

# VALIDASI HOTSPOT MODIS DI WILAYAH SUMATERA DAN KALIMANTAN BERDASARKAN DATA PENGINDERAAN JAUH SPOT-4 TAHUN 2012

Any Zubaidah<sup>\*)</sup>, Yenni Vetrita<sup>\*)</sup>, M. Rokhis Khomarudin<sup>\*)</sup>

<sup>\*)</sup> Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, LAPAN

e-mail: baidah\_any@yahoo.com

## Abstract

Validated hotspot is needed as a tool for disaster mitigating of forest/land fire. This study aims to examine the accuracy of the hotspot as an indicator of forest fire/land from two data sources, namely IndoFire Map Service and Fire Information for Resource Management System. Validation is done by comparing the data hotspot with a higher resolution image i.e. SPOT-4. The results showed that the entire accuracy hotspot FIRMS acquired by 64% with an error rate of Commission and error Omission 18%, respectively. While the percentage of accuracy hotspot Indofire results were found to be 42% with an error rate of 20% Commission and 38% Omission error. Further analyses showed slightly better accuracy of the hotspot by 66% with 19% commission error and error omission 15% for FIRMS data, while the hotspot Indofire found by 46% with 19% commission error and error omission which higher at around 35 %. Higher omission error can be caused by heavy smoke and clouds that cannot be detected by MODIS algorithm. Moreover, it may caused by a small fire was detected in the SPOT-4. This study suggested considering entire confidence level of hotspot on mitigating fires, specifically in peatland.

**Key Words:** *Hotspot, MODIS, Indofire, FIRMS-NASA, penginderaan jauh.*

## Abstrak

Informasi titik panas (*hotspot*) yang tervalidasi sangat dibutuhkan dalam upaya penanggulangan kebakaran hutan/lahan secara tepat untuk mengurangi polemik tingkat masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk menguji akurasi titik hotspot dari beberapa sumber data, yaitu IndoFire Map Service dan Fire Information for Resource Management System (FIRMS). Validasi dilakukan dengan membandingkan data hotspot dengan kenampakan citra yang resolusinya lebih tinggi, yaitu SPOT-4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prosentase hasil akurasi hotspot FIRMS sebesar 64% dengan tingkat *Commission error* dan *Omission error* masing-masing 18%. Sedangkan Prosentase hasil akurasi hotspot Indofire ditemukan sebesar 42% dengan tingkat *Commission error* 20% dan *Omission error* 38%. Analisis lebih lanjut di lahan gambut, telah diperoleh nilai akurasi hotspot FIRMS sebesar 66% dengan *commission error* 19% dan *ommission error* 15%, sedangkan hotspot Indofire ditemukan sebesar 46% dengan *commission error* 19% dan *ommission error* sekitar 35%. Tingginya *omission error* disebabkan oleh asap tebal dan awan yang tidak bisa dideteksi algoritma MODIS, disamping adanya kebakaran kecil pada SPOT-4 yang tidak bisa terdeteksi MODIS. Studi ini menyarankan penggunaan semua tingkat kepercayaan hotspot khususnya untuk mitigasi kebakaran di lahan gambut.

**Kata Kunci:** *Hotspot, MODIS, Indofire, FIRMS-NASA, penginderaan jauh.*

## 1. Pendahuluan

Kebakaran hutan dan lahan sering terjadi di Indonesia, khususnya di wilayah Sumatera dan Kalimantan. Walaupun telah banyak upaya yang telah dilakukan, kebakaran hutan tetap terjadi setiap tahun. Kebakaran hutan dan lahan dapat diindikasikan dengan adanya hotspot dan asap kebakaran, sehingga informasi tentang hotspot yang tervalidasi sangat dibutuhkan dalam pengelolaan bencana oleh berbagai kepentingan.

Salah satu sumber informasi hotspot diperoleh dari data satelit Terra/Aqua MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*). Berbagai sumber informasi hotspot Terra/Aqua MODIS telah dilakukan antara lain oleh FIRMS-NASA (*Fire Information for Resource Management System - National Aeronautics and Space Administration*) dan system "Indofire". Indofire merupakan system prediksi titik panas kebakaran hutan/lahan yang terjadi di Indonesia berbasis web. System ini merupakan hasil kerjasama antara LAPAN dengan Landgate Australia, Kementerian Kehutanan, Kementerian Lingkungan

Hidup, Universitas Bina Nusantara (sebagai dukungan tenaga teknis dalam pengoperasiannya) secara real time.

Mengingat bencana kebakaran hutan/lahan yang rutin berlangsung setiap tahun pada musim kering, dan dengan adanya perbedaan hasil informasi hotspot di atas perlu dilakukan validasi hotspot sebagai kebutuhan nasional/regional tentang penyamaan data/informasi hotspot sebagai referensi yang tervalidasi. Menurut Vetruta (2011), telah melakukan validasi hotspot Indofire yang hanya dilakukan di Provinsi Riau dengan menggunakan penggabungan 3 metode yaitu survei lapangan, buffering 2 km dari hotspot, dan deteksi asap secara visual menggunakan data MODIS. Nilai akurasi diperoleh sebesar 43%, dengan *commision error* 53% dan *ommision error* 4%. Berdasarkan penelitian Bowo E. Cahyono, *et al.* (2012), dengan melakukan analisis nilai ambang batas pada algoritma deteksi kebakaran dengan menggunakan data MODIS menghasilkan nilai akurasi deteksi kebakaran MODIS dari MOD14 adalah 73,2% untuk Sumatera-Kalimantan dan 91,7% untuk wilayah Afrika Selatan.

Didalam penelitian ini, dilakukan validasi hotspot yang bersumber dari data Terra/Aqua-MODIS dengan menggunakan data penginderaan jauh resolusi lebih tinggi yaitu SPOT-4 (*Satellite Pour l'Observation de la Terre*) seri 4. Lokasi penelitian dilakukan di P. Sumatera dan Kalimantan yang memiliki sebaran hotspot tinggi dan berdasarkan ketersediaan data SPOT-4 yang relatif cerah. Pengolahan citra satelit SPOT-4 yang dipergunakan, diupayakan untuk dapat meng-ekstrak informasi mengenai kebakaran hutan/lahan di suatu daerah sehingga dapat ditentukan titik kebakarannya. Titik kebakaran ini digunakan untuk memvalidasi hotspot baik yang diperoleh dari MODIS-Firm ataupun MODIS-Indofire.

Hasil validasi hotspot diharapkan dapat mengeluarkan nilai akurasi yang akan digunakan sebagai dasar pertimbangan kebijakan bagi pemangku kepentingan terkait, misalnya Kementerian Kehutanan, Kementerian Lingkungan, Kementerian Pertanian, dll. Disamping itu dapat digunakan pula oleh pengguna lain dalam memanfaatkan data/informasi ini sesuai dengan keperluannya. Informasi yang tersedia sangat bermanfaat bagi pengguna baik sebagai alat pemantauan untuk menetapkan upaya pengelolaan bencana maupun sebagai data masukan untuk kegunaan lainnya.

## 2. Metodologi

### 2.1. Data yang digunakan

- 1) hotspot bersumber dari MODIS-NASA (Sumber:<https://earthdata.nasa.gov/data/near-real-time-data/firms/active-fire-data>) dan hotspot dari MODIS-Indofire (sumber: <http://indofire.landgate.wa.gov.au/indofire.asp>) pada bulan Juni hingga Oktober 2012.
- 2) **SPOT-4** periode Juni - Oktober 2012. Selama tahun 2012 hanya diperoleh 21 scene data Spot-4 yang terlihat cukup jelas titik kebakaran dan sebaran asap kebakarannya (Tabel 2-1).

Tabel 2-1 Data SPOT-4 yang digunakan selama Tahun 2012

NO.	Tanggal	K-J-Lintasan	NO.	Tanggal	K-J-Lintasan
1.	14-Jun-12	267-346-S0	12.	11-Agst-12	270-346-S7
2.	20-Jun-12	268-346-S0	13.	07-Sept-12	279-357-S0
3.	20-Jun-12	268-347-S8	14.	07-Sept-12	280-357-S7
4.	20-Jun-12	269-347-S0	15.	17-Sept-12	276-353-S0
5.	27-Jul-12	279-357-S0	16.	27-Sept-12	280-355-S2
6.	02-Agst-12	289-352-S0	17.	28-Sept-12	279-356-S2
7.	08-Agst-12	289-352-S0	18.	03-Okt-12	280-355-S0
8.	08-Agst-12	289-353-S3	19.	03-Okt-12	280-356-S4
9.	10-Agst-12	269-346-S9	20.	04-Okt-12	297-354-S0
10.	11-Agst-12	269-347-S1	21.	05-Okt-12	295-355-S0
11.	11-Agst-12	269-347-S7			

## 2.2. Metode penentuan hotspot

Penentuan hotspot MODIS dihitung berdasarkan kanal termal pada panjang gelombang 4  $\mu\text{m}$  dan 11  $\mu\text{m}$ , yang terdapat pada kanal 21, 22 dan 31. Spesifikasi kanal MODIS yang digunakan dalam algoritma hotspot seperti ditunjukkan pada Tabel 2-2. Metode penentuan hotspot yang digunakan telah dibangun oleh Giglio et al (2003) dengan algoritma sebagai berikut:

bukan hotspot apabila:

- $T_4 < 310^\circ \text{K}$ ,  $\Delta T < 10^\circ \text{K}$ , dan  $\rho_{0.86} > 0.3$  pada siang hari atau
- $T_4 < 305^\circ \text{K}$ ,  $\Delta T < 10^\circ \text{K}$ , malam hari

hotspot apabila:

- $T_4 > 360^\circ \text{K}$  (pada siang hari), atau  $320^\circ \text{K}$  (pada malam hari) atau
- $\{(\Delta T > \Delta T + 3.5 \delta_{\Delta T}) - (T_4 > \bar{T}_4 + 3\delta_4) \text{ dan } [(T_{11} > \bar{T}_{11} + \delta_{11} - 4\text{K}) \text{ atau } (\delta'_4 > 5\text{K})]\}$ , untuk siang hari
- $\{(\Delta T > \Delta T + 3.5 \delta_{\Delta T}) - (T_4 > \bar{T}_4 + 3\delta_4) \text{ untuk malam hari}$

dimana :

$T_4$  = suhu kecerahan pada panjang gelombang 4  $\mu\text{m}$ ,  $T_{11}$  = suhu kecerahan pada panjang gelombang 11  $\mu\text{m}$ ,  $\Delta T = T_4 - T_{11}$ ,  $\bar{T}_4$  = rata-rata dari  $T_4$  pixel tetangga yang valid,  $\delta_4$  = rata-rata deviasi absolut dari  $T_4$  pixel tetangga yang valid,  $\bar{T}_{11}$  = rata-rata dari  $T_{11}$  pixel tetangga yang valid,  $\delta_{11}$  = rata-rata deviasi absolut dari  $T_{11}$  pixel tetangga yang valid,  $\Delta \bar{T}$  = rata-rata  $\Delta T$  dari nilai pixel tetangga yang valid,  $\delta_{\Delta T}$  = rata-rata deviasi absolut  $\Delta T$  dari nilai pixel tetangga yang valid,  $\bar{T}'_4$  = nilai rata-rata  $T_4$  dari nilai pixel tetangga yang tidak dihitung sebagai pixel tetangga valid karena tergolong *background fires*,  $\delta'_4$  = nilai rata-rata deviasi absolut  $T_4$  dari nilai pixel tetangga yang tidak dihitung sebagai pixel tetangga valid karena tergolong *background fires*.

Tabel 2-2. Spesifikasi kanal MODIS yang digunakan dalam algoritma hotspot

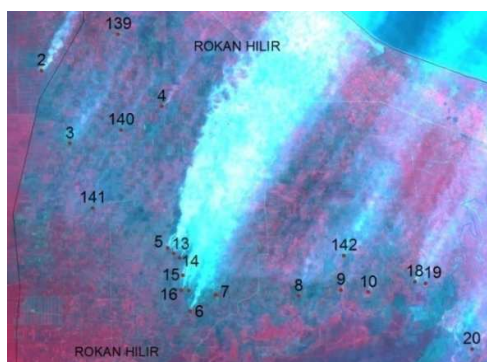
Kanal	Titik Tengah Panjang Gelombang ( $\mu\text{m}$ )	Tujuan
1	0.65	Memisahkan pixel yang terpengaruh pantulan matahari dan air (sun glint, dan coastal false alarm).
2	0.86	Memisahkan pixel yang terpengaruh pantulan matahari dan air (Bright surface, sun glint, dan coastal false alarm), serta masking awan.
7	2.1	Sun glint, coastal false alarm rejection.
21	4.0	Kanal untuk deteksi kebakaran/ <i>active fire (High-range)</i>
22	4.0	Kanal untuk deteksi kebakaran ( <i>Low-range</i> )
31	11.0	Deteksi kebakaran dan masking awan
32	12.0	Masking awan

Sumber: *Gligio et al., 2003; Justice et al., 2002*

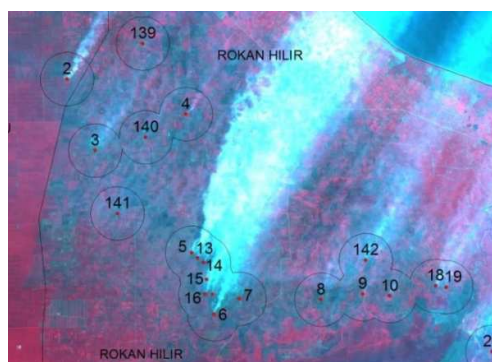
### 2.3. Metode Penentuan Titik Kebakaran dan Buffering Titik Kebakaran

Citra SPOT-4 mempunyai resolusi spasial cukup detail yaitu 20 x 20 m, sehingga penentuan titik kebakaran dari citra tersebut merupakan titik kebakaran yang cukup detail dan benar-benar terjadi kebakaran. Titik kebakaran ini digunakan sebagai referensi untuk memvalidasi hotspot MODIS baik yang dikeluarkan dari FIRMS-NASA maupun dari Indofire. Metode penentuan titik kebakaran dengan menggunakan teknik analisis visual citra multispektral SPOT-4 band 3-2-1 (False color komposit) dengan cara melihat pola sebaran dan arah asapnya, bisa juga dilihat hotspot yang terjadi disekitar asap. Berdasarkan penelitian Morissette et al. (2005) menyatakan bahwa Algoritma MODIS saat ini belum bisa mendeteksi hotspot pada kondisi kabut tebal. Sehingga pengambilan titik kebakaran tidak dilakukan di bawah awan dan kabut tebal yang meyelimuti citra SPOT-4. Gambar 2-1 merupakan contoh penentuan titik kebakaran dari citra SPOT di wilayah Kota Dumai yang melintas pada tanggal 11 Agustus 2012. Warna putih menunjukkan pola sebaran asap kebakaran yang mengarah ke Barat laut, dan angka menunjukkan nomor titik kebakaran.

Buffering dilakukan terhadap titik koordinat kebakaran SPOT-4. Metode buffering didasarkan pada kesalahan geometrik dari citra MODIS sebesar 2 piksel ( $\pm 2$  km) sehingga titik kebakaran dari SPOT-4 yang diperoleh dibuat buffering dengan radius 2 km ditandai dengan garis lingkaran berwarna hitam (Gambar 2-2). Menurut Vetritya Y. (2011) menyatakan bahwa metode buffering dilakukan dengan radius 2 km yang didasarkan pada frekuensi hotspot secara berturut-turut selama 2 hingga 3 hari pada radius 2 km. Gambar 2-2 merupakan contoh hasil buffering titik kebakaran citra SPOT-4 tanggal 14 Juni tahun 2012 di wilayah Rokan Hilir.



Gambar 2-1 Penentuan titik kebakaran dari citra Spot-4 Tanggal 14 Juni 2012



Gambar 2-2 Hasil Buffering titik kebakaran SPOT-4 tanggal 14 Juni 2012

## 2.4. Metode Perhitungan Statistik

Akurasi hotspot dihitung dengan mempertimbangkan total jumlah hotspot MODIS di lokasi terpilih (M), jumlah hotspot yang tepat/valid (V), dan jumlah hotspot missing atau ada kebakaran tetapi tidak ada hotspot (E). Penetapan jumlah hotspot MODIS (M) dilakukan dengan kriteria sebagai berikut: a) hotspot yang sesuai dengan tanggal akuisisi citra SPOT-4, dengan memperhitungkan jam akuisisi terdekat ( $\leq 2$  jam) dan satu hari penuh ( $\geq 2$  jam), b) hotspot dibawah awan dan asap tebal tidak digunakan. Selanjutnya hotspot yang dapat dikategorikan valid apabila: a) hotspot ditemukan berada di dalam buffer titik kebakaran, dan b) hotspot yang berkelompok pada tanggal yang sama, serta bergabung dengan buffer titik kebakaran yang berdekatan.

Formula akurasi yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = (V)/(M + E) \times 100 \% \dots\dots\dots(2-1)$$

Untuk perhitungan *commision error* dimana kejadiannya ada hotspot tetapi tidak ada kebakaran, dengan menggunakan perhitungan jumlah hotspot modis dilokasi terpilih (M) dikurangi jumlah hotspot valid (V) dibagi jumlah hotspot MODIS Indofire ditambah hotspot missing (E) dikalikan 100 persen. Formula *Commision error* adalah sebagai berikut:

$$\text{Commision error} = (M - V)/(M + E) \times 100 \% \dots\dots\dots (2-2)$$

Sedangkan perhitungan *omission error* dimana kejadiannya adalah terdapat kebakaran tetapi tidak terdeteksi adanya hotspot, dengan formula sebagai berikut:

$$\text{Ommision error} = (E)/(M + E) * 100 \% \dots\dots\dots(2-3)$$

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Perolehan koordinat titik kebakaran dari SPOT-4 dan hotspot MODIS

Dari seluruh citra SPOT-4 yang ada diperoleh sejumlah 144 titik kebakaran, dimana paling banyak ditemukan pada tanggal 14 Juni 2012 sebanyak 29 titik kebakaran (Tabel 3-1). Pengumpulan data hotspot MODIS baik dari NASA ataupun Indofire disesuaikan dengan perolehan titik kebakaran dari citra SPOT-4 yang cukup detail (terlihat asap kebakaran). Perolehan data hotspot dari MODIS FIRMS-NASA dan MODIS Indofire dengan kreteria di atas untuk setiap scene SPOT-4 dapat ditentukan. Seluruh hasil titik

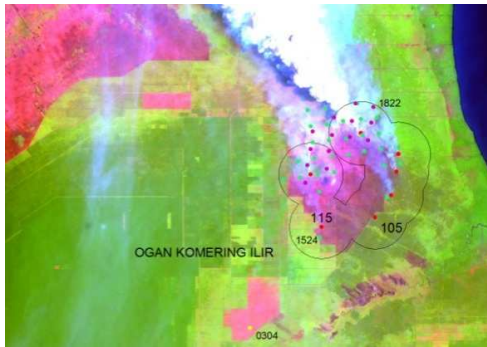
kebakaran dan jumlah hotspot setiap scene SPOT-4 dalam satu hari penuh ( $> 2$  jam) ataupun yang berdekatan dengan jam akuisisi citra SPOT-4 ( $\leq 2$  jam) ditunjukkan pada Tabel 3-1, dengan tidak memperhitungkan hotspot dibawah kabut tebal.

Tabel 3-1. Perolehan jumlah titik kebakaran dari SPOT-4 dan jumlah hotspot MODIS

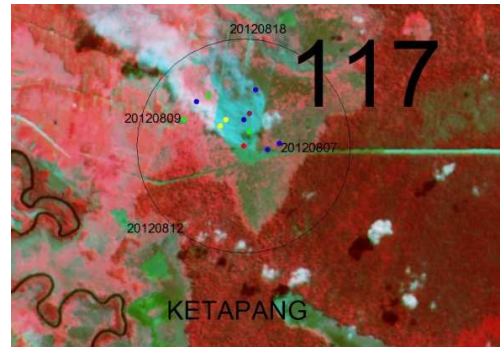
NO.	Tanggal	K-J-Lintasan	Jumlah dan Nomer titik kebakaran	Jumlah Hotspot MODIS sumber dari:			
				NASA		Indofire	
				$\leq 2jam$	Satu hari	$\leq 2jam$	Satu hari
1.	14-Jun-12	267-346-S0	23 (1-23), 6 (137-142)	37	99	70	126
2.	20-Jun-12	268-346-S0	3 (24-26)	0	2	0	0
3.	20-Jun-12	268-347-S8	1 (44)	0	0	0	0
4.	20-Jun-12	269-347-S0	17 (27-43)	0	21	2	2
5.	27-Jul-12	279-357-S0	3 (129-131)	3	6	5	5
6.	02-Agst-12	289-352-S0	2 (132-133)	2	6	5	5
7.	08-Agst-12	289-352-S0	3 (134-136)	0	3	0	5
8.	08-Agst-12	289-353-S3	2 (117-118)	0	0	0	12
9.	10-Agst-12	269-346-S9	10 (45-54)	10	64	14	14
10.	11-Agst-12	269-347-S1	11 (55-65)	4	9	0	0
11.	11-Agst-12	269-347-S7	11 (66-76)	4	14	10	10
12.	11-Agst-12	270-346-S7	14 (77-90)	4	8	1	1
13.	07-Sept-12	279-357-S0	3 (91-93)	4	5	4	5
14.	07-Sept-12	280-357-S7	4 (94-97)	0	0	0	2
15.	17-Sept-12	276-353-S0	6 (98-103)	2	5	0	3
16.	27-Sept-12	280-355-S2	2 (104, 105), 3 (144-146)	10	19	1	1
17.	28-Sept-12	279-356-S2	4 (106-109)	0	0	0	0
18.	03-Okt-12	280-355-S0	6 (110-115)	3	46	3	3
19.	03-Okt-12	280-356-S4	1 (116)	0	2	1	1
20.	04-Okt-12	297-354-S0	5 (124-128), 1 (143)	0	0	0	8
21.	05-Okt-12	295-355-S0	5 (119-123)	2	20	10	20

### 3.2. Hasil Pengujian Akurasi

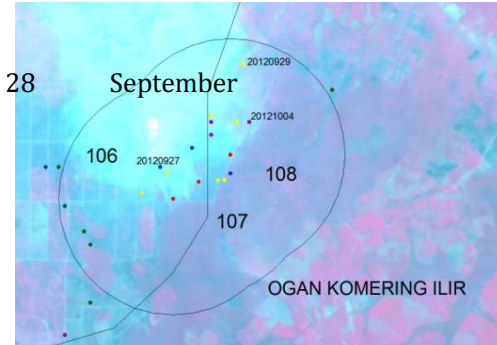
Hotspot MODIS terdeteksi pada siang berkisar antara jam 03 dan 06 UTC sedangkan pada malam hari berkisar antara jam 15, 18, dan 19 UTC. Adapun citra resolusi tinggi SPOT-4 yang digunakan untuk validasi direkam berkisar antara 02 atau 03 UTC. Pada kenyataannya dalam suatu proses validasi ditemukan beberapa kejadian bahwa kebakaran yang terjadi pada tanggal 3 Oktober 2012 (diindikasikan dengan adanya asap tebal), dan SPOT-4 melintas pada jam 02:25 UTC sedangkan hotspot yang berkisar antara jam tersebut tidak ada, namun terdeteksi pada malam harinya jam 15:24 UTC dan 18:22 UTC. Kejadian lain, kebakaran yang terjadi pada tanggal 4 Oktober 2012, hotspot pada tanggal tersebut tidak ada tetapi terdeteksi pada hari sesudahnya. Kebakaran yang terjadi pada tanggal 8 Agustus 2012 di wilayah Ketapang (diindikasikan dengan adanya asap pada citra SPOT-4) dan hotspot MODIS pada tanggal tersebut tidak terdeteksi namun terdeteksi pada hari sebelumnya (7 Agustus 2012) dan sesudahnya (9 Agustus 2012). Seperti halnya tanggal 28 September 2012 di wilayah Ogan Komering Ilir dan juga (Gambar 3-1). Melihat beberapa kasus dalam proses validasi, sehingga validasi hotspot dimungkinkan untuk dilakukan dalam waktu satu hari penuh untuk setiap scene SPOT-4 dan juga untuk waktu yang berdekatan dengan citra SPOT-4 ( $\leq 2$  jam).



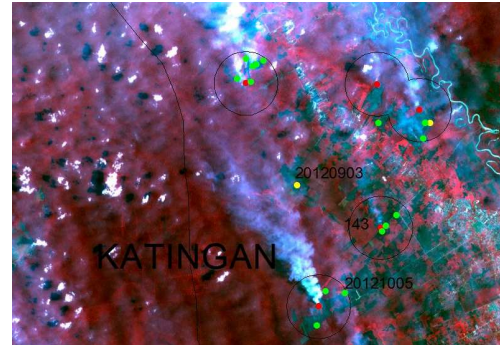
(a). SPOT dan hotspot tanggal 3 Oktober 2012



(b). SPOT dan hotspot tanggal 8 Agustus 2012



(c). SPOT dan hotspot tanggal 28 September 2012



(d). SPOT dan hotspot tanggal 4 Oktober 2012

Gambar 3-1 Beberapa contoh kasus kejadian kebakaran dalam proses validasi hotspot MODIS

Total jumlah hotspot dan titik kebakaran untuk pengujian hotspot FIRMS-NASA pada waktu akuisi berdekatan dengan citra SPOT-4 ( $\leq 2$  jam) diperoleh sebesar 189 titik, dengan jumlah *ommision error* (ada kebakaran tetapi tidak ada hotspot) sebesar 104 titik, hotspot valid sejumlah 68 titik dan *commision error* (ada hotspot tetapi tidak dideteksi adanya kebakaran) sejumlah 17 titik. Sedangkan jumlah hotspot dan titik kebakaran yang dihasilkan untuk pengujian hotspot Indofire sebesar 202 titik dengan jumlah *ommision error* yang cukup tinggi sejumlah 108 titik, dimana jumlah hotspot valid sebesar 68 titik dan *commision error* sejumlah 26 titik. Rekapitulasi hasil pengujian hotspot secara umum dan juga diuji berdasarkan lahan Gambut dan non\_Gambut untuk waktu berdekatan dapat dilihat pada Tabel 3-2.

Sedangkan pengujian validasi hotspot pada waktu yang bersamaan dengan tanggal akuisi citra SPOT-4, diperoleh total jumlah hotspot dan titik kebakaran hotspot dari FIRMS-NASA sebesar 394 titik dengan jumlah hotspot valid sebesar 252 titik, *ommision error* (ada kebakaran tetapi tidak ada hotspot) dan *commision error* (ada hotspot tetapi tidak dideteksi adanya kebakaran) masing-masing sebesar 71 titik. Adapun jumlah hotspot dan titik kebakaran yang dihasilkan untuk pengujian hotspot Indofire sebesar 261 titik dengan jumlah *ommision error* yang cukup tinggi sejumlah 104 titik, dimana jumlah hotspot valid sebesar 152 titik dan *commision error* sejumlah 71 titik. Rekapitulasi hasil pengujian hotspot secara umum maupun diuji juga berdasarkan lahan Gambut dan non\_Gambut untuk periode berdekatan dengan lintasan SPOT-4 atau periode satu hari penuh dapat dilihat pada Tabel 3-3.



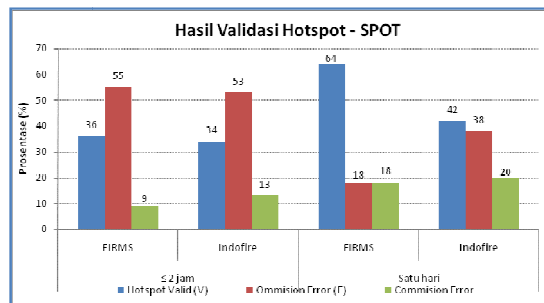
Tabel 3-2 Rekapitulasi hasil pengujian hotspot FIRMS-NASA dan Indofire (periode  $\leq 2$  jam).

Katagori	FIRMS-NASA			Indofire		
	Jumlah Titik HS	Gambut	Non_Gambut	Jumlah Titik HS	Gambut	Non_Gambut
Hotspot MODIS (M)	85	78	7	94	84	10
Hotspot Valid (V)	68	62	6	68	64	4
<i>Ommision Error</i> (E)	104	80	24	108	76	32
<i>Commision Error</i>	17	16	1	26	20	6

Tabel 3-3 Rekapitulasi hasil pengujian hotspot FIRMS-NASA dan Indofire (periode harian)

Katagori	FIRMS-NASA			Indofire		
	Jumlah Titik HS	Gambut	Non_Gambut	Jumlah Titik HS	Gambut	Non_Gambut
Hotspot MODIS (M)	323	269	54	161	131	30
Hotspot Valid (V)	252	210	42	110	92	18
<i>Ommision Error</i> (E)	71	47	24	100	71	29
<i>Commision Error</i>	71	59	12	51	39	12

Dari total jumlah hotspot FIRMS-NASA dan kebakaran yang dideteksi dalam waktu berdekatan ( $\leq 2$  jam) hanya diperoleh prosentase hotspot valid sebesar 36%, dengan prosentase terbesar adalah *omission error* sebesar 55%, dan dengan *commision error* sekitar 9%. Demikian juga dari total jumlah hotspot Indofire dan kebakaran yang dideteksi diperoleh prosentase terbesar adalah *omission error* sebesar 53%, dengan ditemui hotspot valid sebesar 34%, dan *commision error* sekitar 13%. Sedangkan dari total jumlah hotspot FIRMS-NASA dan kebakaran yang dideteksi yang dihitung dalam waktu satu hari penuh diperoleh nilai akurasi valid sebesar 61%, dengan *omission error* sebesar 18% dan *commision error* masing-masing 18%. Demikian juga dari total jumlah hotspot Indofire dan kebakaran yang dideteksi diperoleh nilai akurasi valid sebesar 42%, dengan *omission error* cukup tinggi sebesar 38%, dan *commision error* sekitar 20% (Gambar 3-2).



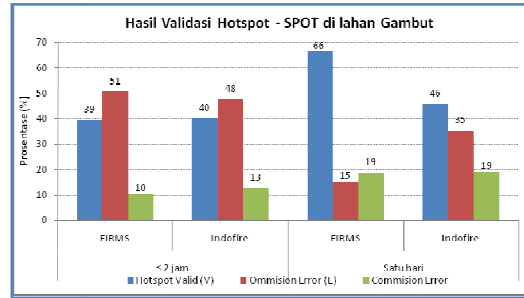
Gambar 3-2 Hasil validasi hotspot MODIS dari produk FIRMS-NASA dan Indofire

Validasi hotspot FIRMS-NASA dengan menggunakan waktu  $\leq 2$  jam, sebagian besar kebakaran yang terjadi dideteksi di wilayah gambut sekitar 84%, dengan persentase terbesar menunjukkan *omission error* sekitar 51%, hotspot valid sebesar 39%, dan *commision error* sebesar 10%. Sedangkan dari hotspot Indofire yang dideteksi di wilayah gambut sebesar 79%, dengan persentase terbesar masih merupakan



nilai *omission error* sekitar 48%, dengan akurasi hotspot valid sebesar 40%, dengan *commision error* sekitar 13% ditunjukkan pada Gambar 3-3.

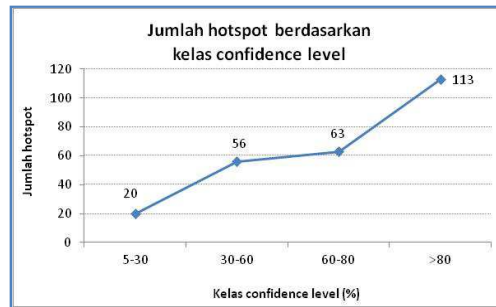
Validasi hotspot FIRMS-NASA untuk waktu satu hari, sebagian besar kebakaran tersebut juga dideteksi di wilayah gambut sebesar 80%, dengan persentase terbesar merupakan nilai akurasi valid sebesar 66%, dengan *omission error* (15%), dan *commision error* sekitar 19%. Adapun pada MODIS Indofire ditunjukkan hotspot valid hanya sebesar 46%, dengan *omission error* (35%), dan *commision error* sekitar 19% ditunjukkan pada Gambar 3-3.



Gambar 3-3 Grafik hasil validasi hotspot FIRMS-NASA dan Indofire di lahan Gambut.

Rendahnya nilai akurasi hotspot ini antara lain disebabkan oleh kendala liputan awan yang sangat tinggi di wilayah tropis seperti Indonesia sehingga sulit untuk mengumpulkan data titik kebakaran sebagai data referensi. Disamping itu, nilai rendahnya akurasi ini tergantung pada periode lintasan satelit SPOT-4 pada saat terjadi kebakaran. Berdasarkan penelitian Morissette et al. (2005) menyatakan bahwa Algoritma MODIS saat ini belum bisa mendeteksi hotspot pada kondisi kabut tebal. Sedangkan tingginya prosentase *ommission error* baik dari FIRMS-NASA maupun Indofire ini sebagian besar disebabkan oleh titik kebakaran dengan asap kecil yang dideteksi pada SPOT-4 namun di MODIS tidak terpantau. Demikian juga banyak kebakaran yang ditunjukkan pada Satelit SPOT-4 dengan adanya asap kebakaran namun hotspot muncul pada malam harinya. Setelah beda waktu diperpanjang jadi satu hari nilai akurasi hotspot valid semakin baik dan mengurangi nilai *ommission error*nya.

Terkait dengan tingkat kepercayaan (*confidence level*) hotspot yang bersumber dari FIRMS-NASA, diperoleh hasil bahwa hotspot yang memiliki tingkat kepercayaan di atas 80% jauh lebih banyak, hampir mencapai separuh jumlah hotspot sekitar 45%nya dibandingkan tingkat kepercayaan di bawahnya. Namun bukan berarti bahwa tingkat kepercayaan yang lebih rendah (30-60)% dan (60-80)% tidak bisa diperhitungkan, hal ini dikarenakan masih ditemui dalam jumlah yang cukup banyak hingga mencapai 45%. Menurut penelitian Tansey et al. (2008) menemukan bahwa hotspot dengan tingkat kepercayaan rendah hanya sedikit yang ditemukan sebagai kebakaran, namun hotspot tersebut dapat meningkatkan hasil perhitungan area yang terbakar. Dalam penelitian ini untuk tingkat kepercayaan di bawah 30% hanya mencapai 8% (hanya sedikit) dari jumlah hotspot yang dideteksi tetapi masih dapat meningkatkan perhitungan area yang terbakar, namun tidak disarankan untuk digunakan sebagai dasar utama pengecekan lapangan Gambar 3-4.



Gambar 3-4. Hasil perhitungan jumlah hotspot yang valid dalam kelas tingkat kepercayaan

#### 4. Kesimpulan

- 1) Hasil prosentase akurasi hotspot MODIS dari Firms-NASA sebesar 64% dengan tingkat *commision error* dan *ommision error* masing-masing 18%. Sedangkan Hasil prosentase akurasi hotspot MODIS dari Indofire sebesar 42 % dengan tingkat *commision error* 38% dan *ommision error* 20%. Dari total jumlah hotspot MODIS, kebakaran sebagian besar dideteksi di wilayah gambut (>78%), prosentase terbesar merupakan akurasi valid sebesar 66% untuk Firms-NASA, dan untuk Indofire diperoleh akurasi Valid sebesar 46%.
- 2) Pada perhitungan validasi dengan waktu berdekatan ( $\leq 2$  jam) dengan citra SPOT-4 diperoleh prosentase akurasi hotspot MODIS dari Firms-NASA sebesar 36% dengan tingkat *ommision error* 55% dan *commision error* 9%. Sedangkan Hasil prosentase akurasi hotspot MODIS Indofire sebesar 34% dengan tingkat *ommision error* 53% dan *commision error* 13%. Dari total jumlah hotspot MODIS, kebakaran sebagian besar dideteksi masih di wilayah gambut (>78%), dengan prosentase terbesar masih merupakan akurasi valid sebesar 66% untuk Firms-NASA, dan untuk hotspot Indofire diperoleh akurasi Valid sebesar 46%.
- 3) Rendahnya nilai akurasi hotspot antara lain disebabkan kabut tebal yang tidak bisa dideteksi oleh Algoritma MODIS, liputan awan, dan waktu lintasan antara SPOT-4 dengan waktu terjadinya hotspot MODIS. Serta tingginya nilai *ommision error* pada perhitungan validasi dengan jeda waktu ( $\leq 2$  jam) disebabkan oleh kebakaran kecil yang dideteksi di SPOT-4 atau baru terjadi kebakaran yang ditandai oleh asap yang belum menyebar luas.
- 4) Penggunaan *confidence level* hotspot harus dipertimbangkan jika digunakan khusus untuk mitigasi kebakaran di lahan gambut, tidak hanya lebih besar dari 80% saja.

#### 5. Saran

- 1) Perlu mempertimbangkan hotspot dalam periode satu hari atau lebih untuk penanganan kebakaran hutan/lahan
- 2) Penggunaan confidence level hotspot di atas 30% harus dipertimbangan, khususnya untuk mitigasi kebakaran di lahan Gambut
- 3) Perlunya analisis area bekas kebakaran untuk pengujian akurasi hotspot lebih lanjut.

## 6. Daftar Rujukan

- Bowo E. Cahyono, Peter Fearn, and Brendon McAtee. 2012. *Analysing Threshold Value in Fire Detection Algorithm Using MODIS Data*. Aceh International Journal of Science and Technology, 1 (2): 54-59 August 2012 ISSN: 2088-9860
- Giglio, L., Descloitres, J. Justice, C. O. And Kaufman, Y. 2003. *A enhanced contextual fire detection algorithm for MODIS*. Remote Sensing of Environet 87:273-282
- Indofire Map Service. 2012. Indofire. <http://indofire.landgate.wa.gov.au/indofire.asp>. Bulan Juni-Oktober 2012
- Morisette J. T., L. Giglio, I. Csiszar, A. Setzer, W. Schroeder, D. Orto, and C. O. Justice. 2005. *Validation of MODIS active fire detection products derived from two algorithms*. Earth Interact. Vol. 9, p. 13.
- NASA (National Aeronautics and Space Administration) (US). <https://earthdata.nasa.gov/data/near-real-time-data/firms/active-fire-data>). Bulan Juni – Oktober 2012
- Tansey, K., Beston J. Hoscilo, A., Page, S.E., and Paredes Hernandez, C.U., 2008. *Relationship between MODIS fire hotspot count and burned area in a degraded tropical peat swamp forest in central Kalimantan*, Indonesia Journal of Geophysical Research, Vol. 113, D23122, Page:1-8
- Vetrita, Y. dan Nanik Suryo Haryani. 2011. *Validasi Hotspot MODIS Indofire di Provinsi Riau*. Jurnal Ilmiah Geomatika. Vol. 18 No.1, Agustus 2012. Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional. Bogor.