

# PEMANFAATAN DATA CITRA LANDSAT 8 DAN MODIS UNTUK IDENTIFIKASI DAERAH BEKAS TERBAKAR (*BURNED AREA*)

(Studi Kasus : Kabupaten Pulang Pisau dan Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah)

‘Ahmad Andrian Adi Permana’, ‘Ir. Leo Pantinema Msc’, ‘Alifah Noraini. ST.,MT’,

‘Teknik Geodesi, Fakultas teknik Sipil dan Perencanaan, Institut

Teknologi Nasional Malang’

‘Gmail : ahmadandrianadipermana19@gmail.com’

## Abstrak

Kebakaran hutan dan lahan bukan merupakan fenomena asing lagi di beberapa wilayah Indonesia, terutama Kalimantan. Fenomena alam ini berkembang menjadi suatu bentuk bencana alam yang mempunyai dampak terhadap aspek-aspek perikehidupan masyarakat. Data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2015 terdapat satu kabupaten dengan titik api yang paling besar dan areal yang terbakar cukup luas yaitu di kabupaten Pulang Pisau mencapai 660,140 hektar, sedangkan di kota Palangka Raya mencapai 123,428 hektar (KLHK, 2015).

Salah satu caranya adalah penyediaan informasi spasial daerah bekas terbakar dalam bentuk peta. Peta dibuat dengan memanfaatkan data penginderaan jauh yaitu citra Landsat 8 dan citra MODIS sebelum dan sesudah kebakaran. Daerah bekas terbakar diidentifikasi dengan metode NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). NDVI memanfaatkan kanal inframerah dekat dan kanal merah untuk menganalisa kerapatan vegetasi. Suatu piksel diklasifikasi sebagai daerah bekas terbakar jika nilainya melebihi nilai *threshold*. Model *threshold* yang digunakan dalam penelitian ini adalah  $\mu - 1\sigma$ ,  $\mu$ , dan  $\mu + 1\sigma$ . Berdasarkan hasil identifikasi daerah bekas terbakar pada kedua citra, didapat nilai akurasi terbesar citra Landsat 8 adalah 25,60%, dari model  $\mu + 1\sigma$  sedangkan citra MODIS adalah 13,64% dari model  $\mu + 1\sigma$ . Luas daerah bekas terbakar untuk citra Landsat 8 sebesar 161.870 Ha sedangkan untuk citra MODIS sebesar 159.500 Ha.

**Kata Kunci :** *Landsat 8, MODIS, NDVI, Threshold, Burned area*

## 1. PENDAHULUAN

Kebakaran hutan dan lahan bukan merupakan fenomena asing lagi di beberapa wilayah Indonesia, terutama Kalimantan. Sebagai wilayah yang tertinggi tingkat kebakarannya yaitu berada di Kalimantan Tengah meluas hampir disemua wilayah Kabupaten dengan titik api yang berbeda. Data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2015 terdapat satu kabupaten dengan titik api yang paling besar dan areal yang terbakar cukup luas yaitu di kabupaten

Pulang Pisau mencapai 660,140 hektar, sedangkan di kota Palangka Raya mencapai 123,428 hektar (KLHK, 2015).

Berdasarkan kanal yang digunakan citra Landsat 8 memiliki resolusi spasial 30 m sedangkan citra MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) memiliki resolusi spasial 250 m, kanal yang digunakan pada citra Landsat 8 yaitu band 4 dan 5 dengan panjang gelombang 0,64 – 0,67, 0,85 – 0,88, sedangkan pada citra MODIS yang digunakan band 1 dan 2 dengan panjang gelombang 0,620 – 0,670,

0,841 – 0,876. NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) memanfaatkan kanal inframerah dekat dan kanal merah yang memiliki kontras tinggi untuk analisa kerapatan vegetasi. Kanal inframerah dekat digunakan untuk menganalisa vegetasi dengan mengamati kandungan biomasnya, sedangkan kanal merah digunakan untuk membedakan jenis vegetasi. Identifikasi daerah bekas terbakar dilakukan dengan menggunakan citra Landsat 8 dan citra MODIS. Penggunaan kedua citra yang memiliki resolusi spasial berbeda tersebut dimaksudkan untuk dibandingkan hasilnya yang memiliki panjang gelombang berbeda. Metode identifikasi yang digunakan adalah NDVI.

Akibat dari perbedaan hasil identifikasi daerah bekas terbakar tersebut disebabkan oleh resolusi spasial. Identifikasi dilakukan menggunakan tiga model *threshold* sehingga setiap citra menghasilkan tiga peta daerah bekas terbakar yang berbeda. Oleh karena itu, setiap model *threshold* dari citra Landsat 8 dan citra MODIS akan mendapatkan hasil identifikasi daerah bekas terbakar dengan nilai akurasi paling tinggi.

### 1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Berapa luas (hektar) hasil identifikasi daerah bekas terbakar berdasarkan citra satelit Landsat 8 dan MODIS ?

### 1.3 Tujuan Penelitian

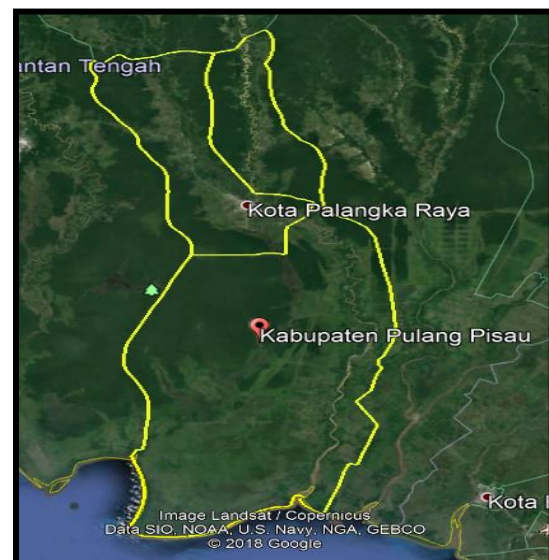
Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi luas daerah bekas terbakar dengan menggunakan data citra Landsat 8 dan citra MODIS.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah yang memiliki luas 8,997 km<sup>2</sup>, secara geografis kabupaten pulang pisau terletak di daerah khatulistiwa, yaitu antara 0 LS sampai 10 LS dan 110 BT sampai 120 BT (<http://www.pulangpisaukab.go.id/luas-wilayah/>).

Kota Palangka Raya secara geografis terletak pada 113°30' - 114°07' Bujur Timur dan 1°35' - 2°24' Lintang Selatan, dengan luas wilayah 2.678,51 Km<sup>2</sup> (267.851 Ha) dengan topografi terdiri dari tanah datar dan berbukit dengan kemiringan kurang dari 40%. (<https://palangkaraya.go.id>)



### 2.2 Data yang Digunakan

Penelitian menggunakan Citra Landsat 8 OLI/TIRS Level-1 *Path/Raw* 118/062, 2 Juli 2015 dan 14 Maret 2016. Citra TERRA MODIS Level 1B, 16 Juni 2015 dan 13 Februari 2016, Data laporan kejadian

kebakaran tahun 2015 dari Balai Pengendalian Perubahan Iklim dan Kebakaran Hutan dan Lahan Wilayah Kalimantan., peta batas administrasi kab.pulang pisau dan kota palangka raya.

### 2.3 Georeferencing dan Bow-Tie

*Georeferencing* merupakan proses pemberian sistem koordinat dari citra yang belum mempunyai acuan sistem koordinat ke dalam sistem koordinat dan proyeksi tertentu. Sedangkan kegunaan dari efek bowtie yaitu untuk meminimalisir overlap yang terjadi pada liputan citra.

### 2.4 Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik meliputi kalibrasi radiometrik yang bertujuan untuk mengubah nilai Digital Number menjadi reflektan dan koreksi atmosferik yang bertujuan untuk menghilangkan efek atmosfer pada nilai reflektan citra.

### 2.5 Pemotongan Citra

Pemotongan citra dilakukan untuk mendapatkan daerah penelitian dan memfokuskan pengolahan data pada daerah tersebut. Citra dipotong berdasarkan area seksi pengelolaan berdasarkan batas administrasi penelitian tersebut.

### 2.6 Cloud Masking

*Cloud Masking* dimungkinkan untuk menghasilkan komposit bebas awan dengan melakukan *cloud masking* antara daerah berawan dengan daerah bebas awan.

### 2.7 Perhitungan Nilai NDVI

NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) merupakan indeks vegetasi yang

menghasilkan citra representatif untuk analisa kerapatan vegetasi. NDVI juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi daerah bekas terbakar.

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{NIR} - \text{Red})}{(\text{NIR} + \text{Red})}$$

Keterangan :

NIR : radiasi inframerah dekat dari piksel.

Red : radiasi cahaya merah dari piksel

### 2.8 Penentuan Threshold

*Threshold* (nilai ambang batas) akan menentukan tingkat akurasi hasil daerah bekas terbakar. Penentuan *threshold* dilakukan dengan menghitung rata-rata ( $\mu$ ) dan standar deviasi ( $\sigma$ ) nilai reflektan citra sebelum dan sesudah kebakaran. Model *Threshold* yang akan digunakan adalah  $\mu - 1\sigma$ ,  $\mu$ ,  $\mu + 1\sigma$ .

Identifikasi Daerah Bekas Terbakar

Identifikasi daerah bekas terbakar dilakukan dengan menggunakan nilai  $\Delta\text{NDVI}$  dan *Threshold*. Persamaan untuk mendapatkan daerah bekas terbakar adalah:  $BA = \Delta\text{NDVI} > \text{Threshold}$ , dimana BA adalah *Burned Area* (daerah bekas terbakar).

### 2.9 Uji Akurasi

Uji akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil identifikasi daerah bekas terbakar (estimated burned area) dengan data daerah bekas terbakar referensi (referenced burned area). Berdasarkan data estimated burned area dan referenced burned area, dapat dihitung data valid, omisi, dan komisi. Data valid adalah data estimated burned area yang sesuai dengan referenced burned area. Omisi adalah burned area (pada estimasi) yang dinyatakan sebagai non-burned area (pada referensi). Komisi adalah non-burned area (pada estimasi) yang dinyatakan sebagai burned area

(pada referensi). Uji akurasi dihitung dengan persamaan berikut

$$\text{Akurasi keseluruhan (\%)} = \frac{V}{V+O+K} \times 100(\%)$$

Dimana V adalah data valid, O adalah data kesalahan omisi, dan K adalah data kesalahan komisi.

## 2.9 Peta

Informasi daerah bekas terbakar disajikan dalam bentuk peta yang sesuai dengan kaidah kartografi. Peta dibuat dari model threshold yang memiliki nilai akurasi paling besar.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Perhitungan Nilai NDVI

Perhitungan NDVI akan menghasilkan nilai NDVI1, NDVI2, dan  $\Delta$ NDVI. NDVI1 dan NDVI2 dihitung dengan (1) sedangkan  $\Delta$ NDVI dihitung dengan (2). Nilai NDVI berada dalam kisaran -1 hingga +1.

Tabel 4.1 Nilai NDVI Citra Landsat 8

| NDVI                                | MIN       | MAX      | MEAN     |
|-------------------------------------|-----------|----------|----------|
| Citra NDVI_1<br>(Sebelum Kebakaran) | -0.400922 | 0.851193 | 0.646365 |
| Citra NDVI_2<br>(Sesudah Kebakaran) | -0.733996 | 0.912237 | 0.663800 |
| Citra $\Delta$ NDVI                 | -0.883834 | 1.015613 | -0.00357 |

Peristiwa kebakaran akan mengubah tutupan lahan dari vegetasi menjadi lahan terbuka dan

menyisakan bekas kebakaran. Perubahan tersebut mempengaruhi hasil perhitungan NDVI. Lahan bervegetasi memiliki nilai NDVI

lebih besar dibandingkan lahan terbuka bekas kebakaran. Sehingga terjadi penurunan nilai NDVI pada daerah tertentu sesaat setelah kebakaran.

### 4.2 Penentuan Threshold

Penentuan *threshold* dilakukan dengan menghitung rata-rata ( $\mu$ ) dan standar deviasi ( $\sigma$ ) nilai reflektan dari 100 titik sampel citra Landsat 8 dan citra MODIS yang dianggap terbakar. Nilai *threshold* yang dihasilkan adalah:

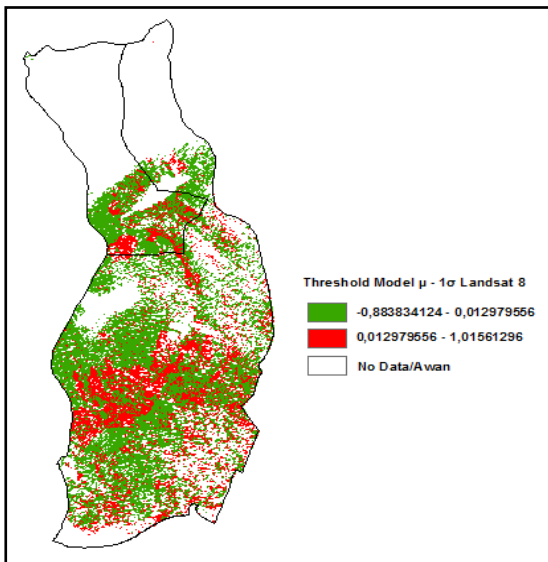
Tabel 4.2 Nilai Threshold Landsat dan MODIS

| <i>Threshold</i> |             |                 |            |
|------------------|-------------|-----------------|------------|
| Landsat 8        |             | Modis           |            |
| $\mu - 1\sigma$  | 0.012979556 | $\mu - 1\sigma$ | 0.03023341 |
| $\mu$            | 0.030939098 | $\mu$           | 0.03717885 |
| $\mu + 1\sigma$  | 0.04889864  | $\mu + 1\sigma$ | 0.04412428 |

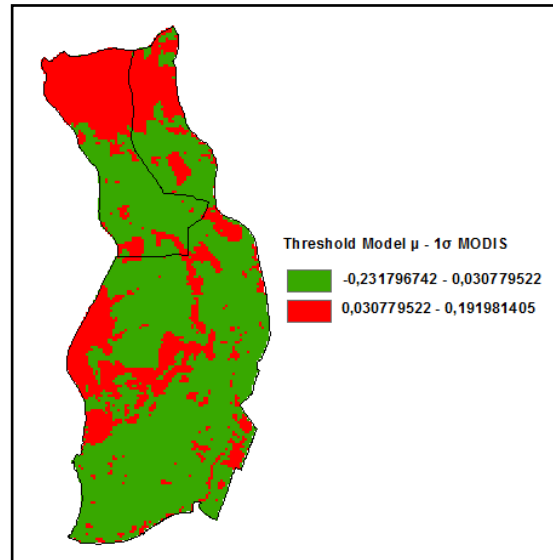
Setiap titik sampel memiliki nilai reflektan yang berbeda. Nilai tersebut menunjukkan tingkat keparahan daerah bekas terbakar. Semakin besar nilainya semakin parah. Oleh sebab itu, pemilihan titik sampel sebaiknya dilakukan di daerah bekas terbakar yang parah dan tidak. Jumlah titik sampel juga mempengaruhi nilai *threshold*. Semakin banyak titik sampel semakin baik nilainya.

### 4.3 Hasil Identifikasi Daerah Bekas Terbakar

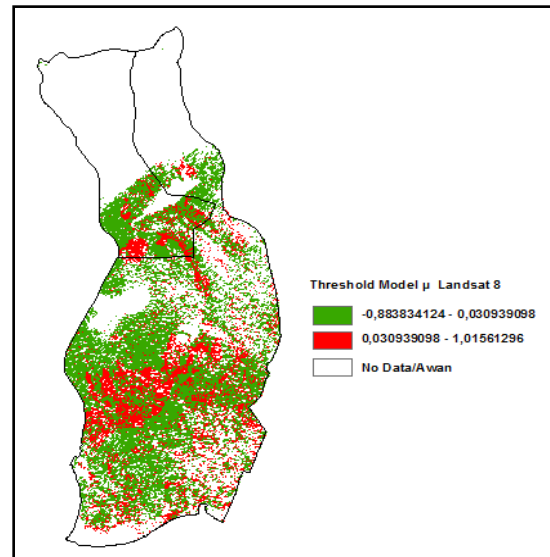
Identifikasi daerah bekas terbakar dilakukan pada kedua citra yaitu Landsat 8 dan MODIS. pada identifikasi ini citra yang digunakan adalah citra  $\Delta NDVI$  dari kedua citra tersebut. Suatu piksel dinyatakan sebagai daerah bekas terbakar jika nilainya melebihi nilai *threshold* sesuai dengan persamaan yang digunakan dalam identifikasi daerah bekas terbakar yaitu persamaan (2.4). Berikut merupakan hasil identifikasi daerah bekas terbakar dari ketiga model *threshold* yang digunakan pada citra Landsat 8 dan MODIS.



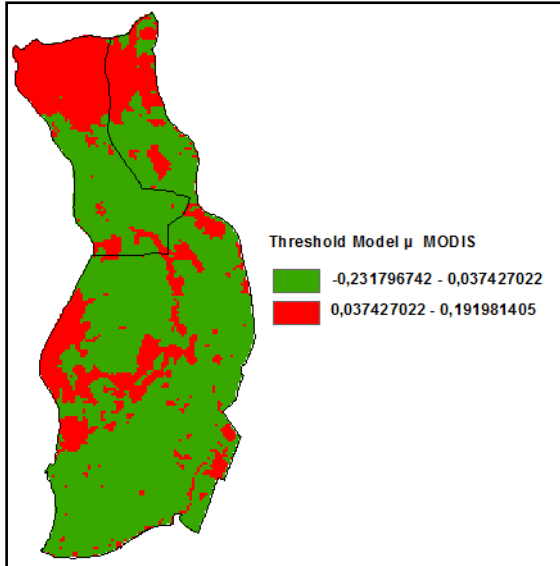
Gambar 4.1 Hasil identifikasi daerah bekas terbakar model  $\mu - 1\sigma$  Citra Landsat 8



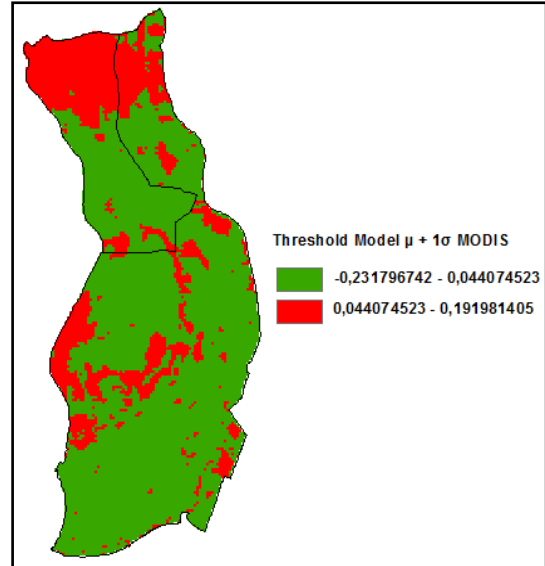
Gambar 4.2 Hasil identifikasi daerah bekas terbakar model  $\mu - 1\sigma$  Citra MODIS



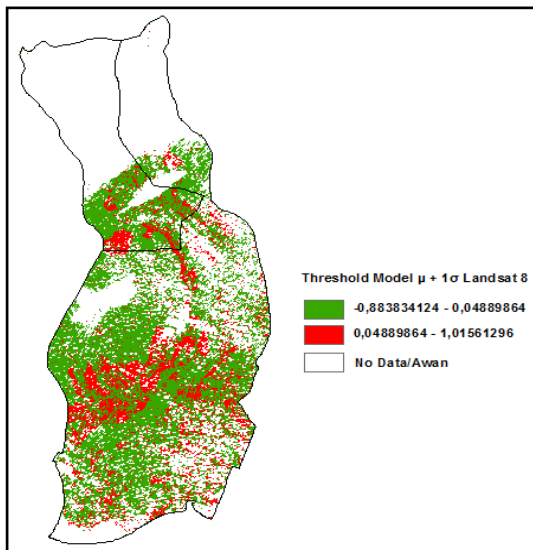
Gambar 4.3 Hasil identifikasi daerah bekas terbakar model  $\mu$  Citra MODIS



Gambar 4.4 Hasil identifikasi daerah bekas terbakar model  $\mu$  Citra MODIS



Gambar 4.6 Hasil identifikasi daerah bekas terbakar model  $\mu + 1\sigma$  Citra MODIS



Gambar 4.5 Hasil identifikasi daerah bekas terbakar model  $\mu + 1\sigma$  Citra Landsat 8

Hasil perhitungan nilai *threshold* tersebut digunakan sebagai nilai penentu dalam identifikasi daerah bekas terbakar. Nilai *threshold* pada ketiga model tersebut merupakan nilai rata-rata yang dihitung dari 100 sampel daerah bekas terbakar yang diidentifikasi pada citra sesudah kebakaran. Pada tiap model *threshold* tersebut mempunyai rentang perbedaan nilai yang merupakan nilai standar deviasi.

#### 4.4 Analisa Luas

Luas daerah bekas terbakar yang dihasilkan pada masing-masing citra yang disebabkan oleh perbedaan nilai *threshold* selain itu, disebabkan oleh perbedaan resolusi spasial keduanya citra Landsat 8 memiliki resolusi spasial 30 m sedangkan citra MODIS memiliki resolusi spasial 1 km. Hasil luas hektar dari data pengolahan citra Landsat 8 dan citra MODIS tersebut terdapat perbandingan luas dengan data acuan yang telah di deliniasi dari

google eart. Berikut ini merupakan hasil analisis luas daerah bekas terbakar dari pengolahan citra dan data acuan dari google eart:

Tabel 4.3 Perbandingan luas daerah bekas terbakar

| Peta Daerah Bekas Terbakar (Ha) | Thresh old      | Landsat 8 (Ha)    | Perbedaan (Ha)        |
|---------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|
| 204.057                         | $\mu - 1\sigma$ | 204.371           | 314                   |
|                                 | $\mu$           | 169.374           | 34.683                |
|                                 | $\mu + 1\sigma$ | 161.870           | 42.187                |
|                                 |                 | <b>MODIS (Ha)</b> | <b>Perbedaan (Ha)</b> |
|                                 | $\mu - 1\sigma$ | 342.600           | 138.543               |
|                                 | $\mu$           | 383.800           | 179.743               |
|                                 | $\mu + 1\sigma$ | 308.300           | 104.243               |

Pada data acuan google eart dan citra landsat 8 memiliki perbandingan luas dari nilai threshold  $\mu - 1\sigma$  terdapat perbedaan luas sebesar 314 hektar, nilai threshold  $\mu$  sebesar 34.683, dan nilai threshold  $\mu + 1\sigma$  sebesar 42.187. sedangkan pada citra MODIS nilai threshold  $\mu - 1\sigma$  sebesar 138.543, nilai threshold  $\mu$  sebesar 179.743, dan nilai threshold  $\mu + 1\sigma$  sebesar 104.243. Hasil ini menunjukkan bahwa luas daerah bekas terbakar hasil identifikasi citra memiliki perbedaan luasan.

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian ini antara model threshold paling baik yang digunakan untuk identifikasi daerah bekas terbakar dari citra Landsat 8 adalah  $\mu - 1\sigma$  sedangkan citra MODIS  $\mu + 1\sigma$ . Nilai akurasi hasil identifikasi daerah bekas terbakar dari citra Landsat 8 adalah 44,41% sedangkan

### 4.5 Akurasi Burned Area

Akurasi burned area dilakukan dengan membandingkan hasil identifikasi daerah bekas terbakar (estimated burned area) dengan data daerah bekas terbakar referensi (referenced burned area). Berdasarkan data estimated burned area dan referenced burned area, dapat dihitung data valid, omisi, dan komisi.

Tabel 4.4 Data valid, omisi, dan komisi

| CITRA     | THRESHOLD       | DATA VALID    | OMISI         | KOMISI        | AKURASI |
|-----------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------|
| LANDSAT 8 | $\mu - 1\sigma$ | 146623,223Ha  | 146827,594 Ha | 36652,768Ha   | 44,41%  |
|           | $\mu$           | 104710,272 Ha | 64663,728 Ha  | 87610,646 Ha  | 40,74%  |
|           | $\mu + 1\sigma$ | 52242,359 Ha  | 109627,641 Ha | 42164,896 Ha  | 42,79%  |
| MODIS     | $\mu - 1\sigma$ | 813347,839 Ha | 123023,161 Ha | 269324,799 Ha | 35,88%  |
|           | $\mu$           | 267405,839 Ha | 116394,593 Ha | 303709,294 Ha | 38,89%  |
|           | $\mu + 1\sigma$ | 219576,839 Ha | 67481,563 Ha  | 240264,545 Ha | 43,89%  |

Nilai akurasi paling besar untuk citra landsat 8 adalah 44,41% dari model  $\mu - 1\sigma$  dan untuk citra MODIS adalah 43,89% dari model  $\mu + 1\sigma$ . Besar nilai akurasi dipengaruhi oleh nilai omisi dan komisi pada tabel di atas, nilai omisi dan komisi pada citra landsat 8 dan modis terbilang cukup besar. Hal ini disebabkan oleh adanya tutupan awan dan bayangan. Sehingga mempengaruhi nilai perekaman citra yang dihasilkan. Tutupan awan mengakibatkan suatu daerah tidak terdeteksi sebagai daerah bekas terbakar, sedangkan bayangan mengakibatkan suatu daerah bekas terbakar.

citra MODIS adalah 43,89% Luas daerah bekas terbakar pada citra Landsat 8 sebesar 204.371 Ha, sedangkan pada citra MODIS memiliki luas daerah bekas terbakar 308.300 Ha.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan serta kesimpulan yang diperoleh, dapat dianalisa bahwa :

1. Identifikasi daerah bekas terbakar menggunakan citra MODIS memiliki resolusi spasial yang rendah, yaitu 250 m, 500 m, dan 1000 m. disarankan untuk penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan citra dengan resolusi yang lebih tinggi.
2. Data citra yang digunakan sebaiknya data citra yang bersih dari awan karena tutupan awan dan bayangan akan mempengaruhi nilai perekaman citra.
3. Sebelum melakukan penelitian diharapkan mengumpulkan data daerah bekas terbakar referensi

## DAFTAR PUSTAKA

SMITH, A. M. S., 2007. Production of Landsat ETM + reference imagery of burned areas within Southern African savannahs: comparison of methods and application to MODIS. *International Journal of Remote Sensing. Department of Rangeland Ecology and Management*, University of Idaho, Moscow, USA.

Arief, A. 2001. Hutan dan Kehutanan. Yogyakarta: Penerbit Kanisius. Departemen Kehutanan dan Perkebunan. 1999. Undang-undang Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan. Jakarta: Dephutbun

Lillesan, T.M, and R, W,Kiefer, 1979., *Remote Sensing and Image Interpretation* Jon Willey and Sons, New York,

Bakosurtanal, 2000. Peta Rupa Bumi Digital Indonesia 1508-131 Skala 1:25.000, Bogor: Bakosurtanal, 1 lembar.

Rudianto, B 2011. Analisis Pengaruh Sebaran Ground Control Point terhadap Ketelitian Objek pada Peta Citra Hasil

Ortorektifikasi Jurusan Teknik Geodesi – FTSP Institut Teknologi Nasional, Bandung.

- Bos, E.S, 1977. *Thematic Cartography*, Yogyakarta Faculty of Geography, Gadjah Mada University.
- Danoedoro, P. (1996). Pengolahan Citra Digital Teori dan Aplikasinya Dalam Bidang Penginderaan Jauh. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Dessi. F, et all, 2008, *Modis Data Processing For Coastal and Marine Environment Monitoring : A Study On Anomaly Detection And Evolution*. University of Cagliari, Italy,
- Fraser, R.H., Li, Z., & Chihlar, J. (2000). *Hotspot and NDVI differencing synergy (HANDS): A new technique for burned area mapping over boreal foresy*. *Remote Sensing of Environment*, 72, 362-376.
- Huete, A., Justice, C., & Leeuwen, V.W.,1999. *Modis Vegetation Index(MOD 13) Algorithm Theoretical Basis Document*, University of Virginia,Department of Environmental Sciences,Charlottesville, Virginia.
- Janssen, LFL. and Huurneeman, CG. 2001. Principles of Remote Sensing. Netherlands (NL): ITC
- Jensen, J. R., 1996, *Introductory Digital Image Processing : A Remote Sensing Perspective*, Upper Saddler River : Prentice Hall,
- Kaufman, Y. J., dan L.A. Remer, 1994. *Detection of forest fire using mid-IR reflectance: an application for aerosol srudies*. *Journal IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 32, pp. 672-683.
- LEGAT, K. Approximate direct georeferencing in national coordinates. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing* 60, 239-255, 2006.
- Lillesand.T.M. and R.W.Kiefer, 1979., *Remote Sensing and Image Interpretation*,



- John Willey and Sons, New York,
- Lindgren, D.T., 1985., *Land Use Planning and Remote Sensing*, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht,
- Tacconi, L. 2003. Kebakaran Hutan di Indonesia: Penyebab, Biaya dan Implikasi Kebijakan. CIFOR. Hal 1 <https://jurnalbumi.com/kebakaran-hutan/>,
- Drake, N. A., Wooster, M. J., A. T. Hudak, Z. A. Holden, and C. J. Gibbons, 2007: *Production of Landsat ETM1 reference imagery of burned areas within southern African savannahs: Comparison of methods and application to MODIS*. Int. J. Remote Sens., 28, 2753–2775.
- Prahasta, E., 2008, *Praktis Penginderaan Jauh dan Pengolahan citra Digital dengan Perangkat Lunak ER Mapper*, Bandung : Informatika Bandung,
- Purwadhi, F., 2001, *Interpretasi Citra Digital*, Jakarta : Grasindo
- Ratnasari, E. 2000. Pemantauan Kebakaran Hutan dengan Menggunakan Data Citra NOAA-AVHRR dan Citra Landsat-TM. Skripsi Mahasiswa Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Running, S. W., Justice, C. O., Salomonson, v. v., Hall, D., Barker, J., Kaufman, Y. J., Strahler, A. H., Huete, A. R., Muller, J.-P., Vanderbilt, V., Wan, Z. M., Teillet, P., & Carneggie, D (1994), *Terrestrial remote sensing science and algorithms planned for EOS/MODIS*, International Journal of Remote Sensing, 15(17), 3587-3620.
- Ryan L. 1997. *Creating a Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) image Using MultiSpec*. University of New Hampshire
- Saharjo, B. H. 1999. *Study on Forest Fire Prevention for Fast Growing Tree Species Acacia mangium Plantation in South Sumatera, Indonesia*. Kyoto University, Graduate School of agriculture. Pp : 32-39.
- Saharjo, B. H. 2000. *Penyiapan Lahan untuk Pembangunan Hutan Tanaman Industri (HTI)*. Laboratorium Kebakaran Hutan dan Lahan. Fakultas Kehutanan. IPB. Bogor.
- Saharjo, B.H. 2003. *Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan Yang Lestari Perlu dilakukan*. Departemen Silviculture. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. <https://jurnalbumi.com/kebakaran-hutan/>,
- Smith, A. M. S., M. J. Wooster, N. A. Drake, F. M. Dipotso, M. J. Falkowski, and A. T. Hudak, 2005: *Testing the potential of multi-spectral remote sensing for retrospectively estimating fire severity in African savanna environments*. Remote Sens. Environ., 97, 92–115.
- Soenarmo. 1994. *Pengindraan Jauh dan Pengenalan Sistem Informasi Geografi untuk Bidang ilmu Kebumihan*. Bandung : ITB.
- Thoha AS. 2008. *Karakteristik Citra Satelit*. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.
- USGS.2014.Landsat.[http://landsat.usgs.gov/band\\_designations\\_landsat\\_satellites.php](http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php) [Februari 2014]
- USGS.2014. *Using the USGS Landsat 8 Product*.[http://landsat.usgs.gov/Landsat8\\_Using\\_Product.php](http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php) [Februari 2014] <https://mcst.gsfc.nasa.gov/forums/images-seem-distorted-edges-scans-why-and-what-can-be-done>