



Perbandingan Metode *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI) dan *Forest Canopy Density* (FCD) untuk Identifikasi Tutupan Vegetasi

A Sediyo Adi Nugraha^{*1}, I Putu Ananda Citra²

^{1,2}Program Studi Pendidikan Geografi, Jurusan Geografi, Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja, Indonesia

Article Info

Article History

Dikirim 15 Januari 2020

Diterima 20 Juni 2020

Terbit 15 Januari 2021

Keywords:

Citra Landsat 8;
SAVI;
FCD;
SWA

Abstrak

Penelitian ini menggunakan citra Landsat 8 OLI/TIRS yang bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi dari metode SAVI dan model FCD dalam identifikasi tutupan vegetasi. Hal itu dilakukan sebagai upaya untuk membantu dalam menentukan metode yang tepat dalam melakukan monitoring perubahan tutupan vegetasi pada area hutan. Penelitian ini membandingkan indeks vegetasi yaitu Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI) karena mampu menekan latar belakang tanah sehingga tutupan vegetasi mampu ditampilkan sesuai dengan kondisi di lapangan. Sedangkan model FCD mempergunakan empat variable seperti; Advanced Vegetation Index (AVI), Bare Soil Index (BI), Shadow Index (SI), dan indeks thermal dengan mempergunakan metode Split-Windows Algorithm (SWA). Hasil perbandingan antara SAVI dan model FCD menunjukkan bahwa akurasi SAVI lebih tinggi yaitu 84% dan model FCD hanya 82%. Hal itu dimungkinkan karena penggunaan area penelitian yang terbatas sehingga memperlihatkan SAVI lebih unggul karena kondisi yang heterogen dan itu mendekati kondisi di lapangan dibandingkan model FCD yang lebih berkelompok dan hanya mampu diwujudkan dalam tiga kelas. Berdasarkan hasil tersebut maka disimpulkan bahwa indeks vegetasi dapat digunakan dalam melakukan monitoring pada area penelitian terbatas tetapi itu juga bersifat tidak mutlak karena dimungkinkan pula model FCD lebih baik.

Abstract

This research uses Landsat 8 OLI/TIRS image which objective to determine the accuracy level of SAVI method and FCD model in the identification of vegetation cover. It is done as an effort to assist in determining the right method of monitoring the change of vegetation cover in the forest area. Therefore, this research compares the vegetation index of Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI) because it is able to suppress the background of the soil so that the vegetation cover is able to be displayed according to the conditions in the field. While the FCD model uses four variables such as; Advanced Vegetation Index (AVI), Bare Soil Index (BI), Shadow Index (SI), and thermal index using the Split-Windows Algorithm (SWA) method. Comparison results between SAVI and FCD models indicate that the higher accuracy of SAVI is 84% and FCD model is only 82%. It is possible because the limited use of research areas that show SAVI is superior due to heterogeneous conditions and it approaches the conditions in the field than the FCD model that is more group and only able to be realized in three classes. Based on the results, it was concluded that the vegetation index can be used in monitoring the limited area of research but it is also not absolute because it is possible that FCD model is better.

* E-mail : adi.nugraha@undiksha.ac.id
 Address : Jl. Udayana No.11, Banyuasri, Kec. Buleleng,
 Kabupaten Buleleng, Bali 81116

PENDAHULUAN

Hutan merupakan bagian dari ekosistem yang perlu dijaga dan dilestarikan. Penurunan hutan akibat degradasi hutan telah terjadi akibat aktifitas manusia (Ariyani & Santosa, 2016; Muhammad et al., 2014; Supriatno et al., 2019) including forest degradation, can be estimated by measuring the density of the forest canopy. Forest canopy density (FCD) Proses degradasi hutan yang terjadi memiliki dampak permanen ataupun sementara terhadap tutupan vegetasi dan struktur yang ada di dalam hutan (Grainger, 1993).

Monitoring untuk melakukan pengecekan terhadap degradasi hutan perlu dilakukan secara real time. Salah satu data yang mampu melakukan itu ialah data penginderaan jauh melalui citra satelit. Perekaman yang dilakukan oleh citra satelit mampu memberikan visualisasi dua dimensi terhadap kenampakan permukaan bumi (Danoedoro, 2012; Sutanto, 1987). Oleh karena itu, diperlukan metode yang efisien dan tepat dalam melakukan monitoring dengan data penginderaan jauh berbasis citra satelit. Perkembangan penginderaan jauh hingga sekarang mengakibatkan perkembangan metode dalam melakukan monitoring seperti penggunaan indeks vegetasi dan algoritma khusus diantaranya *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI) (Boehm et al., 2002; Ar Huete, 1988; A Sediyo Adi Nugraha, 2016) the transformation involves a shifting of the origin of reflectance spectra plotted in NIR-red wavelength space to account for first-order soil-vegetation interactions and differential red and NIR flux extinction through vegetated canopies. For cotton (*Gossypium hirsutum* L. var DPI-70 dan *Forest Canopy Density* (FCD) (Rikimaru, 1999; Rikimaru et al., 2002; Rikimaru & Miyatake, 2009) merupakan metode yang mampu melakukan monitoring terhadap tutupan vegetasi akibat perubahan degradasi hutan.

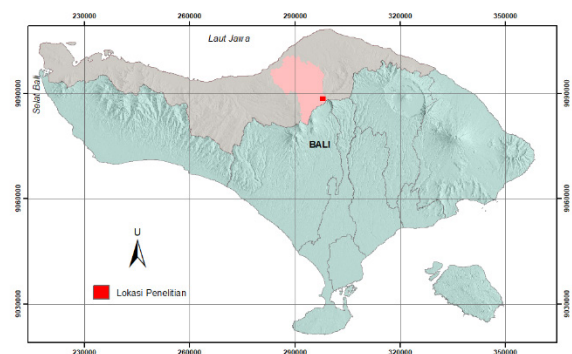
Kedua metode memiliki penilaian terhadap tutupan vegetasi yang berbeda. Pada indeks vegetasi identifikasi tutupan vegetasi dengan memperhatikan luas tajuk kanopi yang ada pada vegetasi tumbuh, sehingga jika terdapat vegetasi dengan jarak pendek antar vegetasi maka memiliki nilai tutupan vegetasi tinggi (A Huete et al., 2002). Berbeda pada FCD dimana memperhatikan empat variabel sebagai pertimbangan yaitu Indeks vegetasi, indeks tanah, indeks bayangan, dan indeks thermal (Rikimaru, 1999; Rikimaru et al., 2002; Rikimaru & Miyatake, 2009). Berdasarkan pertimbangan 4 variabel tersebut maka diperoleh kondisi tutupan vegetasi yang benar telah terminimalisir gangguan sehingga hasil identifikasi mendekati kondisi nyata di lapangan terhadap pola vegetasi tumbuh (Riki-

maru et al., 2002).

Perbedaan tersebut menjadi sesuatu yang penting untuk dilakukan penelitian terlebih hal ini berkaitan dengan monitoring terhadap penguangan kondisi hutan. Selain itu penelitian sejenis yang telah dilakukan untuk membandingkan kedua metode belum banyak dilakukan dan hanya berfokus pada modifikasi metode FCD (Ariyani & Santosa, 2016; Ashaari et al., 2018; Azizi et al., 2008; Kumar et al., 2015; Loi et al., 2017; Mothi Kumar et al., 2018; Sukarna, 2008) red, and near-infrared band. Berdasarkan kondisi tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa akurat kedua metode dalam melakukan identifikasi tutupan vegetasi pada area yang telah berubah. Diharapkan penelitian ini mampu menambahkan informasi dan mendukung penelitian sebelumnya yang sejenis.

METODE

Area penelitian yang digunakan ialah bagian dari Kabupaten Buleleng, tepatnya wilayah Kecamatan Sukasada. Bagian dari Kecamatan Sukasada ini memiliki area yang telah mengalami perubahan tutupan vegetasi akibat dari pembuatan jalan baru untuk menghubungkan Singaraja ke Mengwi (Denpasar) (Gambar 1). Pembangunan jalan baru ini memasuki sebagian kecil dari keseluruhan pembangunan jalan dan Kecamatan Sukasada menjadi bagian dari pembangunan jalan baru tersebut (Balipost, 2019). Perubahan area yang terjadi diharapkan mampu mengoptimalkan penggunaan kedua metode yang ada sehingga terlihat tingkat akurat yang dimiliki dalam melakukan monitoring tutupan vegetasi di area pembangunan jalan tersebut.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Citra Landsat 8

Penelitian ini menggunakan citra Landsat 8 OLI/TIRS pada bulan Mei 2019 dan dapat di-download pada website resmi milik USGS <http://earthexplorer.usgs.gov>. Tahapan pengolahan citra Landsat dilakukan mulai dari koreksi radiometrik,

seperti perubahan Digital Number (DN) ke Reflectan kemudian koreksi *Top of Atmospheric* (TOA) dan diakhiri dengan koreksi *Dark Object Subtraction* (DOS) (Chavez, 1988; A Sediyo Adi Nugraha, 2016; Septiani et al., 2019). Pada koreksi Geometrik tidak dilakukan perubahan karena pada Landsat 8 telah memiliki tingkat akurasi sesuai dengan posisi permukaan bumi dan itu telah tertera pada metadata dan juga level citra yaitu level 1T. Hal tersebut telah dibuktikan dengan melakukan posisi tumpang susun antara data vector dari Badan Informasi Geospasial (BIG) terhadap posisi citra Landsat 8 (Department of the Interior U.S. Geological Survey, 2016).

Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI)

SAVI dikembangkan oleh Ar Huete, (1988) the transformation involves a shifting of the origin of reflectance spectra plotted in NIR-red wavelength space to account for first-order soil-vegetation interactions and differential red and NIR flux extinction through vegetated canopies. For cotton (*Gossypium hirsutum* L. var DPI-70 dan memiliki kemampuan untuk menekan kondisi latar belakang tanah pada tutupan vegetasi. Oleh karena itu, SAVI dipilih untuk dibandingkan dengan metode yang lain dalam mendeteksi tutupan vegetasi. Formula SAVI ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$SAVI = (1+L)(NIR-Red)/NIR+Red+L \dots\dots\dots(1)$$

dimana:

- NIR = Band inframerah dekat citra Landsat
- Red = Band merah pada citra Landsat
- L = konstanta yang digunakan 0,5

Forest Canopy Density (FCD)

Model Forest Canopy Density (FCD) pertama dikembangkan oleh Rikimaru (1999). Model ini mempergunakan 4 metode yang berbeda sebagai penimbang dalam menentukan tutupan vegetasi. Metode yang digunakan ialah *Advanced Vegetation Index* (AVI) mampu mengetahui karakteristik *clorofil* pada vegetasi, *Bare Soil Index* (BI) mampu menunjukkan perbedaan sebaran vegetasi. *Shadow Index* (SI) mampu menunjukkan karakteristik spektral informasi dari vegetasi. Terakhir ialah *Thermal Index* (TI) mempergunakan metode *Split-Windows Algorithm* (SWA) yang dikembangkan oleh Sobrino et al., (1996) which relates actual surface temperature to the two brightness temperatures measured from space in the two views of interest (ATSR nadir and forward dan pada penelitian A.S.A. Nugraha et al., (2019), A Sediyo Adi Nugraha, (2019), dan A Sediyo Adi Nugraha et al., (2019) SWA memiliki

hasil mendekati suhu permukaan di lapangan. Persamaan untuk keempat metode dalam FCD ditunjukkan pada Persamaan 2 sampai dengan Persamaan 5.

$$AVI = ((B4 + 1) (65536-B3) (B4-B3))^{1/3} \dots\dots\dots(2)$$

$$BI = (((B6+B4) - (B5+B2)) / (((B6+B4) + (B5+B2))) \times 100 + 100 \dots\dots\dots(3)$$

$$SI = ((65536 - B2) \times (65536 - B3) \times (65536 - B4))^{1/3} \dots\dots\dots(4)$$

$$SWA = TB_{10} + C_1(TB_{10} - TB_{11}) + C_2(TB_{10} - TB_{11})^2 + C_0 + (C_3 + C_4 W)(1-m) + (C_5 + C_6 W)\Delta m \dots\dots\dots(5)$$

dimana:

- B4-B6 = Band pada citra Landsat 8
- TB10 = *Brightness temperature* pada band 10
- TB11 = *Brightness temperature* pada band 11
- w = Uap air pada daerah lokasi penelitian
- m = Rata-rata emisivity band 10 & 11
- Δm = Perbedaan emisivity band 10 & 11
- C0-C6 = Konstanta *split-windows value*

Tahap selanjutnya dalam model FCD Ketika empat metode tersebut diperoleh maka dilakukan kompaksi hasil. Metode AVI dan BI akan dijadikan satu menjadi *Vegetation Density* (VD). Sedangkan metode SI dan TI/SWA menjadi *Scaled Shadow Index* (SSI) dan keduanya mempergunakan *Principal Component Analysis* (PCA) sebagai metode pengolahan data.

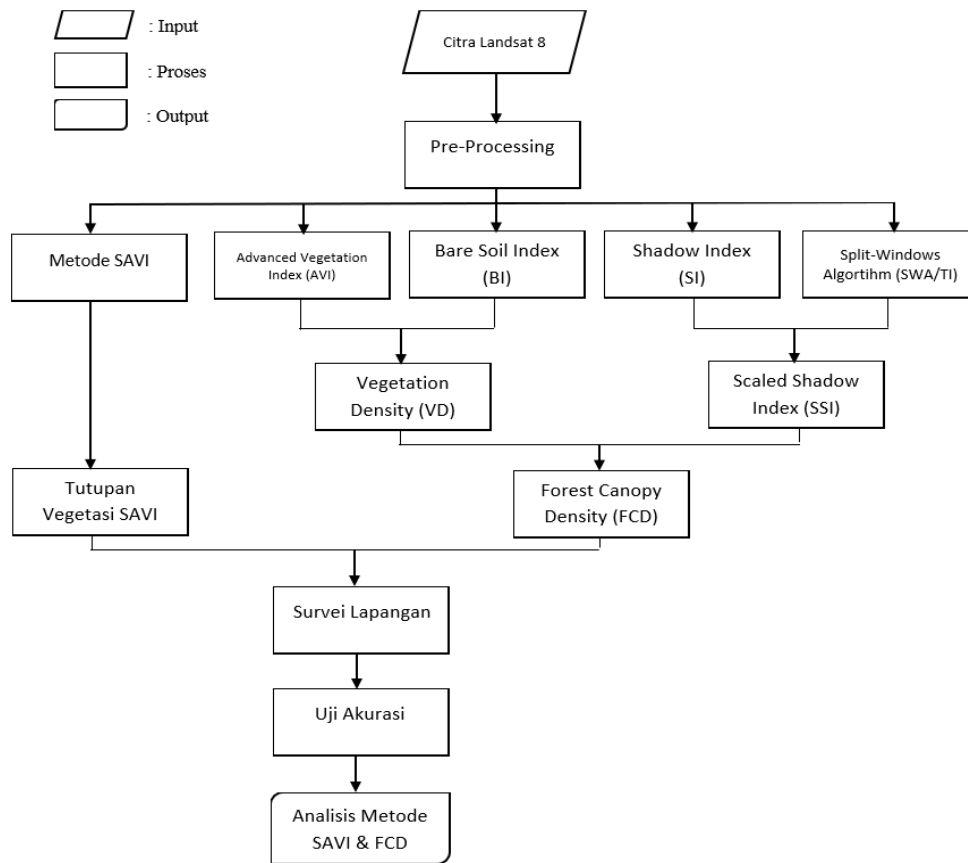
Tahapan terakhir ialah memasukkan keseluruhan hasil input yang telah dilakukan dari VD dan SSI kedalam formula FCD. Formula ditunjukkan pada Persamaan 6 yang dikembangkan oleh Rikimaru (1999).

$$FCD = (VD \times SSI + 1) / 2 - 1 \dots\dots\dots(6)$$

Alur penelitian dalam metode dapat dilihat melalui diagram alir penelitian pada Gambar 2.

Survei Lapangan

Uji akurasi dalam kedua metode tersebut menggunakan table matrik yang dikembangkan oleh Congalton (1991). Sampel yang digunakan untuk melakukan pengujian tersebut ialah 50 sampel dengan derajat kesalahan 5 % dan tingkat akurasi sebesar 85%. Pengambilan sampel dilakukan dengan pertimbangan dekat aksesibilitas jalan dikarenakan area pembangunan jalan baru merupakan area perbukitan dan hanya memiliki sedikit akses untuk dilalui kendaraan.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis SAVI

Hasil pengolahan indeks vegetasi menggunakan metode SAVI menunjukkan bahwa nilai yang akan dihasilkan dengan range -1 s.d. 1. Dimana nilai -1 menunjukkan kondisi tidak ada vegetasi dan nilai 1 menunjukkan vegetasi sangat tinggi. Pada lokasi penelitian metode SAVI menghasilkan nilai statistik berbeda ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Statistic SAVI

| Metode | Nilai | | | |
|--------|-------|------|------|-----------------|
| | Max | Min | Mean | Standar Deviasi |
| SAVI | 0,76 | 0,11 | 0,55 | 0,12 |

Sumber: Pengolahan data, 2020

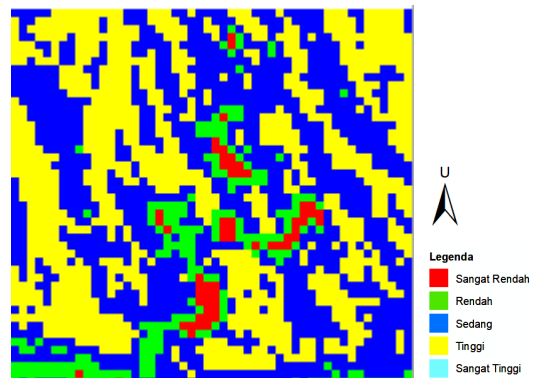
Nilai yang ditunjukkan memperlihatkan bahwa area yang ada disekitar pembangunan jalan baru Singaraja-Mengwi memiliki tutupan vegetasi tinggi dan sangat rendah. Klasifikasi SAVI dibagi menjadi 5 kelas dan ini disamakan dengan kelas pada FCD supaya dapat dibedakan hasil tutupan vegetasi yang ada (Tabel 2). Hasil pengolahan memperlihatkan dengan jelas bahwa area sekitar jalan baru didominasi dengan kondisi tutupan vegetasi sangat rendah dan dikelilingi dengan vegetasi rendah. Hasil pengolahan metode SAVI ditunjukkan

pada Gambar 3. Kenampakan yang ditunjukkan oleh metode SAVI mampu membedakan tutupan vegetasi antara pembangunan jalan baru dengan lingkungan sekitarnya.

Tabel 2. Klasifikasi Tutupan Vegetasi SAVI

| Kerapatan | Nilai (piksel) |
|---------------|----------------|
| Sangat Rendah | 0,0 – 0,2 |
| Rendah | 0,2 – 0,4 |
| Sedang | 0,4 – 0,6 |
| Tinggi | 0,6 – 0,8 |
| Sangat Tinggi | 0,8 - 1 |

Sumber: Pengolahan data, 2020

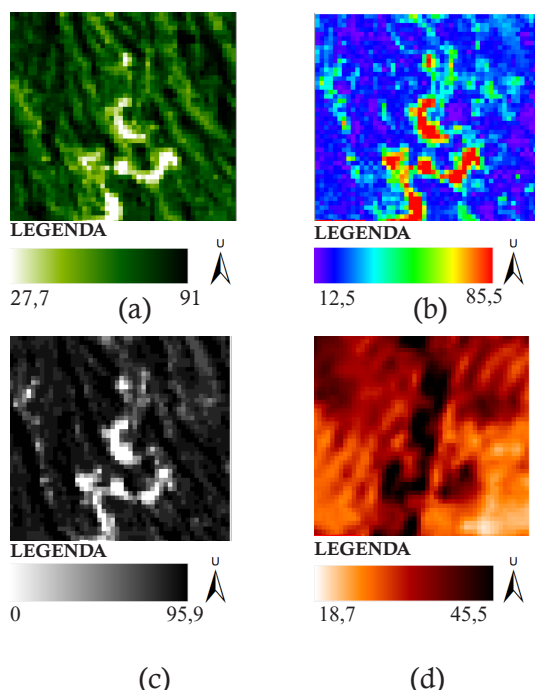


Gambar 3. Hasil Pengolahan Tutupan Vegetasi dengan Metode SAVI.

Analisis FCD

Metode yang dipergunakan dalam model FCD telah menunjukkan area pembangunan jalan memiliki tutupan vegetasi rendah dibandingkan lingkungan sekitarnya. Hal itu ditunjukkan pada Gambar 4. Terlihat bahwa pada kenampakan AVI area jalan menunjukkan warna lebih putih dibandingkan sekitarnya, dan itu telah menerangkan bahwa tutupan vegetasi telah berubah. Sedangkan pada BI area pembangunan jalan menunjukkan sebagai area terbuka dibandingkan wilayah sekitarnya.

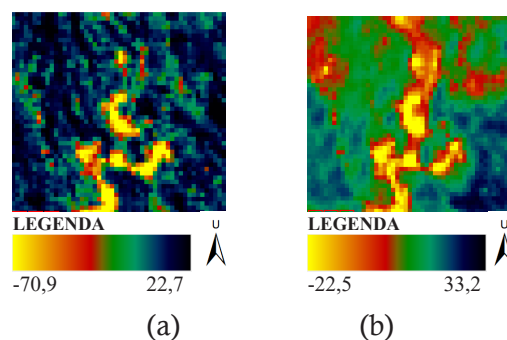
Kenampakan serupa ditunjukkan oleh hasil SI dimana warna putih memperlihatkan bahwa daerah tersebut rendah dengan kenampakan bayangan dibandingkan lingkungan sekitarnya yang masih area perbukitan dan memiliki bayangan yang tinggi. Terlihat dengan jelas pada hasil kenampakan suhu permukaan dimana lokasi area pembangunan jalan memiliki suhu tinggi dibandingkan area sekitarnya.



Gambar 4. Hasil pengolahan variabel pada FCD (a) AVI, (b) BI, (c) SI, dan (d) SWA.

Hasil kombinasi antara AVI dan BI menunjukkan area lebih signifikan mengenai tutupan vegetasi karena mempertimbangkan hasil antara vegetasi dan kenampakan tanah (Gambar 5). Tidak berbeda jauh dengan kenampakan antara SI dan SWA menunjukkan area pada sekitar pembangunan jalan lebih terlihat signifikan dibandingkan sebelumnya sehingga hal itu membuktikan bahwa suhu dan indeks bayangan saling berpengaruh

seperti yang telah dikemukakan oleh Rikimaru (1999).



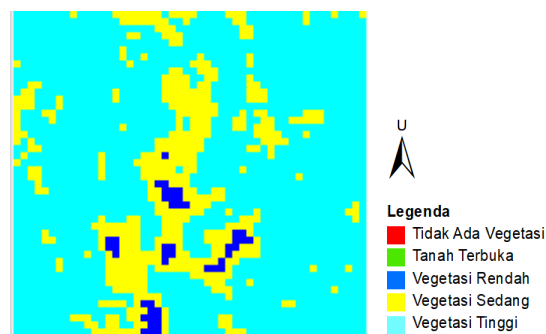
Gambar 5. Hasil pengolahan Parameter FCD (a) VD dan (b) SSI.

Model FCD yang dihasilkan dibagi menjadi lima kelas yang berbeda (Tabel 3). Pada klasifikasi menunjukkan kondisi tidak ada vegetasi maksudnya ialah kenampakan air dan dalam penelitian ini kondisi air telah dihilangkan terlebih dahulu. Selain itu klasifikasi ini diharapkan dapat dipadukan dengan hasil dari metode SAVI yang terbagi menjadi lima kelas yang serupa. Melihat pola dari model FCD menunjukkan bahwa area pembangunan jalan baru sangat dipengaruhi dari kondisi vegetasi disekitarnya. Hal itu menyebabkan bahwa wilayah area sekitar jalan baru tampak memiliki tutupan vegetasi walaupun rendah. Hasil model FCD ditunjukkan pada Gambar 6.

Tabel 3. Klasifikasi Tutupan Vegetasi FCD

| Kerapatan | Nilai (%) |
|--------------------|-----------|
| Vegetasi Tinggi | 70 – 100 |
| Vegetasi Sedang | 40 – 70 |
| Vegetasi Rendah | 10 – 40 |
| Tanah Terbuka | 0 – 10 |
| Tidak ada vegetasi | null |

Sumber: Pengolahan data, 2020



Gambar 6. Hasil Model FCD Tahun 2019 citra Landsat 8.

Validasi

Perbedaan antara SAVI dan FCD terlihat pada hasil klasifikasi yang telah dilakukan. Pada SAVI kondisi area pembuatan jalan memiliki nilai yang rendah dan ini memiliki kemiripan terhadap klasifikasi FCD. Klasifikasi pada hasil FCD belum bisa dikatakan lebih baik dibandingkan SAVI karena area pembangunan jalan yang seharusnya masuk kedalam tanah terbuka masuk menjadi kelas vegetasi rendah. Mengapa demikian, karena pada area pembuatan jalan tersebut belum memiliki kenampakan vegetasi dengan tutupan kanopi yang tinggi ataupun telah dipenuhi oleh rumput dan belukar.

Perlu diperhatikan pula bahwa pada SAVI penggunaan kelas untuk membagi tingkatan vegetasi masih belum optimal karena dasar pembagiannya adalah piksel. Oleh karena itu, hasil pada SAVI terlihat lebih heterogen dibandingkan pada hasil FCD. Hasil FCD menunjukkan hanya 3 kelas yang mendominasi dan vegetasi tinggi paling dominan karena sekelilingnya dipenuhi oleh vegetasi rapat di area perbukitan. Model FCD sangat baik dalam merepresentasikan tingkat kerapatan vegetasi sehingga kondisi vegetasi dengan tutupan yang serupa dikelompokkan.

Tabel 4. Matrik Kesalahan Metode SAVI

| SAVI | Klasifikasi SAVI | | | | | Total Baris | Produser Akurasi (%) |
|-------------------------|------------------|----|----|----|----|-------------|----------------------|
| | SR | R | S | T | ST | | |
| SR | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 10 | 81 |
| R | 2 | 8 | 0 | 0 | 0 | 10 | 80 |
| S | 0 | 1 | 8 | 1 | 0 | 10 | 100 |
| T | 0 | 0 | 0 | 9 | 1 | 10 | 75 |
| ST | 0 | 0 | 0 | 2 | 8 | 10 | 88 |
| Total Kolom | 11 | 10 | 8 | 12 | 9 | 50 | |
| User Akurasi (%) | 90 | 80 | 80 | 90 | 80 | | |

$$\text{Overall Accuracy} = (9+8+8+9+8)/50 = 84\%$$

Sumber: Pengolahan data, 2020

Tabel 5. Matrik Kesalahan Model FCD

| FCD | Klasifikasi FCD | | | Total Baris | Produser Akurasi (%) |
|-------------------------|-----------------|----|----|-------------|----------------------|
| | VT | VS | VR | | |
| VT | 19 | 0 | 0 | 19 | 79 |
| VS | 5 | 12 | 0 | 17 | 60 |
| VR | 0 | 4 | 10 | 14 | 100 |
| Total Kolom | 24 | 20 | 10 | 50 | |
| User Akurasi (%) | 100 | 70 | 71 | | |

$$\text{Overall Accuracy} = (19+12+10)/50 = 82\%$$

Sumber: Pengolahan data, 2020

Berdasarkan uji akurasi dari tabel matrik untuk kedua metode tersebut diperoleh bahwa SAVI lebih tinggi dibandingkan model FCD walaupun perbedaan tidak signifikan (Tabel 4 dan Tabel 5). Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa sampel yang diambil hanya terdiri dari 3 kelas. Hal itu disesuaikan dengan kenampakan yang ada pada hasil pengolahan model FCD sehingga 2 kelas sisanya tidak dilakuka pengampilan sampel karena tidak ada dalam hasil walaupun pada klasifikasi dimunculkan.

Hasil uji akurasi menunjukkan bahwa SAVI lebih tinggi dibandingkan dengan model FCD. Hal itu kemungkinan dipengaruhi oleh area penelitian yang terbatas hanya berada di sekitar pembangunan jalan. Selain itu pula indikator kondisi vegetasi rendah sedang tinggi masih bersifat objektif sehingga perlu menjadi pertimbangan tersendiri. Pada penelitian Sukarna (2008) hal itu menjadi berbeda karena model FCD memiliki akurasi lebih tinggi dibandingkan indeks vegetasi yang lain. Tetapi berbeda pada penelitian Ashaari et al., (2018) membuktikan bahwa SAVI memiliki akurasi lebih tinggi dibandingkan model FCDI. Perbedaan yang terjadi pada setiap penelitian dimungkinkan karena faktor yang berbeda pula. Seperti yang dihasilkan dari penelitian ini mendukung dari penelitian Ashaari et al., (2018) yang menunjukkan indeks vegetasi lebih tinggi dibandingkan model FCD.

Selain itu, pada hasil tingkat akurasi yang dihasilkan masih rendah dibandingkan pada penelitian Rikimaru and Miyatake (2009) Deka et. Al (2013) north east India using Forest Canopy Density (FCD dimana perolehan akurasi kedua penelitian tersebut > 84%. Berbeda dengan penelitian Jamalabad and Abkar (2001) especially in developing countries. Data can be obtained as frequently as required to provide information for determination of quantitative and qualitative changes in terrain. Forests as one part of the wild life of the human societies have a special place in economic development and stability of water and soil in the countries of the world. But because of various reasons such as development of population, increasingly changing forest to the other unsuitable applications such as: agriculture, providing energy and fuel, million of hectares from this natural resource are destroyed every year and the remainder of the surfaces change quantitatively and qualitatively. For better management of the forests, the change of forest area and rate of forest density should be investigated. It is possible that there isn't any change in the area of forest during the time but the density of forest canopy is changed. Therefore, in this research the

method of Forest Canopy Density (FCD memiliki akurasi yang sama dengan penelitian ini. Kedepannya diharapkan penelitian mengenai FCD mampu difokuskan pada metode dan modifikasi model FCD sehingga kenaikan besar kecilnya dari penggunaan indeks vegetasi dalam model akan terlihat.

KESIMPULAN

Perbandingan metode SAVI dan model FCD dalam menentukan tutupan vegetasi dilakukan dengan uji akurasi tabel matrik. Hasil akurat SAVI lebih tinggi yaitu 84% sedangkan model FCD hanya 82%. SAVI memiliki akurasi lebih tinggi karena penentuan vegetasi dilapangan masih bersifat subjektif khususnya pada vegetasi rendah dan sedang. Selain itu model FCD sangat baik untuk pengelompokkan kerapatan vegetasi dan kemungkinan meningkat Ketika area penelitian yang digunakan sangat luas tidak teralu terbatas. Sedangkan metode SAVI memiliki kemampuan yang baik dan itu bisa digabungkan dengan model FCD dan sekiranya dapat meningkatkan akurasi dari model FCD khususnya pada indeks vegetasi. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat dijadikan pertimbangan dalam penggunaan indeks vegetasi pada model FCD dapat diganti dengan SAVI.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Pendidikan Ganesha khususnya Lembaga Penelitian Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Pendidikan Ganesha (LP2M undiksha) yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- 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*, XXXVII(Part B8), 1127–1130.
- Balipost. (2019). *Bangun Shortcut 7 hingga 10, Pembebasan Lahan Mulai Dilakukan*. [www.Balipost.Com](http://www.balipost.com). <https://www.balipost.com/news/2019/10/24/90778/Bangun-Shortcut-7-hingga-10,...html>
- Boehm, H. D. V., Siegert, F., & Liews, S. C. (2002). Remote Sensing and Aerial Survey of Vegetation Cover Change in Lowland Peat Swamp of Central Kalimantan during the 1997 and 2002 Fires. *Proceeding of the International Symposium on Land Management and Biodiversity in Southeast Asia*.
- 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)
- Danoedoro, P. (2012). *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Andi Offset.
- 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.
- Huete, A., Didan, K., Miura, T., Rodriguez, E. P., Gao, X., & Ferreira, L. G. (2002). Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*, 83, 195–213. <https://doi.org/10.3390/rs4103201>
- Huete, Ar. (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)
- Jamalabad, M. S., & Abkar, A. A. (2001). Forest Canopy Density Monitoring , Using Satellite Images. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*.
- Kumar, J., Talwar, P., & A.P., K. (2015). Forest Canopy Density and ASTER DEM based Study for Dense Forest Investigation using Remote Sensing and GIS Techniques around East Singhbhum in Jharkhand, India. *International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS*, 4(1), 1026–1032. <https://doi.org/10.23953/cloud.ijarsg.96>
- 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>
- Mothi Kumar, K. E., Kumar, R., Kumar, P., Sattyam, Sihag, V., Partibha, Singh, K., Rani, S., Sharma, P., Hooda, R. S., & Singh, T. P. (2018). Forest canopy density assessment using high resolution LISS-4 data in Yamunanagar District, Haryana. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 42(5), 285–288. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-5-285-2018>
- Muhammad, A., Prasetyo, L. B., & Kartono, A. P. (2014). PEMETAAN PERUBAHAN FOREST CANOPY DENSITY DI KPH KUNINGAN. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh*, 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. (2016). *Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh Multi-Tingkat Untuk Pemetaan Perubahan Kekeringan (Kasus di Provinsi Jawa Timur)*. Universitas Gadjah Mada.
- 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>
- 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>
- 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>
- Supriatno, A., Ode, L., Jaya, M. G., & Harimudin, J. (2019). Pemanfaatan Model Forest Canopy Density (FCD) Untuk Analisis Perubahan Kerapatan Kanopi Hutan Lambusango Kabupaten Buton. *Physical and Social Geography Research Journal*, 1(2), 19–28.
- Sutanto. (1987). *Penginderaan Jauh Jilid II*. Gadjah Mada University Press.