rikimaru & Miyatake, 2009). Persamaan 4 dan Persamaan 5 merupakan algoritma untuk memperoleh BI dan SI. Nilai spektral yang digunakan mengikuti dari Landsat 8 OLI/TIRS yang memiliki karakteristik 16 bit.

$$BI = \frac{(B6+B4)-(B5+B2)}{(B6+B4)+(B5+B2)} * 100 + 100 \dots\dots\dots(4)$$

Dengan

$B2 - B6$ = Saluran pada Citra Landsat 8
 $SI = ((65536 - B2) * (65536 - B3) * (65536 - B4))^{1/3}$ (5)

Dengan

$B2 - B4$ = Saluran pada Citra Landsat 8

Tahapan selanjutnya pada penggunaan model FCD memperhatikan perhitungan kalkulasi pada empat indikator tersebut. Pertama, perhitungan untuk memperoleh *Vegetation Density* (VD) dilakukan dengan mengkombinasikan SAVI dan BI sehingga akan diperoleh nilai persentase dari nol hingga 100. Kedua, perhitungan *Scaled Shadow Index* (SSI) merupakan kombinasi dari indikator SWA dan SI untuk memperjelas kondisi antara vegetasi pada kanopi dan vegetasi di

permukaan tanah (Rikimaru & Miyatake, 2009). Seluruh proses kombinasi dilakukan dengan metode *Principal Component Analysis* (PCA). PCA merupakan metode yang mampu memberikan pemadatan informasi dari beberapa variabel (Nugraha et al., 2019) dan hasil dari PCA digunakan pada model FCD. Oleh karena itu, penggunaan model FCD hanya menggunakan dua variabel yaitu VD dan SSI. Persamaan 6 merupakan algoritma untuk melakukan penghitungan model FCD.

$$FCD = (VD * SSI + 1)^{1/2} - 1 \dots\dots\dots(6)$$

Dengan

VD = *Vegetation Density*

SSI = *Scaled Shadow Index*

– Normalisasi

Normalisasi digunakan untuk melakukan penyetaraan *range* nilai pada seluruh indikator di model FCD. Hal itu perlu dilakukan karena nilai akhir dari model FCD masih berupa persentase. Algoritma yang digunakan dalam Normalisasi mengikuti penelitian (Kwon et al., 2012). Persamaan 7 merupakan algoritma untuk melakukan normalisasi.

$$Normalisasi = \frac{Citra - Nilai Minimal}{Nilai Maksimal - Nilai Minimal} \dots\dots(7)$$

Dengan

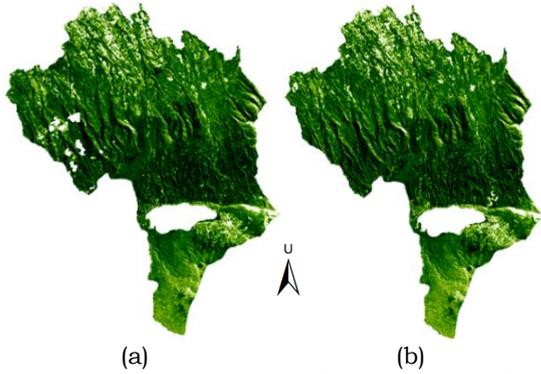
Citra = Citra yang akan dinormalisasikan

Nilai Minimal = Nilai Statistik Minimal Citra

Nilai Maksimal = Nilai Statistik Maksimal Citra

3 HASIL PEMBAHASAN

Analisis SAVI sebagai indeks vegetasi pada tahun 2014 dan tahun 2019 menunjukkan perbedaan. *Range* nilai untuk indeks vegetasi adalah -1 sampai 1, dimana nilai -1 adalah tidak ada vegetasi dan 1 adalah vegetasi tinggi (Huete, 1988). Perbedaan nilai statistik SAVI ditunjukkan pada Tabel 3-1. Secara visual hasil pengolahan SAVI sulit untuk diketahui perbedaannya (Gambar 3-1) karena *range* nilai dari kedua tahun memiliki perbedaan yang kecil.



Gambar 3-1: Hasil Pengolahan SAVI (a) Tahun 2014 dan (b) Tahun 2019.

Tabel 3-1: NILAI STATISTIK SAVI

	SAVI			
	Max	Min	Mean	Std. Deviasi
2014	0,85	-0,03	0,57	0,11
2019	0,80	-0,01	0,51	0,10

Sumber: Pengolahan Data Tahun 2020

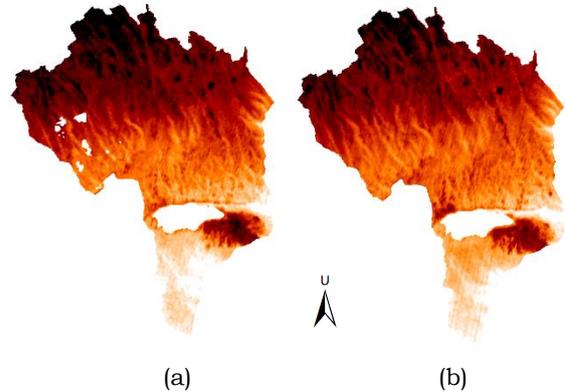
Perbedaan nilai pada Tabel 3-1. membuktikan bahwa terjadi penurunan tutupan vegetasi pada tahun 2019 dan area yang tidak memiliki vegetasi semakin luas. Tetapi SAVI hanya mampu menunjukkan nilai optimal dengan area yang tidak terhalangi oleh bayangan. Oleh karena itu, kekurangan SAVI ialah area yang terdapat bayangan dari topografi sekitarnya sehingga akan menunjukkan kondisi nilai yang lebih rendah walaupun area tersebut merupakan area dengan vegetasi tinggi.

Kekurangan yang ditunjukkan oleh model SAVI belum sepenuhnya mampu ditutupi oleh model FCD yang mempertimbangkan kondisi bayangan yang ada karena pengaruh topografi dengan menggunakan indeks bayangan (Rikimaru & Miyatake, 2009). Pada model SWA untuk suhu permukaan pada tahun 2014 dan tahun 2019 mengalami penurunan di area lahan terbangun. Perbedaan suhu permukaan ditunjukkan pada Tabel 3-2. Secara spasial (Gambar 3-2) memperlihatkan area pada bagian utara di tahun 2019 lebih terang sedikit karena bisa menunjukkan pola garis dibandingkan pada tahun 2014.

Tabel 3-2: SUHU PERMUKAAN METODE SWA (°K)

	Suhu Permukaan (°K)			
	Max	Min	Mean	Std. Deviasi
2014	316,78	290,39	302,44	3,97
2019	313,61	290,07	301,30	3,67

Sumber: Pengolahan Data Tahun 2020



Gambar 3-2: Hasil Pengolahan SWA (a) Tahun 2014 dan (b) Tahun 2019.

Penurunan suhu permukaan yang terjadi hanya di area lahan terbangun dengan atap seng, sedangkan area lahan terbangun dengan atap genteng memiliki nilai suhu permukaan yang stabil (tidak berubah). Penyebab terjadinya penurunan yaitu kondisi atap seng pada perekaman 2014 kemungkinan merupakan atap yang baru sehingga memancarkan panas lebih tinggi dibandingkan pada tahun 2019 yang telah mengalami karat pada bagian tertentu di atap seng tersebut. Tetapi secara keseluruhan wilayah Kecamatan Sukasada suhu permukaan pada tahun 2014 dan tahun 2019 tidak signifikan mengalami kenaikan.

Indikator dalam penggunaan model FCD yaitu BI dan SI memiliki pola penyebaran yang serupa seperti SAVI dan SWA. Penggunaan VD dalam metode PCA menunjukkan bahwa informasi yang diperoleh pada PC1 sebesar 97,6% (2014) dan 80,98% (2019). Sedangkan SSI dalam PCA untuk PC1 memiliki informasi sebesar 90,08% (2014) dan 91,15% (2019). Klasifikasi pada model FCD terbagi menjadi 4 kelas seperti pada Tabel 3-3.

Tabel 3-3: KLASIFIKASI MODEL FCD

Klasifikasi	Keterangan
0 – 10%	Tidak ada Tutupan Vegetasi/Lahan Terbuka
10 – 40%	Tutupan Vegetasi Rendah
40 – 70%	Tutupan Vegetasi Sedang
> 70%	Tutupan Vegetasi Tinggi

Sumber: Rikimaru, 2002; Deka, 2012

Perbedaan luas setiap kelas tahun 2014 dan tahun 2019 ditunjukkan pada Tabel 3-4. Klasifikasi dibuat berdasarkan kombinasi karakteristik hubungan empat indikator yang digunakan, sehingga perubahan yang terjadi pada setiap kelas mampu terlihat arah perubahannya (Himayah, et al., 2016).

Berdasarkan perubahan luas area pada Tabel 3-4, terdapat 3 kelas yang mengalami kenaikan tutupan vegetasi, khususnya kelas tutupan vegetasi rendah. Pada tutupan vegetasi rendah merupakan area kenampakan lahan terbangun yang bercampur dengan vegetasi. Selain itu untuk kelas tidak ada tutupan vegetasi / lahan terbangun merupakan area dengan vegetasi yang sangat rendah seperti Pura (tempat ibadah Agama Hindu).

Penurunan tutupan vegetasi tinggi terjadi karena perubahan menjadi lahan terbangun dan adanya pembuatan jalan baru di Kecamatan Sukasada. Faktor

lain yang menyebabkan terjadi perbedaan luas ialah karena adanya proses *masking* awan dan bayangan sehingga dipastikan mengurangi luas area pada kelas tertentu. Tidak hanya itu, perubahan tutupan vegetasi pada tahun 2014 dan tahun 2019 secara khusus terlihat pada Tabel 3-5. Hal tersebut memperjelas perubahan tutupan vegetasi dari setiap kelas dengan jumlah luas area yang berubah.

Peningkatan dan penurunan tutupan vegetasi hampir terjadi pada seluruh kelas di model FCD. Penurunan terbesar terjadi pada kelas tutupan vegetasi tinggi menjadi kelas tutupan vegetasi sedang. Kondisi tersebut terjadi karena perbedaan tingkat kerapatan vegetasi dan juga mengalami perubahan menjadi lahan pertanian seperti kebun strawberry. Perlu diperhatikan bahwa pada area tidak berubah memiliki nilai luas yang besar dan itu membuktikan bahwa perubahan yang terjadi di model FCD merupakan area yang menjadi lokasi kegiatan perekonomian warga dan area lahan terbangun. Hasil model FCD secara visual juga memperlihatkan perbedaan (Gambar 3-3; a dan b). Pada area tertentu perbedaan terlihat dengan jelas sehingga dengan mudah mengetahui lokasi perubahan pada model FCD.

Tabel 3-4: PERBEDAAN LUAS AREA TAHUN 2014 - 2019 PADA MODEL FCD

Kelas	2014 (Ha)	2019 (Ha)	Perubahan (Ha)
Tidak ada Tutupan Vegetasi /Lahan Terbuka	0,81	0,99	0,18
Tutupan Vegetasi Rendah	695,07	1073,97	378,9
Tutupan Vegetasi Sedang	10208,7	10402,83	194,13
Tutupan Vegetasi Tinggi	4597,2	4137,12	460,08

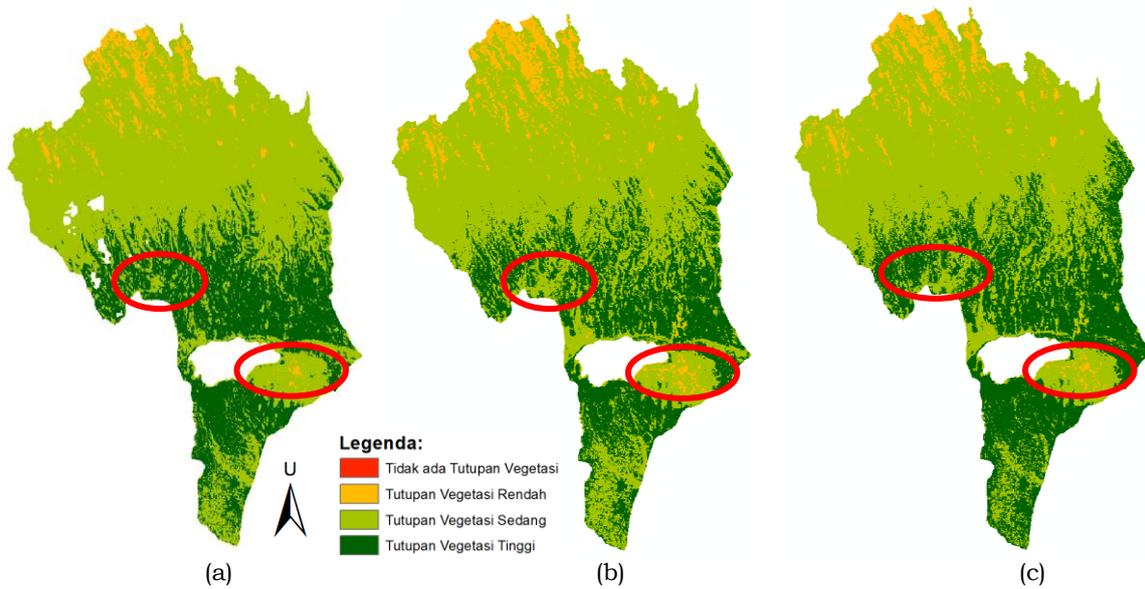
Sumber: Pengolahan Data Tahun 2020

Tabel 3-5: PERUBAHAN TUTUPAN VEGETASI TAHUN 2014 – 2019

Perubahan	2019 (Ha)				Total 2014 (Ha)	
	LT	TVR	TVS	TVT		
2014 (Ha)	LT	0	0,81	0	0	0,81
	TVR	0,81	575,37	118,53	0,36	695,07
	TVS	0,18	491,4	9086,49	630,63	10208,70
	TVT	0	5,85	1115,28	3476,07	4597,20
Total 2019 (Ha)	0,99	1073,43	10320,3	4107,06		15501,78

LT= Lahan Terbuka; TVR= Tutupan Vegetasi Rendah; TVS= Tutupan Vegetasi Sedang; TVT= Tutupan Vegetasi Tinggi

Sumber: Pengolahan Data Tahun 2020



Gambar 3-3: Hasil Model FCD (a) Tahun 2014 (b) Tahun 2019 SAVI (c) Tahun 2019 non_SAVI

Tabel 3-6: MATRIK KESALAHAN MODEL FCD_SAVI

Model FCD_SAVI	LT	TVR	TVS	TVT	Total Baris	Produser Akurasi (%)
LT	5	1	0	0	6	100
TVR	0	10	2	1	13	83,3
TVS	0	1	15	3	19	83,3
TVT	0	0	1	11	12	78,5
Total Kolom User	5	12	18	14	49	
Akurasi (%)	83,3	76,9	78,9	91,6		

$Overall Accuracy = (5+10+15+11)/49 = 83,67\%$

Sumber: Pengolahan data, 2020

Validasi dalam model FCD dengan mengambil 49 sampel (Tabel 3-6.). Metode untuk melakukan uji akurasi menggunakan tabel matriks kesalahan yang dikembangkan oleh Congalton (1991). Total jumlah pengambilan sampel berdasarkan maksimal kekeliruan yaitu 10% dan akurasi yang diharapkan ialah 85%. Uji akurasi membandingkan hasil antara indeks vegetasi antara SAVI dengan AVI sebagai indeks yang original pada model FCD. Sampel yang diambil merupakan area dengan aksesibilitas yang mudah dilalui, hal tersebut dilakukan karena kondisi dan situasi pada masa pandemi *Coronavirus Disease-2019* (Covid-19). Berdasarkan 49 sampel yang diambil membuktikan bahan model FCD dengan

indeks vegetasi SAVI memiliki akurasi lebih rendah sebesar 83,67% dibandingkan model FCD dengan indeks vegetasi AVI sebesar 84%. Tabel 3-6 menunjukkan hasil perhitungan uji akurasi pada model FCD SAVI. Hasil ini memiliki kesesuaian dengan penelitian sebelumnya yaitu Sukarna (2008) yang membuktikan bahwa model FCD lebih baik dibandingkan dengan pengukuran indeks vegetasi tunggal. Tidak hanya itu penelitian ini juga mendukung hasil temuan dari Rikimaru (1999) dimana AVI merupakan indeks vegetasi yang memiliki kepekaan lebih baik dibandingkan indeks vegetasi lainnya.

Model FCD antara SAVI dan AVI memperlihatkan perbedaan (Gambar 3-3; b dan c). Perbedaan yang

teridentifikasi ialah kondisi bayangan dan kondisi area terbuka. Pada daerah dengan wilayah area terbuka SAVI memiliki kepekaan yang tinggi sehingga menunjukkan area tersebut kategori tidak ada tutupan vegetasi. Sedangkan pada AVI terlihat memiliki kepekaan terhadap kondisi bayangan, terlihat pada wilayah dengan vegetasi yang tinggi dan tertutup bayangan masih mampu dikenali dengan tingkat vegetasi tinggi. Pada model FCD yang menggunakan AVI menunjukkan bahwa area tutupan vegetasi tinggi cenderung meningkat dibandingkan pada model FCD SAVI.

Berdasarkan analisis tersebut dapat diketahui bahwa penggunaan indeks vegetasi memiliki peran penting dalam model FCD. Ketika model FCD diterapkan pada wilayah dengan kondisi heterogen dan tidak memiliki variasi topografi dengan bayangan yang tinggi, maka SAVI merupakan salah satu indeks yang dapat mengoptimalkan model FCD. Sebaliknya jika wilayah dengan variasi topografi yang tinggi dan variasi tutupan lahan sedikit heterogen maka AVI sebagai indeks yang asli menjadi pilihan terbaik untuk model FCD. Modifikasi model FCD memiliki akurasi lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan model FCD yang hanya menggunakan tiga indikator.

Berbeda dengan SAVI untuk SWA sebagai indeks termal yang digunakan dalam seluruh model FCD menunjukkan kondisi selalu konsisten. Hal itu ditunjukkan dengan area yang memiliki suhu permukaan tinggi termasuk kedalam kelas tidak ada tutupan vegetasi dan tutupan vegetasi rendah. Gambar 3-3 memperlihatkan untuk kelas tutupan vegetasi rendah berada di area terbangun.

4 KESIMPULAN

Perubahan tutupan vegetasi terbesar pada tahun 2014 – 2019 ialah perubahan dari tutupan vegetasi tinggi menjadi tutupan vegetasi sedang. Faktor perubahan yang menyebabkan hal itu ialah kebutuhan peningkatan ekonomi masyarakat. Modifikasi model FCD membuktikan bahwa penggunaan SAVI sebagai variabel perubahan dari AVI tidak optimal, ditunjukkan dengan penurunan hasil akurasi lebih rendah

sebesar 0,33% dibandingkan hasil AVI. Hal tersebut disebabkan oleh faktor topografi, jika wilayah penelitian memiliki variasi topografi yang tinggi dan menyebabkan efek bayangan akan mengurangi nilai kerapatan vegetasi pada suatu indeks vegetasi. Sedangkan penggunaan SWA memiliki kondisi stabil dalam seluruh model FCD. Hal ini membuktikan bahwa SWA mampu menyesuaikan dengan kondisi penggunaan indeks vegetasi yang dimodifikasi. Oleh karena itu, penggunaan model FCD sebaiknya disesuaikan dengan kondisi wilayah penelitian supaya modifikasi suatu variabel mampu meningkatkan hasil akurasi. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya mampu mempertimbangkan faktor bayangan dan bisa menerapkan koreksi topografi sehingga faktor bayangan dapat dikurangi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada Universitas Pendidikan Ganesha khususnya Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Pendidikan Ganesha yang telah mendanai penelitian ini hingga selesai. Tidak lupa kepada Tim Redaksi Jurnal Penginderaan Jauh dan Mitra Bestari diucapkan terima kasih.

DAFTAR RUJUKAN

- Abdollahnejad, A., Panagiotidis, D., & Surový, P. (2017). Forest canopy density assessment using different approaches - Review. *Journal of Forest Science*, 63(3), 107–116. <https://doi.org/10.17221/110/2016-JFS>
- Akash, A., Singh, S. K., & Kanga, S. (2018). Estimating the change in Forest Cover Density and Predicting NDVI for West Singhbhum using Linear Regression. *ESSENCE International Journal for Environmental Rehabilitation and Conservation*, 9(1), 193–203. <https://doi.org/10.31786/09756272.18.9.1.125>
- Akaike, S., & Samanta, S. (2016). *Land Use / Land Cover and Forest Canopy Density Monitoring of Wafi-Golpu Project Area , Papua New Guinea*. August, 1–14.
- Ariyani, R., & Santosa, S. H. M. B. (2016).

- Transformasi Forest Canopy Density Dan Second Modified Soil Adjusted Vegetation Index Untuk Monitoring Degradasi Hutan Lindung Dan Taman Nasional Di Sarolangun Jambi. *Jurnal Bumi Indonesia*, 5(3).
- Ashaari, F., Kamal, M., & Dirgahayu, D. (2018). Comparison of Model Accuracy in Tree Canopy Density Estimation Using Single Band, Vegetation Indices and Forest Canopy Density (Fcd) Based on Landsat-8 Imagery (Case Study: Peat Swamp Forest in Riau Province). *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences (IJReSES)*, 15(1), 81. <https://doi.org/10.30536/j.ijreses.2018.v15.a2845>
- Azizi, Z., Najafi, A., & Sohrabi, H. (2008). Forest Canopy Density Estimating , Using Satellite Images. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XXXVIII(Part B8), 1127-1130.
- Balipost. (2019). *Bangun Shortcut 7 hingga 10, Pembebasan Lahan Mulai Dilakukan*. www.Balipost.Com. <https://www.balipost.com/news/2019/10/24/90778/Bangun-Shortcut-7-hingga-10,...html>
- Banerjee, K., Panda, S., Bandyopadhyay, J., & Jain, M. K. (2014). Forest Canopy Density Mapping Using Advance Geospatial Technique. *IJISSET -International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, 1(7), 358-363. www.ijiset.com
- Chandrashekhar, M. B., Saran, S., Raju, P. L. N., & Roy, P. S. (2005). Forest Canopy Density Stratification: How Relevant is Biophysical Spectral Response Modelling Approach? *Geocarto International*, 20(1), 15-21. <https://doi.org/10.1080/10106040508542332>
- Chavez, J. (1988). An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. *Remote Sensing of Environment*, 24, 159-279.
- Congalton, R. G. (1991). A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment*, 37(1), 35-46. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(91\)90048-B](https://doi.org/10.1016/0034-4257(91)90048-B)
- Deka, J., Tripathi, O. P., & Khan, M. L. (2013). Implementation of Forest Canopy Density Model to Monitor Tropical Deforestation. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 41(2), 469-475. <https://doi.org/10.1007/s12524-012-0224-5>
- Department of the Interior U.S. Geological Survey. (2016). *Landsat 8 Data Users Handbook*. In *Nasa* (Vol. 8, Issue June). <https://landsat.usgs.gov/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf>
- Grainger, A. (1993). Rates of Deforestation in the Humid Tropics: Estimates and Measurements. *The Geographical Journal*, 159(1), 33-44.
- Himayah, S., Hartono, & Danoedoro, P. (2016). The Utilization of Landsat 8 Multitemporal Imagery and Forest Canopy Density (FCD) Model for Forest Reclamation Priority of Natural Disaster Areas at Kelud Mountain, East Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 47(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/47/1/012043>
- Huete, A. (1988). A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*, 25(3), 295-309. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(88\)90106-X](https://doi.org/10.1016/0034-4257(88)90106-X)
- Kwon, T., Lee, W., Kwak, D., Park, T., Lee, J. Y., Hong, S. Y., Guishan, C., & Kim, S. R. (2012). Forest Canopy Density Estimation Using Airborne Hyperspectral Data. *대한원격탐사학회지*, 28(3), 297-305.
- Loi, D. T., Chou, T.-Y., & Fang, Y.-M. (2017). Integration of GIS and Remote Sensing for Evaluating Forest Canopy Density Index in Thai Nguyen Province, Vietnam. *International Journal of Environmental Science and Development*, 8(8), 539-542. <https://doi.org/10.18178/ijesd.2017.8.8.1012>
- Muhammad, A., Prasetyo, L. B., & Kartono, A. P. (2014). Pemetaan Perubahan Forest Canopy Density Di Kph Kuningan. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh, 2008*, 652-661.
- Nugraha, A. S.A., Gunawan, T., & Kamal, M. (2019). Comparison of Land Surface Temperature Derived from Landsat 7 ETM+ and Landsat 8 OLI/TIRS for Drought Monitoring. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 313(1), 0-10. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/313/1/012041>

- Nugraha, A Sediyo Adi. (2019). 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). *Geomatika*, 25(1), 9–16. <https://doi.org/http://doi.org/10.24895/JIG.2019.25-1.877>
- Nugraha, A Sediyo Adi, Gunawan, T., & Kamal, M. (2019). Downscaling land surface temperature on multi-scale image for drought monitoring. *Sixth Geoinformation Science Symposium, November*, 6. <https://doi.org/10.1117/12.2544550>
- Rikimaru, A. (1999). *The Concept of FCD Mapping Model and Semi-Expert System. FCD Mapper User's Guide*. 80.
- Rikimaru, A., & Miyatake, S. (2009). *Development of forest canopy density mapping and monitoring model using indices of vegetation, bare soil and shadow - Geospatial World*. 1–5. <http://www.geospatialworld.net/article/development-of-forest-canopy-density-mapping-and-monitoring-model-using-indices-of-vegetation-bare-soil-and-shadow/>
- Rikimaru, A., Roy, P. S., & Miyatake, S. (2002). Tropical forest cover density mapping. *Tropical Ecology*, 43(1), 39–47.
- Septiani, R., Citra, I. P. A., & Nugraha, A. S. A. (2019). Perbandingan Metode Supervised Classification dan Unsupervised Classification terhadap Penutup Lahan di Kabupaten Buleleng. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan Dan Profesi Kegeografian*, 16(2), 90–96. <https://doi.org/10.15294/jg.v16i2.19777>
- Skokovic, D., Sobrino, J. a., Jiménez Muñoz, J. C., Soria, G., Julien, Y., Mattar, C., & Cristóbal, J. (2014). Calibration and Validation of land surface temperature for Landsat8-TIRS sensor TIRS LANDSAT-8 CHARACTERISTICS. *Land Product Validation and Evolution ESA/ESRIN*, 27. <https://doi.org/10.1063/1.452862>
- 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>
- Sobrino, J. A., Li, Z. L., Stoll, M. P., & Becker, F. (1996). Multi-channel and multi-angle algorithms for estimating sea and land surface temperature with atsr data. *International Journal of Remote Sensing*, 17(11), 2089–2114. <https://doi.org/10.1080/01431169608948760>
- Sobrino, J., Raissouni, N., & Li, Z.-L. (2001). A Comparative Study of Land Surface Emissivity Retrieval from NOAA Data. In *Remote Sensing of Environment* (Vol. 75). [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(00\)00171-1](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(00)00171-1)
- Sobrino, José A., Jiménez-Muñoz, J. C., Sòria, G., Romaguera, M., Guanter, L., Moreno, J., Plaza, A., & Martínez, P. (2008). Land surface emissivity retrieval from different VNIR and TIR sensors. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 46(2), 316–327. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2007.904834>
- Sukarna, R. M. (2008). Aplikasi Model Forest Canopy Density Citra Landsat 7 Etm Untuk Menentukan Indeks Luas Tajuk (Crown Area Index) Dan Kerapatan Tegakan (Stand Density) Hutan Rawa Gambut Di Das Sebangau Provinsi Kalimantan Tengah. *Majalah Geografi Indonesia*, 22(2), 1–21. <https://doi.org/10.22146/mgi.15383>
- Zhao, S., Qin, Q., Yang, Y., Xiong, Y., & Qiu, G. (2009). Comparison of two split-window methods for retrieving land surface temperature from MODIS data. *Journal of Earth System Science*, 118(4), 345–353. <https://doi.org/10.1007/s12040-009-0027-4>