
ANALISA PERBANDINGAN BERDASARKAN IDENTIFIKASI AREA KEBAKARAN DENGAN MENGUNAKAN CITRA LANDSAT-8 DAN CITRA MODIS (Studi Kasus : Kawasan Gunung Bromo)

Bangun Muljo Sukojo¹, Nurul Aini¹

¹Departemen Teknik Geomatika, FTSLK-ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia
e-mail: ¹bangun_ms@geodesy.its.ac.id

Abstrak

Kebakaran hutan dan lahan adalah suatu keadaan di mana hutan dan lahan dilanda api, sehingga mengakibatkan kerusakan hutan dan lahan yang menimbulkan kerugian ekonomis dan atau nilai lingkungan. Pada musim kemarau, beberapa wilayah di Indonesia kerap mengalami kebakaran. Salah satu contohnya adalah kebakaran yang terjadi di kawasan Gunung Bromo pada tanggal 20 sampai 23 Oktober 2014. Kebakaran ini mengakibatkan kurang lebih 1.487 Ha hutan savana rusak terbakar. Daerah bekas terbakar dapat diidentifikasi dengan memanfaatkan data penginderaan jauh, seperti citra Landsat-8 dan citra MODIS. Metode identifikasi yang digunakan adalah metode NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) yang memanfaatkan kanal inframerah dekat dan kanal merah. Daerah bekas terbakar diklasifikasi berdasarkan nilai dari tiga model threshold. Penggunaan beberapa model threshold dilakukan dengan tujuan mencari nilai akurasi paling besar. Berdasarkan hasil identifikasi daerah bekas terbakar, didapat nilai akurasi paling besar untuk citra Landsat-8 adalah 48,394% dari model $\mu - 1\sigma$ dengan luas daerah bekas terbakar yang dihasilkan sebesar 1.354,5 Ha. Sedangkan nilai akurasi paling besar untuk citra MODIS adalah 57,089% dari model μ dengan luas daerah bekas terbakar yang dihasilkan sebesar 1.005,209 Ha.

Kata Kunci - Landsat-8, MODIS, NDVI, Threshold, Uji akurasi

Abstract

Land and forest fire is a condition where the land and forest are hit by flame, causing land and forest destruction, economic losses, and environmental value. In the dry season, some of the regions in Indonesia often hit by flame. One example is a fire that occurred in the area of Mountain Bromo on October, 20th to 23rd 2014. These fires resulted in approximately 1.487 Ha of savanna forest got burned. Burned area can be identified by using remote sensing data, such as Landsat-8 and MODIS imagery. The method of identification used is the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) that utilizes near-infrared band and red band. Burned area is classified based on the value of the three threshold models. The use of multiple threshold models is done with the purpose of seeking the greatest accuracy value. Based on the results of burned area identification, obtained the greatest accuracy values of Landsat-8 is 48.394% from the $\mu - 1\sigma$ models and the wide of burned area is 1.354,5 Ha. While the greatest accuracy values of MODIS is 57,089% from the μ models and the wide of burned area is 1.005,209 Ha.

Key Words - Landsat-8, MODIS, NDVI, Threshold, Accuracy test

PENDAHULUAN

Kebakaran hutan dan lahan kerap terjadi di beberapa wilayah Indonesia. Salah satu contoh kasus kebakaran hutan dan lahan adalah kebakaran yang terjadi di kawasan Gunung Bromo pada tanggal 20 sampai 23 Oktober 2014. Kebakaran mengakibatkan kurang lebih 1.487 Ha hutan savana rusak terbakar. Kondisi tersebut menggambarkan bahwa kebakaran dapat menjadi ancaman serius karena kerugian besar yang diakibatkannya. Oleh sebab itu, perlu dilakukan upaya penanganan pasca kebakaran

dengan menyediakan informasi spasial daerah bekas terbakar dalam bentuk peta. Informasi dapat diperoleh dengan memanfaatkan data penginderaan jauh, yakni citra Landsat-8 dan citra MODIS.

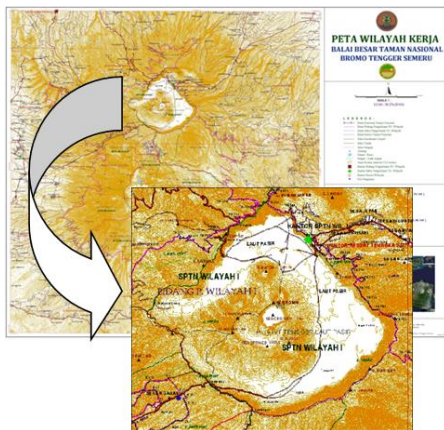
Identifikasi daerah bekas terbakar dilakukan dengan menggunakan metode NDVI. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) merupakan indeks vegetasi yang menghasilkan citra representatif untuk analisa kerapatan vegetasi. NDVI memanfaatkan kanal inframerah dekat dan kanal merah yang memiliki kekontrasan

tinggi untuk analisa kerapatan vegetasi. Metode NDVI dipilih karena resolusi spasial kanal yang digunakan sesuai dengan daerah penelitian yang kecil. Berdasarkan kanal yang digunakan, citra Landsat-8 memiliki resolusi spasial 30 m sedangkan citra MODIS memiliki resolusi spasial 250 m.

Perbedaan resolusi spasial citra Landsat-8 dan citra MODIS akan mengakibatkan perbedaan hasil identifikasi daerah bekas terbakar yang berupa peta. Selain itu, perbedaan hasil juga dipengaruhi oleh model threshold yang digunakan. Identifikasi dilakukan dengan menggunakan tiga model threshold sehingga setiap citra menghasilkan tiga peta daerah bekas terbakar yang berbeda. Oleh karena itu, perlu dilakukan uji akurasi setiap model threshold dari citra Landsat-8 dan citra MODIS untuk mendapatkan hasil identifikasi daerah bekas terbakar dengan nilai akurasi paling tinggi.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di kawasan Gunung Bromo yang terletak pada tiga kabupaten yaitu Probolinggo, Malang, dan Pasuruan. Secara geografis terletak pada 7°56'30" LU 112°57'00" BT. Kawasan Gunung Bromo berada di bawah pengelolaan Resort Tengger Laut Pasir, Taman Nasional Bromo Tengger Semeru.

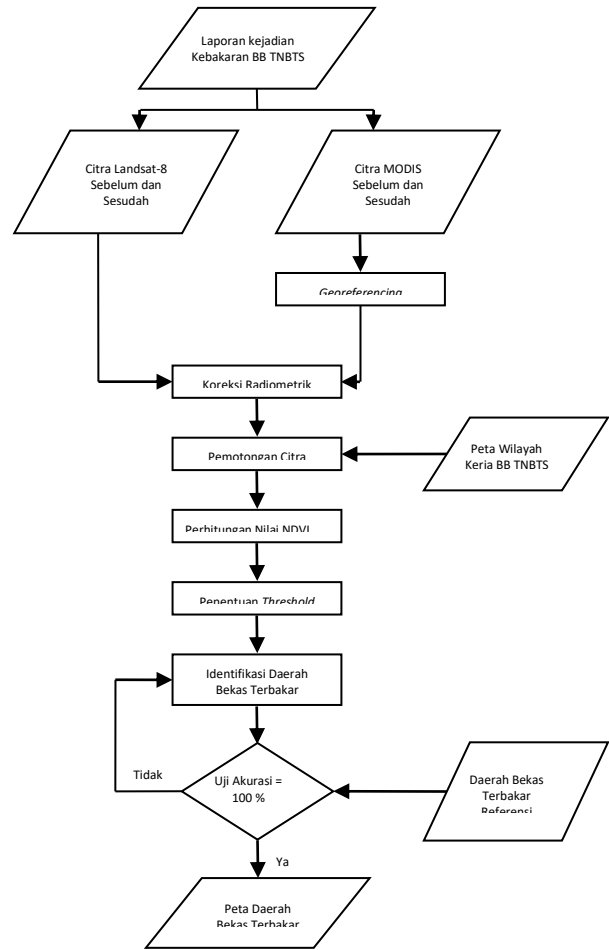


Gambar 1. Lokasi Penelitian

Metodologi Penelitian

Tahap Pengolahan Data

Tahap pengolahan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Diagram Alir Pengolahan Data Berikut penjelasan diagram alir pengolahan data :

1. Data Citra

Citra yang digunakan adalah citra Landsat-8 L1T dan citra MODIS Level 1B sebelum dan sesudah terjadinya kebakaran. Tanggal terjadinya kebakaran didapat dari laporan kejadian kebakaran BB TNBTS bulan Oktober 2014. Citra Landsat-8 yang digunakan adalah citra pada tanggal 3 Oktober 2014 dan 4 November 2014. Sedangkan citra MODIS yang digunakan adalah citra pada tanggal 27 Agustus 2014 dan 3 November 2014.

2. Georeferencing

Georeferencing merupakan proses pemberian sistem koordinat dari citra yang belum mempunyai acuan sistem koordinat ke dalam sistem koordinat dan proyeksi tertentu. Georeferencing hanya dilakukan untuk citra MODIS.

3. Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik meliputi kalibrasi radiometric yang bertujuan untuk mengubah nilai Digital Number menjadi reflektan dan

koreksi atmosferik yang bertujuan untuk menghilangkan efek atmosfer pada nilai reflektan citra.

4. Pemotongan Citra

Pemotongan citra dilakukan untuk mendapatkan daerah penelitian dan memfokuskan pengolahan data pada daerah tersebut. Citra dipotong berdasarkan area Seksi Pengelolaan Taman Nasional Wilayah 1 Resort Tengger Laut Pasir pada peta wilayah kerja BB TNBTS.

5. 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. Persamaan NDVI berdasarkan metode Huete et al. (1999) adalah:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} \quad (1)$$

Perhitungan NDVI akan menghasilkan nilai $NDVI_1$, $NDVI_2$, dan $\Delta NDVI$. $NDVI_1$ dihitung dari citra sebelum kebakaran sedangkan $NDVI_2$ dihitung dari citra sesudah kebakaran. $\Delta NDVI$ dihitung dari persamaan berikut:

$$\Delta NDVI = NDVI_1 - NDVI_2 \quad (2)$$

6. Penentuan *Threshold*

Threshold (nilai ambang batas) akan menentukan tingkat akurasi hasil daerah bekas terbakar. Penentuan *threshold* dilakukan dengan menghitung rata-rata (μ) dan standar deviasi (σ) nilai reflektan citra sebelum dan sesudah kebakaran. Mengacu pada Fraser et al. (2000), model *threshold* yang akan digunakan adalah $\mu - 1\sigma$, μ , $\mu + 1\sigma$.

7. Identifikasi Daerah Bekas Terbakar

Identifikasi daerah bekas terbakar dilakukan dengan menggunakan nilai $\Delta NDVI$ dan *threshold*. Persamaan untuk mendapatkan daerah bekas terbakar adalah:

$$BA = \Delta NDVI > Threshold \quad (3)$$

dimana BA adalah *Burned Area* (daerah bekas terbakar).

8. 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 (Lillesand & Kiefer, 1994; Short, 1982; Jensen, 2005):

$$Akurasi (\%) = \frac{V \times 100\%}{V + O + K} \quad (4)$$

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

9. Peta

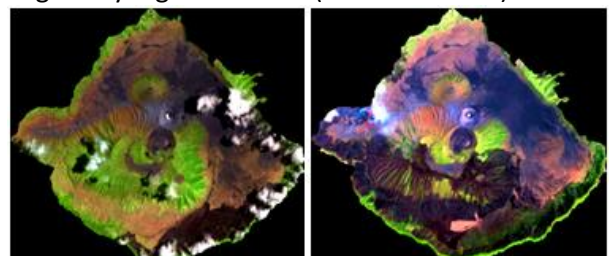
Informasi daerah bekas terbakar disajikan dalam bentuk peta yang sesuai dengan kaidah kartografi. Peta dibuat dari model *threshold* yang memiliki nilai akurasi paling besar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah bekas terbakar referensi merupakan data acuan yang dijadikan patokan kebenaran hasil identifikasi daerah bekas terbakar dari citra Landsat-8 dan citra MODIS. Daerah bekas terbakar referensi didelineasi berdasarkan :

1. Interpretasi data secara manual

Daerah bekas terbakar diprakirakan dengan melakukan interpretasi citra satelit secara manual, yaitu kombinasi kanal citra Landsat 8. Adapun kombinasi kanal yang digunakan antara lain *color infrared (vegetation)*, *healthy vegetation* dan *vegetation analysis*. Kombinasi kanal tersebut dapat digunakan untuk memperkirakan vegetasi yang sehat dan vegetasi yang tidak sehat (bekas terbakar).



Gambar 4. Kombinasi *Vegetation Analysis* Citra Sebelum (a) dan Sesudah Kebakaran (b)

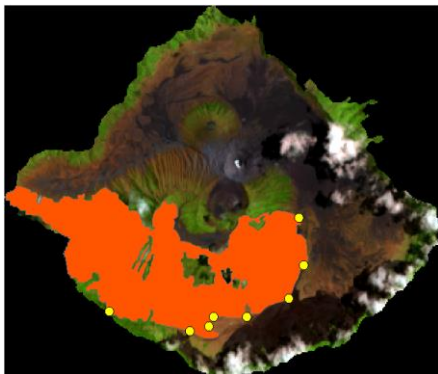
2. Laporan kejadian kebakaran Balai Besar TNBTS
Laporan kejadian menyatakan telah terjadi kebakaran pada tanggal 20 s/d 23 Oktober 2014. Luas daerah yang terbakar ± 1.487 Ha

pada Blok Teletubbies, Gunung Watangan, Gunung Kursi, Adasan, dan Keciri yang berada di Wilayah Kerja Resort Tengger Laut Pasir.

Tabel 1. Koordinat Lokasi Daerah Bekas Terbakar Wilayah Kerja Resort Tengger Laut Pasir

Lokasi	Koordinat	
Blok Watu Gedhe	07° 58' 42.3" S	112° 56' 33.4" E
Blok Jemplang	07° 58' 27.4" S	112° 55' 35.4" E
Blok Teletubbies	07° 58' 38.9" S	112° 56' 50.0" E
	07° 58' 30.4" S	112° 56' 51.7" E
Blok Adasan	07° 58' 30.4" S	112° 57' 17.2" E
Blok Pengol	07° 58' 14.5" S	112° 57' 48.6" E
	07° 57' 50.7" S	112° 58' 01.7" E
Blok Gunung Kursi	07° 57' 14.2" S	112° 57' 58.9" E

Berdasarkan hasil interpretasi dari kombinasi kanal Landsat-8 dan data koordinat lokasi daerah terbakar, maka dapat dibuat peta daerah bekas terbakar referensi seperti berikut :



Gambar 5. Daerah Bekas Terbakar Referensi

1. Data citra

Citra yang digunakan adalah citra Landsat-8 dan citra MODIS sebelum dan sesudah terjadinya kebakaran. Tanggal terjadinya kebakaran didapat dari laporan kejadian kebakaran Balai Besar TNBTS, yaitu 20 sampai 23 Oktober 2014.

- Citra Landsat-8
Level : 1T
Sebelum kebakaran : 3 Oktober 2014
Setelah kebakaran : 4 November 2014
- Citra MODIS
Level: 1B
Sebelum kebakaran: 27 Agustus 2014
Setelah kebakaran : 3 November 2014

2. Georeferencing

Georeferencing merupakan proses pemberian sistem koordinat dari citra yang belum memiliki sistem koordinat ke dalam sistem koordinat dan proyeksi tertentu. Geo-referencing hanya dilakukan untuk citra MODIS yang sudah memiliki data geolokasi.

3. Koreksi radiometric

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.

4. Pemotongan citra

Pemotongan citra dilakukan untuk mendapatkan daerah penelitian dan memfokuskan pengolahan data pada daerah tersebut. Citra dipotong berdasarkan area Resort Tengger Laut Pasir pada peta wilayah kerja Balai Besar TNBTS.

5. Perhitungan nilai NDVI

Perhitungan NDVI akan menghasilkan nilai NDVI₁, NDVI₂, dan ΔNDVI. NDVI₁ dan NDVI₂ dihitung dengan persamaan 1 sedangkan ΔNDVI dihitung dengan persamaan 2. Nilai NDVI berada dalam kisaran -1 hingga +1.

Tabel 2. Nilai NDVI

NDVI	Citra	
	Landsat-8	MODIS
NDVI ₁	0,02364 s/d 1	-0,22391 s/d 0,48277
NDVI ₂	-0,02915 s/d 0,97704	-0,27899 s/d 0,38253
ΔNDVI	-0,83966 s/d 0,92125	-0,39777 s/d 0,58749

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.

Tabel 3. Rata-rata Nilai NDVI Sebelum dan Sesudah Kebakaran

NDVI	Citra	
	Landsat-8	MODIS
μNDVI ₁	0.438901	0.143328
μNDVI ₂	0.339704	-0.038138

6. Penentuan threshold

Penentuan *threshold* dilakukan dengan menghitung rata-rata (μ) dan standar deviasi (σ) nilai reflektan dari 50 titik sampel citra Landsat-8 yang dianggap terbakar. Nilai rata-rata dan standar deviasi yang dihasilkan adalah 0.32002748 dan 0.116521449. Nilai *threshold* yang dihasilkan adalah:

$$\mu - 1\sigma = 0.203506031$$

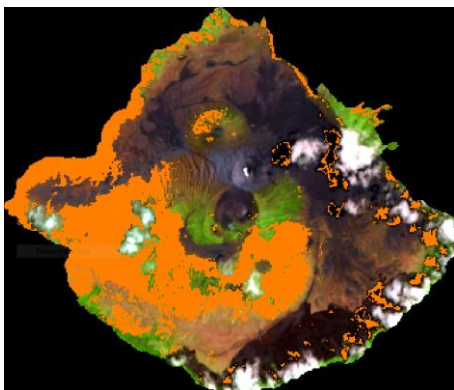
$$\mu = 0.320027480$$

$$\mu + 1\sigma = 0.436548929$$

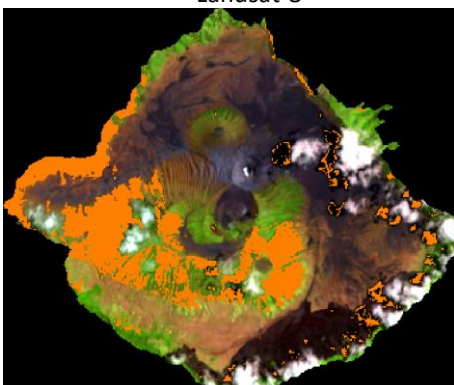
Setiap titik sampel memiliki nilai reflektan yang berbeda. Nilai tersebut menunjukkan tingkat keparahan daerah bekas terbakar. Semakin besar nilainya semakin parah. Oleh sebab itu, pemilihan titik sampel sebaiknya dilakukan di daerah bekas terbakar yang parah dan tidak. Jumlah titik sampel juga mempengaruhi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

7. Identifikasi daerah bekas terbakar

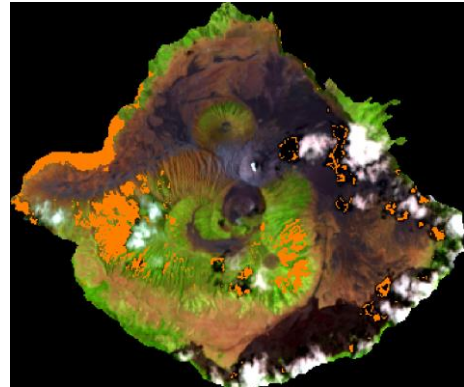
Suatu piksel dinyatakan sebagai daerah bekas terbakar jika nilainya melebihi nilai *threshold*. Identifikasi daerah bekas terbakar referensi (*estimated burned area*) dilakukan dengan menggunakan persamaan 3. Berikut hasil klasifikasi daerah bekas terbakar dari model *threshold* yang digunakan:



Gambar 6. Model $\mu - 1\sigma = 0.203501$ dari Citra Landsat-8



Gambar 7. Model $\mu = 0.32003$ dari Citra Landsat-8



Gambar 8. Model $\mu + 1\sigma = 0.43655$ dari Citra Landsat-8



Gambar 9. Model $\mu - 1\sigma = 0.203501$ dari Citra MODIS



Gambar 10. Model $\mu = 0.32003$ dari Citra MODIS



Gambar 11. Model $\mu + 1\sigma = 0.43655$ dari Citra MODIS

Hasil klasifikasi daerah bekas terbakar dipengaruhi oleh nilai *threshold*. Semakin kecil nilainya, semakin banyak piksel yang dinyatakan sebagai daerah bekas terbakar. Begitupun sebaliknya. Meskipun nilai *threshold* yang digunakan pada citra Landsat-8 dan citra MODIS sama, luas daerah bekas terbakar yang dihasilkan berbeda. Hal ini disebabkan oleh perbedaan resolusi spasial keduanya.

Citra Landsat-8 memiliki resolusi spasial 30 m sedangkan citra MODIS memiliki resolusi spasial 250 m. Berdasarkan resolusi spasialnya, luas terkecil daerah bekas terbakar yang masih dapat terdeteksi (satu piksel) adalah 900 m² dan 62500 m². Namun, tidak berarti seluruh daerah dalam satu piksel tersebut merupakan daerah bekas terbakar. Bisa jadi daerah bekas terbakar kecil (kurang dari satu piksel) yang terdeteksi sebagai daerah bekas terbakar satu piksel penuh.

Tabel 4. Luas Daerah Bekas Terbakar

Threshold	Luas Daerah Bekas Terbakar	
	Landsat-8	MODIS
$\mu - 1\sigma$	1.354,5 Ha	1.751,432 Ha
μ	794,79 Ha	1.005,209 Ha
$\mu + 1\sigma$	357,12 Ha	437,848 Ha

8. Analisa akurasi

Uji akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil identifikasi daerah bekas terbakar (*estimated burned area*) dengan data daerah bekas terbakar referensi (*referenced burned area*). Daerah bekas terbakar diperkirakan dengan melakukan kombinasi kanal citra Landsat-8 dan pengecekan koordinat lokasi daerah bekas terbakar dari laporan kejadian kebakaran BB TNBTS. Berdasarkan prakiraan tersebut, dapat dibuat daerah bekas terbakar referensi (*referenced burned area*) dengan melakukan delinesasi.

Berdasarkan data *estimated burned area* dan *referenced burned area*, dapat dihitung data valid, omisi, dan komisi.

Tabel 5. Data Valid, Omisi, dan Komisi

Citra	Threshold	Data Valid	Omisi	Komisi
Landsat 8	$\mu - 1\sigma$	837,997 Ha	516,503 Ha	377,094 Ha
	μ	520,364 Ha	274,426 Ha	694,728 Ha
	$\mu + 1\sigma$	206,519 Ha	150,601 Ha	1.008,572 Ha
MODIS	$\mu - 1\sigma$	969,504 Ha	781,928 Ha	245,587 Ha
	μ	806,896 Ha	198,314 Ha	408,196 Ha

			Ha
$\mu + 1\sigma$	420,574 Ha	17,274 Ha	794,518 Ha

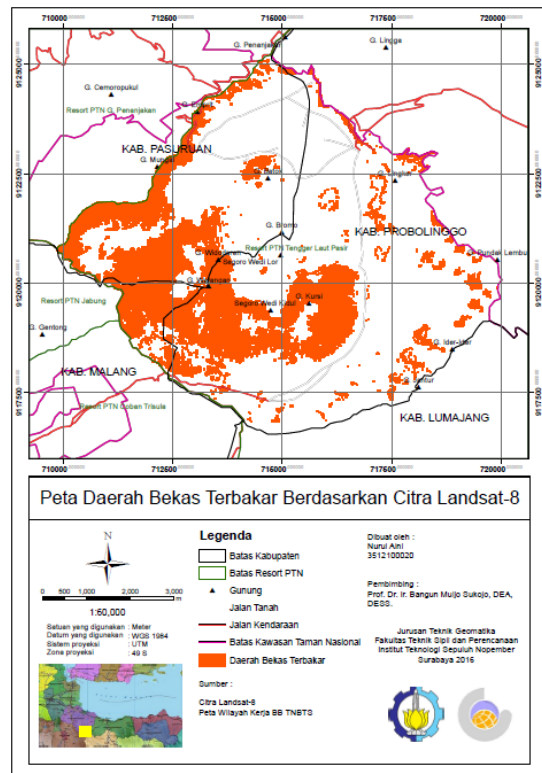
Besar nilai akurasi dipengaruhi oleh nilai omisi dan komisi. Pada tabel di atas, nilai omisi dan komisi citra Landsat-8 dan citra MODIS terbilang cukup besar. Hal ini disebabkan oleh adanya tutupan awan dan bayangannya sehingga mempengaruhi nilai perekaman citra yang dihasilkan. Tutupan awan mengakibatkan suatu daerah tidak terdeteksi sebagai daerah bekas terbakar, sedangkan bayangannya mengakibatkan suatu daerah terdeteksi sebagai daerah bekas terbakar. Nilai akurasi dihitung dengan persamaan 4.

Tabel 6. Nilai Akurasi

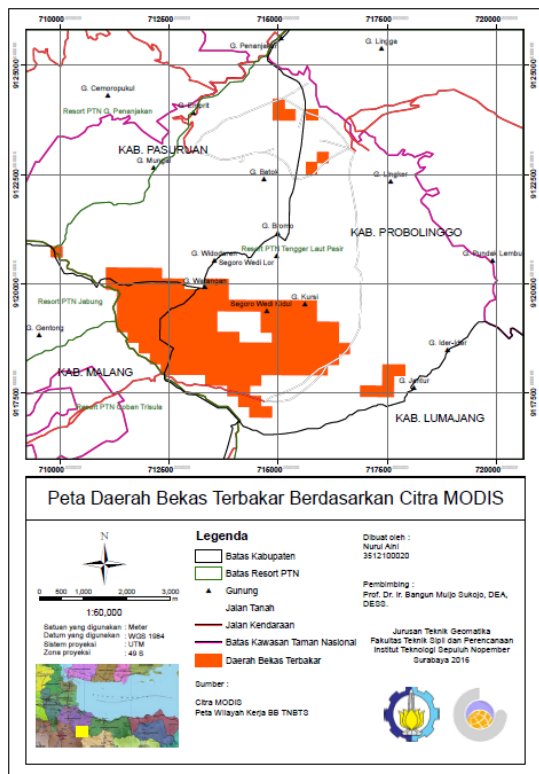
Threshold	Nilai Akurasi	
	Landsat-8	MODIS
$\mu - 1\sigma$	48,394 %	48,548 %
μ	34,935 %	57,089 %
$\mu + 1\sigma$	15,122 %	34,127 %

Nilai akurasi paling besar untuk citra Landsat-8 adalah 48% dari model $\mu - 1\sigma$ dan untuk citra MODIS adalah 57% dari model μ .

9. Peta daerah bekas terbakar



Gambar 12. Peta Daerah Bekas Terbakar Berdasarkan Citra Landsat-8



Gambar 13. Peta Daerah Bekas Terbakar Berdasarkan Citra MODIS

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari penelitian maka penulis menyimpulkan bahwa:

1. Luas area terbakar hasil klasifikasi citra landsat 8 30 m adalah 125.923,790 Hektar dengan nilai luasan terbesar berada pada Kabupaten Bengkalis dengan area terbakar seluas 40.011,077 Hektar dan nilai luasan terkecil berada pada Kabupaten Rokan Hulu seluas 47,950 Hektar.
2. Luas area terbakar hasil klasifikasi citra MODIS 250 m adalah 171.045,154 Hektar dengan nilai luasan terbesar berada pada Kabupaten Bengkalis dengan area terbakar seluas 58.502,386 Hektar dan nilai luasan terkecil berada pada Kabupaten Rokan Hulu seluas 281,250 Hektar.
3. Berdasarkan hasil penilaian akurasi dari citra MODIS dan citra Landsat 8 didapatkan hasil luas *burned area agreement* 40.200,882 Hektar, *related comission error* 94.633,149 Hektar, *related omission error* 44.744,897 Hektar, *independent comission error* 23.165,602 Hektar, dan *independent omission error* 21.766,780 Hektar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami sampaikan terima kasih kepada kepada Departemen Geomatika ITS yang telah memberikan dukungan administrasi dan pendanaan sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Artha, F. 2011. Studi Perbandingan Sebaran Hotspot dengan Menggunakan Citra Satelit NOAA/AVHRR dan AQUA MODIS. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2015. Definisi dan jenis bencana, <URL : <http://bnpb.go.id/pengetahuan-bencana/definisi-dan-jenis-bencana>>. Dikunjungi pada tanggal 1 November 2015, jam 19.00.
- Fraser, R.H., Li, Z., & Cihlar, 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.
- Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh LAPAN. 2005. Pedoman Pemanfaatan Data landsat-8 untuk Deteksi Daerah Terbakar (Burned Area).
- Suryo, Bagus, 2014. 10 Hari Terbakar, 400 Hektare Savana Gunung Bromo Terbakar, <URL : <http://news.metrotvnews.com/read/2014/10/22/308651/400-hektare-savana-gunung-bromo-terbakar>>. Dikunjungi pada tanggal 1 November 2015, jam 20.20.
- Suwarsono. 2012. Daerah Bekas Kebakaran Hutan dan Lahan (*Burned Area*) di Kalimantan. Depok : Universitas Indonesia.