

PEMANFAATAN DATA MODIS UNTUK IDENTIFIKASI DAERAH BEKAS TERBAKAR (*BURNED AREA*) BERDASARKAN PERUBAHAN NILAI NDVI DI PROVINSI KALIMANTAN TENGAH TAHUN 2009

Suwarsono, Fajar Yulianto, Parwati, dan Totok Suprpto
Peneliti Bidang PSDAL, Pusbangja, LAPAN
e-mail: landsono@yahoo.com

ABSTRACT

Land and forest fire are the natural disasters that often occur in Indonesian regions, especially Sumatera and Kalimantan. The disasters cause deep impacts to environments and human beings, so it is necessary to conduct mitigation. The research area took place in Central Kalimantan Province. The objective of the research is to applicate the MODIS remote sensing imagery for supporting the land and forest fire mitigation efforts, that is identifying the burned area. The analyzing is done by using methods of NDVI changes before and after land and forest burned periods in 2009 . The stages of the research consist of; fire hotspot frequency analyzing, NDVI changes calculation, threshold of NDVI changes establishing, and burned area estimation based on the threshold result. The results of the research show that the burned area in Central Kalimantan can be identified by using MODIS based on NDVI changes. The total numbers of burned area in 2009 are 122.900 hectares, most of them occurred in Pulangpisau, Kapuas, Katingan and Kotawaringin District. The results are needed to be verified in the next further research based on the field survey and or by using the high resolution imageries such as Landsat, SPOT-2 or 4, ALOS, Ikonos or Quickbird.

Key Words: *MODIS, Burned Area, NDVI, Central Kalimantan*

ABSTRAK

Kebakaran hutan dan lahan yang sering melanda wilayah Sumatera dan Kalimantan telah menimbulkan dampak yang sedemikian serius sehingga perlu dilakukan upaya-upaya penanggulangannya. Salahsatu bentuk teknologi yang dapat diaplikasikan untuk mendukung kegiatan penanggulangan kebakaran hutan dan lahan adalah teknologi satelit penginderaan jauh. Penelitian ini menitikberatkan pada pemanfaatan data penginderaan jauh MODIS untuk identifikasi daerah-daerah bekas kebakaran hutan dan lahan (*Burned area*). Data yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah NDVI yang dihasilkan dari data MODIS 16 harian selama kurun waktu 2009. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode perubahan nilai NDVI yang diekstraksi dari data MODIS 16 harian, yaitu dengan membandingkan perubahan nilai NDVI sebelum dan sesudah kebakaran hutan dan lahan. Tahapan analisis meliputi; analisis frekuensi *hotspot* untuk menentukan puncak terjadinya kebakaran hutan dan lahan, analisis perubahan nilai NDVI, penghitungan nilai ambang batas perubahan nilai NDVI yang merepresentasikan daerah bekas terbakar, dan analisis daerah bekas terbakar berdasarkan nilai ambang batas yang diketahui. Penelitian ini menyimpulkan bahwa Daerah bekas terbakar di Provinsi Kalimantan Tengah dapat diidentifikasi dari citra Terra/Aqua MODIS berdasarkan perubahan nilai NDVI. Luas daerah bekas terbakar di Provinsi Kalimantan Tengah selama kurun waktu musim kebakaran tahun 2009 (Juni – Oktober) adalah 122.900 ha yang sebagian besar terdapat di Kabupaten Pulangpisau, Kapuas, Katingan, dan Kotawaringin Timur. Masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui tingkat akurasinya baik dengan survey lapangan maupun menggunakan citra dengan resolusi spasial lebih tinggi seperti Landsat, SPOT-2/SPOT-4, ALOS, IKONOS atau Quickbird.

Kata Kunci: *MODIS, Burned Area, NDVI, Kalimantan Tengah*

1 PENDAHULUAN

Kebakaran hutan dan lahan bukan merupakan fenomena asing lagi di beberapa wilayah Indonesia, terutama Sumatera dan Kalimantan. Istilah kebakaran hutan dan lahan digunakan oleh karena kebakaran terjadi tidak hanya pada kawasan hutan yang menjadi wilayah pengelolaan Kementerian Kehutanan, akan tetapi juga terjadi pada lahan-lahan non hutan seperti perkebunan, pertanian, dan juga semak belukar. Fenomena alam ini berkembang menjadi suatu bentuk bencana alam yang mempunyai dampak terhadap aspek-aspek perikehidupan masyarakat. Kerugian secara ekonomis adalah nyata seperti yang berakibat langsung terhadap luas lahan yang terbakar berikut objek-objek di atasnya (tanaman dan kayu). Selain itu juga gangguan akibat penyebaran asap kebakaran terhadap roda transportasi darat, laut dan udara. Gangguan asap ini juga sangat berdampak negatif terhadap kesehatan masyarakat seperti munculnya gangguan ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan Atas). Dampak lainnya adalah terjadinya degradasi lahan dan menurunnya kualitas lingkungan.

Kebakaran hutan di Sumatera dan Kalimantan meningkat sepanjang musim kemarau sekitar bulan April hingga Oktober. Delapan provinsi di Sumatera dan Kalimantan yang ditetapkan sebagai daerah rawan kebakaran hutan dan lahan adalah Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Lampung, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur dan Kalimantan Selatan. Ke delapan provinsi tersebut menjadi pusat perhatian pemerintah pusat dalam penanggulangan bahaya kebakaran hutan dan lahan. Kondisi ini akan semakin parah apabila terjadi fenomena *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) seperti yang terjadi pada tahun 1997, 2002, 2004, dan 2006 (Adiningsih, E., et.al, 2008).

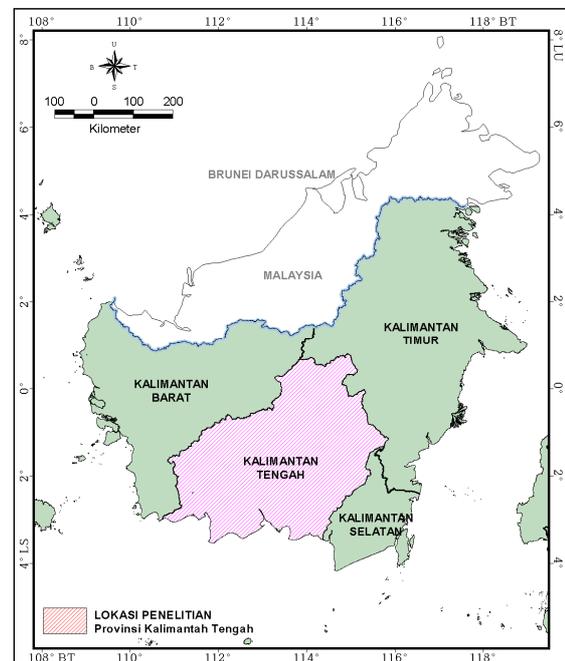
Sedemikian seriusnya dampak-dampak yang ditimbulkan oleh kebakaran hutan dan lahan maka diperlukan upaya-upaya untuk penanggulangannya. Upaya-upaya penanggulangan dampak bencana alam ini meliputi penanganan sebelum kejadian, pada saat kejadian dan pasca terjadinya kebakaran hutan dan lahan. Berbagai upaya telah dilakukan oleh berbagai elemen, baik pemerintah, swasta, maupun lembaga swadaya masyarakat dalam menanggulangi bencana alam ini. Dalam hal ini peranan riset dan teknologi sangat diperlukan untuk mendukung kegiatan penanggulangan tersebut. Salah satu bentuk teknologi yang dapat diaplikasikan untuk mendukung kegiatan penanggulangan kebakaran hutan dan lahan adalah teknologi satelit penginderaan jauh. Telah banyak penelitian yang terkait dengan aplikasi teknologi penginderaan jauh untuk penanggulangan kebakaran hutan dan lahan, seperti pemanfaatan data satelit untuk deteksi titik panas kebakaran (*fire hotspot*), deteksi sebaran kabut asap kebakaran, dan perhitungan emisi kebakaran. Selain itu juga pemanfaatan data satelit untuk memantau daerah-daerah yang telah terbakar (*Burned area*). Penelitian ini menitikberatkan pada pemanfaatan data penginderaan jauh MODIS untuk identifikasi daerah-daerah bekas kebakaran hutan dan lahan (*Burned area*). Dengan pemanfaatan data penginderaan jauh, diharapkan dapat diketahui daerah bekas kebakaran baik sebaran maupun perkiraan luasannya secara relatif lebih cepat, murah dan efisien apabila dibandingkan dengan pengukuran langsung di lapangan.

Pemanfaatan data penginderaan jauh untuk identifikasi daerah bekas terbakar telah banyak dilakukan oleh peneliti-peneliti di luar negeri dengan berbagai pendekatan, seperti pernah dilakukan oleh. Zhang, Y.H., et.al (2003), Roy, D.P., et.al (2002), Epting,

J., et.al (2005), Cocke, A.E., et.al (2005), Smith, A.M.S., et.al (2002), dan Clark, J., et.al (2003).

Zhang, Y.H., et.al (2003) melakukan penelitian untuk menghitung *burned area* bulanan dan estimasi emisi karbon akibat kebakaran hutan menggunakan data SPOT Vegetasi. Metode yang digunakan adalah analisis perbedaan nilai spektral-reflektansi dan indeks vegetasi data *time series* multitemporal. Metode yang dikembangkan telah berhasil mendeteksi seluruh kebakaran hutan berdasarkan verifikasi dengan data Landsat ETM+ dengan hasil *underestimate* sekitar 18% lebih rendah. Roy, D.P., et.al (2002) melakukan penelitian tentang pemetaan *burned area* menggunakan data MODIS multitemporal berdasarkan perubahan nilai reflektansi. Epting, J., et.al (2005) melakukan penelitian untuk mengevaluasi parameter indeks dalam penginderaan jauh yang digunakan untuk mengetahui kebakaran hutan dan lahan menggunakan data Landsat TM dan ETM+. Cocke, A.E., et.al (2005) melakukan penelitian untuk membandingkan metode analisis *burned area* yang dilakukan dengan data Landsat 7 ETM+ berdasarkan perbedaan nilai NBR dibandingkan dengan data lapangan. Smith, A.M.S., et.al (2002) melakukan penelitian untuk mendeteksi *burned area* menggunakan data ATSR-2 dan OPS. Sedangkan Clark, J., et.al (2003) dari Remote Sensing Applications Center, United States Department of Agriculture, membuat suatu laporan tentang dukungan data penginderaan jauh untuk pemetaan *burned area* di wilayah selatan California, Amerika Serikat. Dari laporan yang disusun dapat diketahui bahwa banyak data penginderaan jauh bermanfaat untuk mendukung penyediaan data *burned area*, yaitu SPOT 4 dan SPOT 5, Landsat, MODIS, MASTER, AIRDAS, ALI, IKONOS, dan Quickbird.

Berdasarkan hasil-hasil penelitian sebelumnya dapat diketahui bahwa data penginderaan jauh yang digunakan untuk analisis *burned area* sebagian besar berupa data optis dengan berbagai tingkat resolusi spasial seperti ATSR-2, MODIS, Landsat, SPOT-4/5 hingga Ikonos dan Quickbird. *Burned area* dapat dianalisis berdasarkan perubahan nilai reflektansi, indeks vegetasi, dan indeks-indeks lainnya yang dapat diekstraksi dari data optis seperti NBR (*Normalized Burn Ratio*), dan CBI (*Composite Burn Index*). Namun demikian, lokasi penelitian sebagian besar masih dilakukan di luar negeri, seperti di Rusia, Sudan, Afrika bagian Selatan, serta Alaska dan Arizona (Amerika Serikat) yang memiliki kondisi fisik alam dan iklim yang berbeda dengan Indonesia. Mengingat pentingnya informasi *burned area* tersebut, maka perlu dilakukan studi lebih lanjut dengan mengambil lokasi di Indonesia, terutama pada daerah-daerah rawan kebakaran hutan dan lahan seperti Sumatera dan Kalimantan.



Gambar 1-1: Lokasi penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi daerah bekas kebakaran hutan dan lahan dengan menggunakan data MODIS berdasarkan perubahan nilai NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) selama

kurun waktu 2009. Lokasi penelitian adalah di Provinsi Kalimantan Tengah (Gambar 1-1). Pemilihan Provinsi Kalimantan sebagai lokasi penelitian karena daerah ini termasuk daerah rawan kebakaran hutan dan lahan. Selain itu dari hasil pemantauan hotspot menunjukkan bahwa dalam kurun waktu 2009 dijumpai banyak sekali titik-titik panas yang menunjukkan peningkatan intensitas kebakaran.

Informasi mengenai perkiraan luas dan sebaran daerah bekas terbakar dari analisis data penginderaan jauh yang dihasilkan dari penelitian ini sangat bermanfaat bagi pemerintah baik pemerintah pusat, pemerintah provinsi dan pemerintah kota/kabupaten dalam rangka pengelolaan lahan pasca kebakaran terutama dalam mendukung upaya-upaya rehabilitasi lahan.

2 MATERIAL DAN METODE

2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah NDVI yang dihasilkan dari data MODIS 16 harian selama kurun waktu 2009, yaitu yang tersedia mulai bulan Januari hingga Desember. Selama kurun waktu tersebut terdapat 23 data MODIS 16 harian, yaitu berdasarkan urutan tanggal Julian Date:

- 2009-01 : 1 - 16 Januari 2009
- 2009-17 : 17 Januari – 1 Februari 2009
- 2009-33 : 2 – 17 Februari 2009
- 2009-49 : 18 Februari – 5 Maret 2009
- 2009-65 : 6 – 21 Maret 2009
- 2009-81 : 22 Maret – 6 April 2009
- 2009-97 : 7 – 22 April 2009
- 2009-113: 23 April – 8 Mei 2009
- 2009-129: 9 – 24 Mei 2009
- 2009-145: 25 Mei – 9 Juni 2009
- 2009-161: 10-25 Juni 2009
- 2009-177: 26 Juni-11 Juli 2009
- 2009-193: 12-27 Juli 2009
- 2009-209: 28 Juli-12 Agustus 2009

- 2009-225: 13-28 Agustus 2009
- 2009-241: 29 Agustus-13 Sept. 2009
- 2009-257: 14-29 September 2009
- 2009-273: 30 September-15 Okt. 2009
- 2009-289: 16-31 Oktober 2009
- 2009-305: 1-16 November 2009
- 2009-321: 17 November-2 Des. 2009
- 2009-337: 3-18 Desember 2009
- 2009-353: 19-31 Desember 2009

Selain data NDVI, juga digunakan data hotspot dari Terra/Aqua MODIS bulan Januari - Desember 2009 untuk tingkat kepercayaan $\geq 80\%$ dan Peta Administrasi Indonesia.

2.2 Metode Analisis

Analisis dilakukan dengan menggunakan metode perubahan nilai NDVI yang diekstrak dari data MODIS 16 harian, yaitu dengan membandingkan perubahan nilai NDVI sebelum dan sesudah kebakaran hutan dan lahan. Secara lebih rinci, tahapan analisis sebagai berikut:

- Analisis frekuensi hotspot bulanan selama tahun 2009 di Provinsi Kalimantan Tengah. Dari hasil ini akan diketahui pola intensitas hotspot, terutama untuk mengetahui puncak terjadinya kebakaran hutan dan lahan.
- Analisis perubahan nilai NDVI (Δ NDVI) pada saat sebelum dan setelah puncak kebakaran hutan dan lahan.
- Menghitung nilai ambang batas (*threshold*) Δ NDVI yang diinterpretasikan sebagai daerah bekas terbakar.
- Analisis daerah bekas terbakar (*Burned Area*). Analisis *burned area* berdasarkan perubahan nilai NDVI sebelum dan setelah kebakaran, berdasarkan riset yang pernah dilakukan oleh Zhang, Y.H., et.al (2003) secara sederhana dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$BA = \Delta NDVI > T_i \quad (2-1)$$

$$\Delta NDVI = NDVI_{pre} - NDVI_{post} \quad (2-2)$$

dimana:

BA : *Burned Area*

$\Delta NDVI$: perubahan NDVI

$NDVI_{pre}$: NDVI sebelum kebakaran

$NDVI_{post}$: NDVI setelah kebakaran

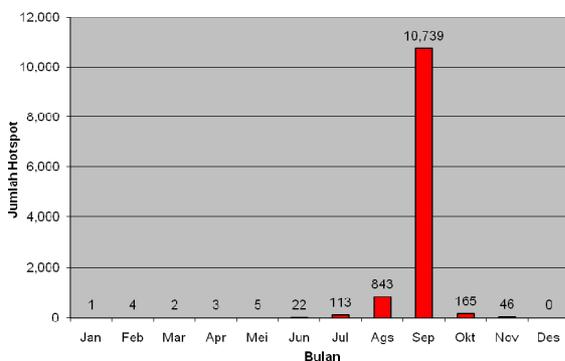
T_i : nilai *Threshold*

T_i merupakan nilai ambang batas $\Delta NDVI$ untuk *burned area* yang diperoleh dengan mengkalkulasi nilai-nilai $\Delta NDVI$ pada beberapa sampel citra yang secara nyata di lapangan benar-benar terbakar.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Sebaran Hotspot

Jumlah hotspot di Provinsi Kalimantan Tengah selama bulan Januari – Oktober 2009 adalah 11.897. Sebaran hotspot paling banyak terdapat di Kabupaten Pulangpisau (3.059 hotspot), Kapuas (2.588 hotspot), Katingan (1.401 hotspot) dan Kotawaringin Timur (1.144 hotspot) (Tabel 3-1). Hotspot mulai mengalami peningkatan pada bulan Agustus dan mencapai puncak pada bulan September, yaitu dengan jumlah hotspot 10.739. Pada bulan Oktober, jumlah hotspot mengalami penurunan menjadi 165 hotspot (Gambar 3-1).



Gambar 3-1: Distribusi *hotspot* per bulan di Provinsi Kalimantan Tengah selama bulan Januari – Oktober 2009

Tabel 3-1: JUMLAH HOTSPOT PER KABUPATEN DI PROVINSI KALIMANTAN TENGAH SELAMA BULAN JANUARI – OKTOBER 2009 (SUMBER : DATA TERRA/AQUA MODIS)

No.	Kota/Kabupaten	Jumlah Hotspot
1.	Pulangpisau	3.059
2.	Kapuas	2.588
3.	Katingan	1.401
4.	Kotawaringin Timur	1.144
5.	Kotawaringin Barat	699
6.	Seruyan	607
7.	Barito Selatan	545
8.	Kota Palangkaraya	409
9.	Barito Timur	373
10.	Sukamara	346
11.	Gunungmas	299
12.	Barito Utara	243
13.	Murungraya	140
14.	Lamandau	80
	Jumlah	11.943

Berdasarkan hasil ini, maka data NDVI dari Terra/Aqua MODIS yang ditentukan untuk analisis adalah : Data sebelum puncak kebakaran : data bulan Juli 2009 (Gambar 3-4) dan Data setelah puncak kebakaran : data bulan Oktober 2009 (Gambar 3-5).

a. Penentuan Nilai Ambang Batas

Penentuan nilai ambang batas memerlukan data lapangan atau data citra resolusi lebih tinggi tepat pada saat kejadian kebakaran hutan dan lahan.

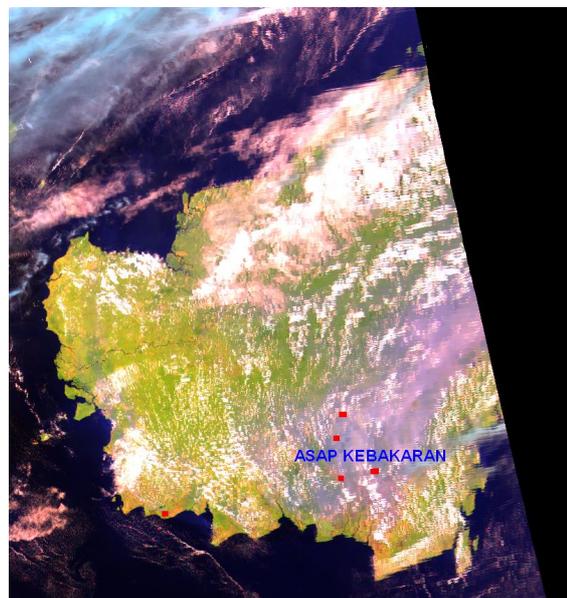
Namun pada penelitian ini, dicoba dengan menggunakan citra Terra/Aqua MODIS pada saat benar-benar terjadi kebakaran. Secara lebih rinci, penentuan nilai ambang batas yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Memilih data citra Terra/Aqua MODIS yang secara visual dan nyata menunjukkan kejadian kebakaran hutan dan lahan. Ini dapat dilihat dari adanya sebaran kabut asap yang terlihat pada citra.
- Memilih data hotspot MODIS pada tanggal kejadian kebakaran hutan dan lahan tersebut. Data hotspot dipilih yang mempunyai nilai kepercayaan paling besar atau maksimal, yaitu 100%.
- Mengintegrasikan data hotspot tersebut dengan nilai Δ NDVI. Dari sini diketahui nilai-nilai Δ NDVI pada titik hotspot dengan tingkat kepercayaan 100% dan benar-benar menunjukkan telah terjadi kebakaran hutan dan lahan. Nilai inilah yang ditetapkan sebagai nilai ambang batas untuk penentuan daerah bekas terbakar.

Berdasarkan analisis kejadian kebakaran hutan dan lahan secara visual data Terra/Aqua MODIS, diketahui bahwa telah terjadi kebakaran hutan dan lahan relatif besar pada tanggal 5, 13, 19, 25, 26 dan 28 September. Dengan demikian digunakan data hotspot MODIS pada tanggal tersebut sebagai referensi penentuan *threshold*. Diperoleh sebanyak 175 titik hotspot dengan tingkat kepercayaan 100% dan berlokasi tepat pada pusat-pusat kebakaran pada tanggal-tanggal tersebut. Gambar 3-2 dan 3-3 berturut-turut menunjukkan sebaran hotspot dengan tingkat kepercayaan 100% yang berlokasi tepat pada pusat-pusat kebakaran pada citra Aqua MODIS tanggal 13 dan 28 September 2009.



Gambar 3-2: Hotspot dengan tingkat kepercayaan 100% (titik-titik warna merah) yang berlokasi pada pusat-pusat kebakaran tampak pada citra Aqua MODIS tanggal 13 September 2009



Gambar 3-3: Hotspot dengan tingkat kepercayaan 100% (titik-titik warna merah) yang berlokasi pada pusat-pusat kebakaran tampak pada citra Aqua MODIS tanggal 28 September 2009

Asap kebakaran terlihat secara nyata dan mengindikasikan bahwa pada kedua tanggal tersebut telah terjadi kebakaran hutan dan lahan.

Perhitungan secara statistik terhadap 175 sampel nilai Δ NDVI diperoleh nilai rata-rata Δ NDVI = 0.21. Nilai ini ditetapkan sebagai threshold untuk penentuan *burned area*.

b. Penentuan *Burned Area*

Pada perhitungan awal, penentuan *Burned area* dilakukan dengan menggunakan persamaan 2-1, yaitu berdasarkan nilai Δ NDVI yang melebihi nilai ambang batas (T_i). Pada analisis selanjutnya, ternyata belum tentu semua nilai Δ NDVI yang berada di atas ambang batas merupakan *Burned area*. Hal ini disebabkan karena yang terdeteksi sebenarnya merupakan daerah-daerah yang mengalami perubahan penutupan lahan secara drastis dari lahan bervegetasi menjadi lahan terbuka. Perubahan ini bisa jadi tidak hanya disebabkan oleh kebakaran hutan dan lahan, akan tetapi oleh penyebab yang lain, seperti pembukaan lahan dengan cara tidak membakar dan konversi lahan lainnya.

Oleh sebab itu persamaan 2-1 mensyaratkan keberadaan hotspot sebagai pemfilternya. Dimana hasil dari persamaan 2-1 yang sebelumnya ditemukan adanya hotspot saja yang benar-benar merupakan *Burned area*. Dengan demikian persamaan 2-1 dimodifikasi menjadi:

$$BA = \Delta \text{NDVI}_{(\text{FHS})} > T_i \quad (3-1)$$

dimana:

FHS : Hotspot

BA : *Burned Area*

Δ NDVI: perubahan NDVI

T_i : nilai *Threshold*

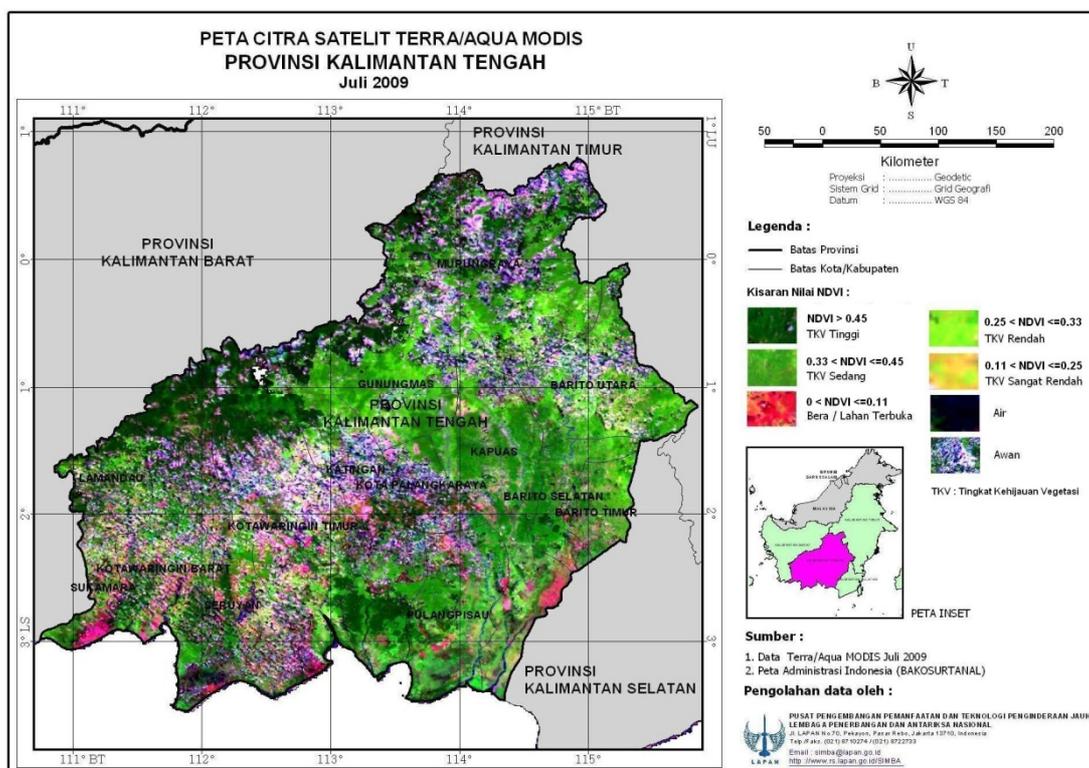
Perhitungan dengan menggunakan persamaan 3-1 memberikan hasil *Burned Area* seperti tampak pada Gambar 3-6. Gambar tersebut menunjukkan contoh hasil analisis *Burned area* setelah dilakukan perbesaran (*zooming*) di sebagian wilayah Kabupaten Pulangpisau-

Kalimantan Tengah. Data sebelum puncak hotspot (A), setelah puncak hotspot (B), dan hasil analisis *Burned area* (C). Mencermati hasil analisis tersebut tampak bahwa luas dan persebaran *Burned area* pada Gambar (C) secara visual relatif lebih kecil bila dibandingkan dengan Gambar (B). Pada Gambar (B) warna merah gelap yang mengindikasikan lahan terbuka tampak lebih luas. Dengan demikian dapat dipahami bahwa hasil analisis *Burned area* dalam penelitian ini bersifat *under estimate*, yaitu bahwa luas yang terdeteksi lebih kecil dibandingkan luas yang sebenarnya di lapangan. Untuk mengetahui seberapa besar akurasi hasil perhitungan perlu dilakukan verifikasi lapangan atau analisis lebih lanjut menggunakan citra dengan resolusi spasial lebih tinggi.

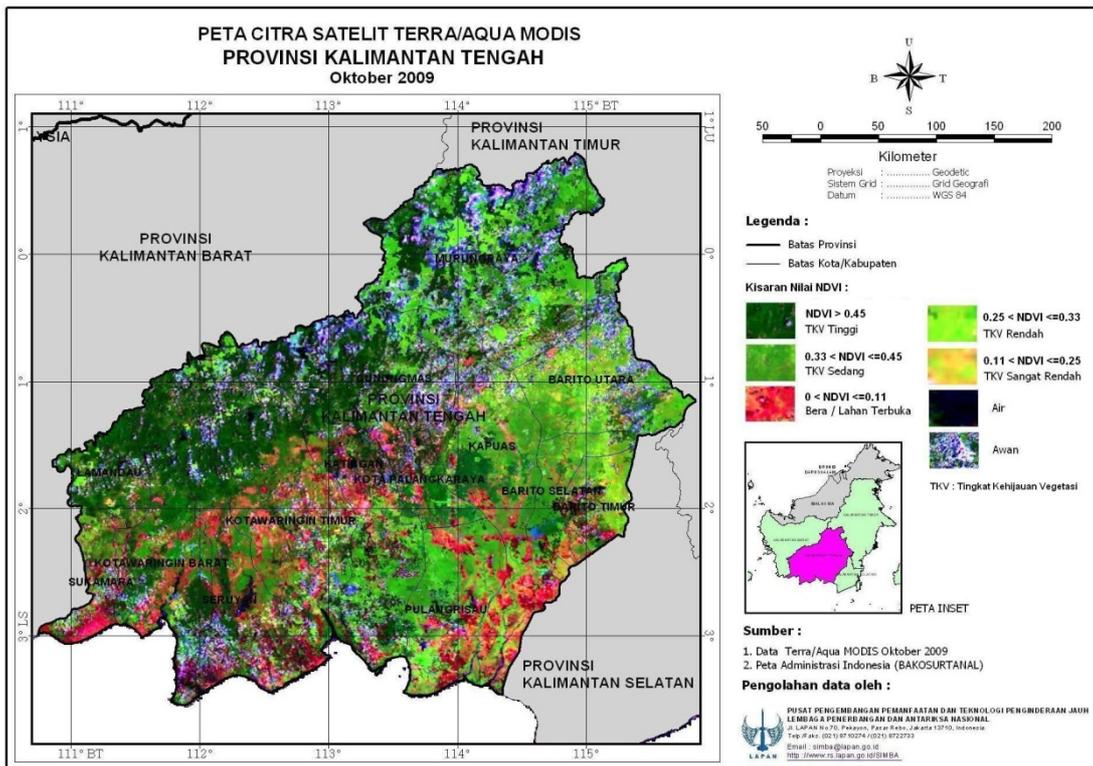
Berdasarkan hasil perhitungan secara keseluruhan dapat diketahui estimasi luas daerah bekas kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Kalimantan Tengah pada tahun 2009, yaitu seluas 122.900 hektar, yang sebagian besar terdapat di Kabupaten Pulangpisau (31.500 ha), Kapuas (27.700 ha), Katingan (14.600 ha) dan Kotawaringin Timur (10.000 ha) (Tabel 3-2 dan Gambar 3-7). Salah satu yang menarik dari hasil analisis *Burned area* ini adalah terdapat kesesuaian urutan antara perkiraan luas bekas daerah kebakaran hutan dan lahan dengan jumlah hotspot di setiap kabupaten. Namun demikian, perlu menjadi perhatian dari hasil analisis *Burned area* menggunakan citra Terra/Aqua MODIS, yaitu ; informasi peta yang dihasilkan dari kegiatan ini diperuntukan untuk skala provinsi, karena menggunakan data Terra/Aqua MODIS yang mempunyai resolusi spasial menengah (1000 meter). Untuk membuat informasi peta yang serupa pada skala tingkat Kota/Kabupaten perlu menggunakan data satelit dengan resolusi lebih tinggi, seperti SPOT-2/SPOT-4 atau ALOS.

Tabel 3-2: ESTIMASI LUAS DAERAH BEKAS KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN DI PROVINSI KALIMANTAN TENGAH TAHUN 2009

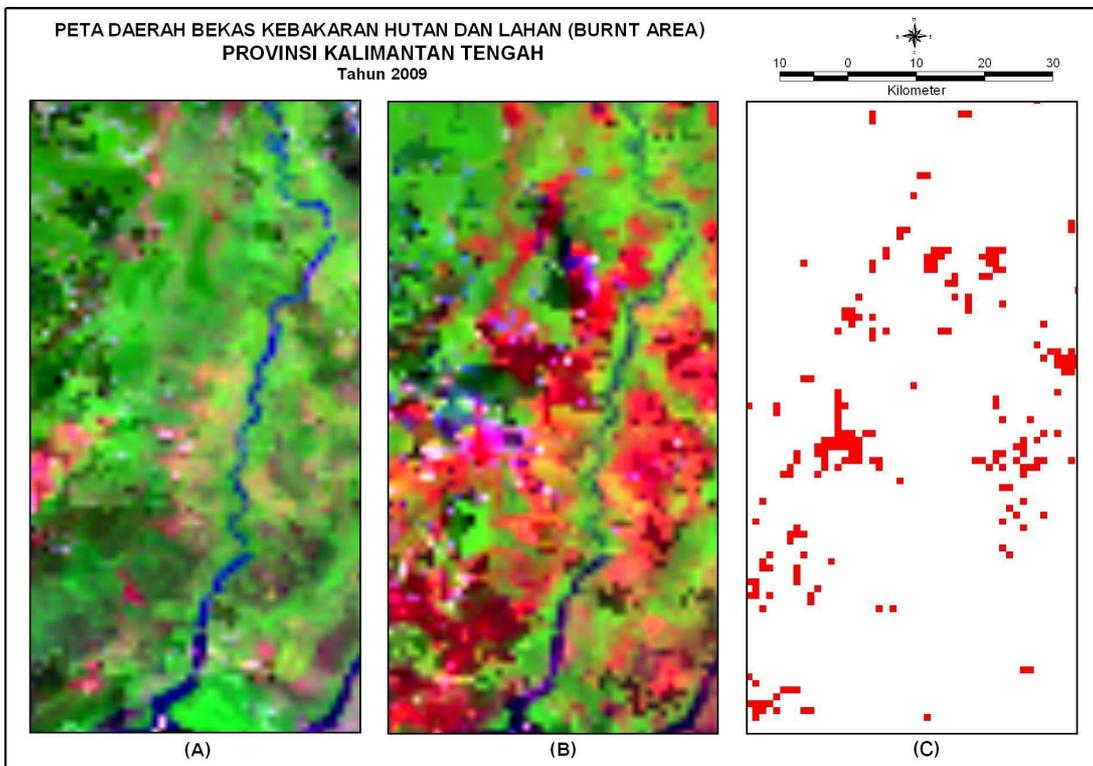
No.	Kota/Kabupaten	Luas (Ha)
1.	Pulangpisau	31.500
2.	Kapuas	27.700
3.	Katingan	14.600
4.	Kotawaringin Timur	10.000
5.	Sukamara	7.600
6.	Kotawaringin Barat	6.600
7.	Seruyan	5.900
8.	Gunungmas	4.500
9.	Barito Timur	4.000
10..	Kota Palangkaraya	3.600
11.	Barito Utara	3.100
12.	Barito Selatan	2.700
13.	Murungraya	800
14.	Lamandau	300
	Jumlah	122.900



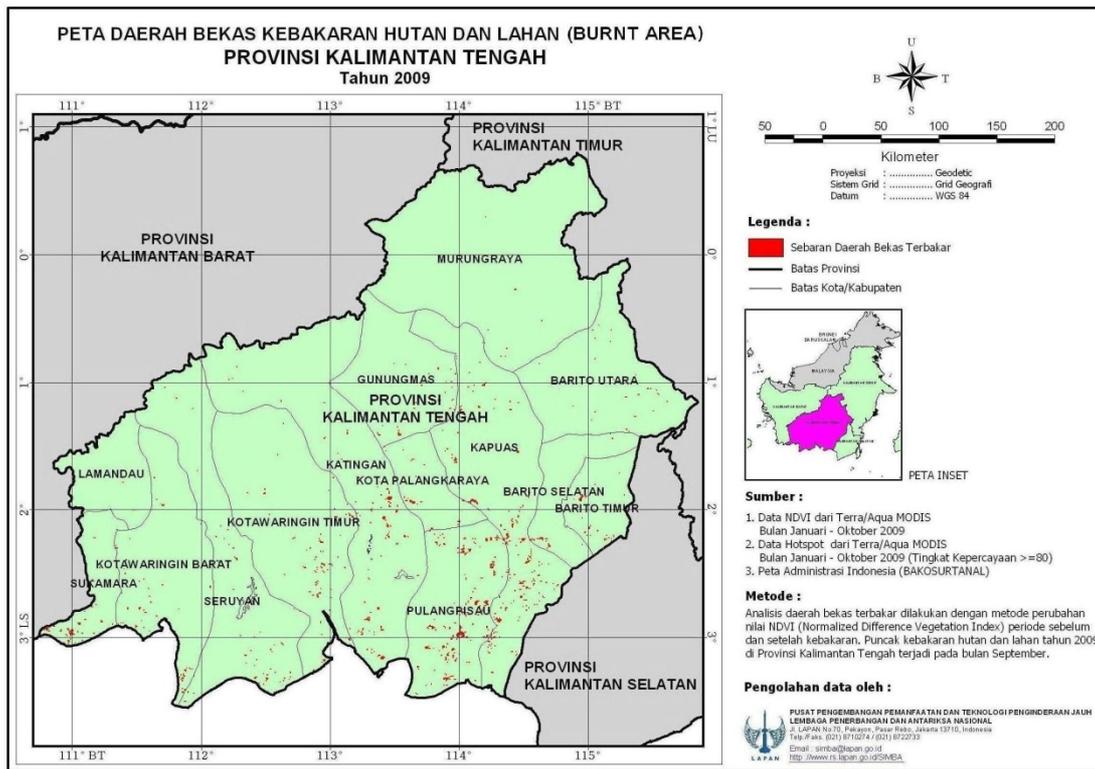
Gambar 3-4: Peta Citra Satelit Terra/Aqua MODIS Provinsi Kalimantan Tengah Juli 2009 (sebelum puncak hotspot/bulan September). Keterangan citra berupa nilai TKV untuk merepresentasikan NDVI



Gambar 3-5: Peta Citra Satelit Terra/Aqua MODIS Provinsi Kalimantan Tengah Tahun 2009 (setelah puncak hotspot/bulan September). Keterangan citra berupa nilai TKV untuk merepresentasikan NDVI



Gambar 3-6: Perbesaran hasil analisis *Burned area* sebagian wilayah Kabupaten Pulang Pisau - Kalimantan Tengah. Data sebelum puncak hotspot (A), setelah puncak hotspot (B), dan hasil analisis *Burned area* (C)



Gambar 3-7: Peta Daerah Bekas Kebakaran Hutan dan Lahan di Provinsi Kalimantan Tengah Tahun 2009

4 KESIMPULAN

Daerah bekas terbakar di Provinsi Kalimantan Tengah dapat diidentifikasi dari citra Terra/Aqua MODIS berdasarkan perubahan nilai NDVI. Luas daerah bekas terbakar di Provinsi Kalimantan Tengah selama kurun waktu musim kebakaran tahun 2009 (Juni – Oktober) adalah 122.900 ha yang sebagian besar terdapat di Kabupaten Pulangpisau, Kapuas, Katingan, dan Kotawaringin Timur. Perlu menjadi catatan bahwa model analisis *Burned area* dalam penelitian ini bersifat *under estimate*.

Oleh karena hasil penelitian ini belum dilakukan verifikasi, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memverifikasi dan mengetahui tingkat akurasi yang baik dengan survei lapangan maupun menggunakan citra dengan resolusi spasial lebih tinggi seperti Landsat, SPOT-2/SPOT-4, ALOS, IKONOS atau Quickbird.

DAFTAR RUJUKAN

Adiningsih E.S., Roswintarti, O., Buono, A., Suwarsono, Ramadhan, A., Ismail, A., Dyahwathi, N., 2008. *Climatic Change and Fire Risks in Indonesia*. Final Report Submitted to Center for International Forestry Research (CIFOR) Bogor Indonesia.

Clark, J., Parsons, A., Zajkowski, T., & Lannom, K., 2003. *Remote Sensing Imagery Support for Burned Area Emergency Response Teams on 2003 Southern California Wildfires*. Project Report Operations, Remote Sensing Applications Center, United States Department of Agriculture.

Cocke, A.E., Fule, P.Z., & Crouse, J.E., 2005. *Comparison of Burn Severity Assessments using Differenced Normalized Burn Ratio and ground data*. *International Journal of Wildland Fire*. 14, 189-198.

- Epting, J., Verbyla, D., & Sorbel, B., 2005. *Evaluation of Remotely Sensed Indices for Assessing Burn Severity in Interior Alaska using Landsat TM and ETM+*. *Remote Sensing and Environment*. 96, 328-239.
- Howard, J.A., 1996. *Penginderaan Jauh Untuk Sumberdaya Hutan, Teori dan Aplikasi*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Mitchell, B., Setiawan, B., & Rahmi, D.H., 2003. *Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Roy, D.P., Lewis, P. E., & Justice, C.O., 2002. *Burned Area Mapping using Multi-temporal Moderate Spatial Resolution Data - a bi-directional Reflectance Model-based Expectation Approach*. *Remote Sensing and Environment*. 83, 263-286.
- Smith, A.M.S., Wooster, M.J., Powell, A.K., & Usher, D., 2002. *Texture Based Feature Extraction: Application to Burn Scar Detection in Earth Observation Satellite Sensor Imagery*. *International Journal of Remote Sensing*. 23, 1733-1739.
- Sutanto, 1995. *Penginderaan Jauh Dasar*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Zhang, Y.H., Wooster, M.J., Tutubalina, O., & Perry, G.L.W., 2003. *Monthly Burned Area and Forest Fire Carbon Emission Estimates for the Russian Federation from SPOT VGT*. *Remote Sensing and Environment*. 87, 1-15.

Singkatan-singkatan :

MODIS	: Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
NDVI	: Normalized Difference Vegetation Index
TM	: Thematic Mapper
ETM+	: Enhanced Thematic Mapper +
NBR	: Normalized Burn Ratio
SAVI	: Soil Adjusted Vegetation Index
MSAVI	: Modified Soil Adjusted Vegetation Index
PC2	: Principal Component 2
TC2	: Tasseled Cap -greenness
TC3	: Tasseled Cap -wetness
BT	: Brightness temperature
MASTER	: MODIS/ASTER Airbone Simulator
AIRDAS	: Airborne Infrared Disaster Assessment System
ALI	: Advanced Land Imager