

ANALISIS PEMANFAATAN DAN VALIDASI HOTSPOT VIIRS NIGHTFIRE UNTUK IDENTIFIKASI KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN DI INDONESIA (ANALYSIS OF USE AND VALIDATION VIIRS NIGHTFIRE HOTSPOT FOR IDENTIFICATION OF FOREST AND LAND FIRE IN INDONESIA)

Any Zubaidah¹, Yenni Vetrta, M. Priyatna, Kusumaning Ayu D., Suwarsono

Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional

Jl. Kalisari No. 8, Pekayon, Pasar Rebo, Jakarta Timur 13710, Indonesia

¹e-mail: baidah_any@yahoo.com

Diterima 23 April 2015; Direvisi 11 Mei 2015; Disetujui 15 Mei 2015

ABSTRACT

Suomi National Polar-Orbiting Partnership (Suomi NPP) that was launched on 28 October 2011 was a new generation of weather satellites of NASA. It has been continuing to develop algorithms for environmental monitoring applications including fire hotspot which is a global product. Therefore, an evaluation for the specific region is necessary. This paper is aimed to validate the VIIRS Nightfire (VNF) in Indonesia, particularly in Riau Province. MODIS fire hotspot (MOD 14) nighttime was used as well as a comparison. Statistical analysis was performed to calculate the precise location of hotspots at 1 and 2 km radius buffering of the reference data. It used field survey and SPOT 5 imagery which has a higher spatial resolution. Accuracy was calculated then from all the hotspots were detected in a period of 3 weeks which is adapted to the availability of SPOT 5 imagery, by considering the analysis of single and dissolve buffering. The result shows that VNF has an average accuracy were high at 84.31%. This result was comparable with the analysis of the MODIS hotspots product. Thus, VNF was very significant to be used along with MODIS hotspots, in particular for monitoring land/forest fires at night.

Keywords: *Hotspot, VNF, Soumi-NPP, Satellite, Remote Sensing*

ABSTRAK

Suomi *National Polar-orbiting Partnership* (Suomi NPP) yang diluncurkan pada 28 Oktober 2011 merupakan satelit cuaca generasi baru dari NASA yang saat ini masih terus mengembangkan algoritma aplikasi untuk pemantauan lingkungan. Salah satu produk yang dihasilkan adalah pendeteksian titik panas (*hotspot*) yang telah menghasilkan informasi bersifat global. Oleh karena itu, evaluasi untuk wilayah spesifik perlu dilakukan. Makalah ini bertujuan untuk melakukan validasi produk *hotspot* akusisi malam hari disebut VIIRS *Nightfire* (VNF) di Indonesia, khususnya Riau. Produk *Hotspot* MODIS (MOD 14) malam hari juga digunakan sebagai pembanding. Analisis statistik dilakukan untuk menghitung ketepatan lokasi *hotspot* pada radius 1 dan 2 km dari data referensi yang digunakan. Data meliputi survei lapangan serta citra SPOT 5 yang memiliki resolusi spasial lebih tinggi. Akurasi dihitung pada semua *hotspot* yang terdeteksi dalam periode 3 minggu yang disesuaikan dengan ketersediaan citra SPOT 5, dengan mempertimbangkan analisis *buffer* tunggal dan *dissolve*. Hasilnya menunjukkan bahwa VNF memiliki nilai akurasi rata-rata yang tinggi sebesar 84.31%. Hasil ini sebanding dengan analisis yang dilakukan terhadap produk *hotspot* MODIS. Dengan demikian, VNF sangat signifikan digunakan bersama dengan produk *hotspot* MODIS khususnya untuk pemantauan kebakaran pada malam hari.

Kata Kunci: *Hotspot, VNF, Soumi-NPP, Satelit, Penginderaan Jauh*

1 PENDAHULUAN

Emisi gas hasil pembakaran yang terlepas ke atmosfer, telah berpotensi meningkatkan pemanasan global (Adinugroho *et al.*, 2005). Dampak lebih lanjut seperti asap lintas batas, juga mendapatkan perhatian yang besar. Salah satu fenomena yang membawa dampak serius tersebut adalah kebakaran yang terjadi di lahan gambut. Pada 2013, indeks polusi di Singapura tercatat mencapai 246 (sangat tidak sehat). Pernyataan itu disebutkan dalam penelitian Gaveau *et al.* (2014) yang menunjukkan bahwa kebakaran lahan gambut di Riau pada tahun tersebut telah mengindikasikan bahwa polusi udara di Asia Tenggara tidak lagi hanya terbatas di musim kemarau saja. Oleh karena itu, mengingat pentingnya mitigasi terhadap bencana tersebut, pemantauan yang intensif dengan dukungan data yang akurat diharapkan dapat menurunkan risiko meluasnya kebakaran serta membantu persiapan penanganannya dengan lebih baik.

Data yang telah banyak digunakan antara lain adalah titik panas (*hotspot*). Metode penentuannya (yang) sudah berkembang menggunakan beberapa generasi satelit, seperti NOAA-AVHRR (Dozier, 1981; Matson, 1984) dan Terra/Aqua MODIS (Giglio *et al.*, 2003). Kedua satelit ini pun telah lama digunakan di Indonesia sebagai alat utama untuk memantau kebakaran hutan dan lahan di Indonesia. Pengujian atas data tersebut telah dilakukan antara lain oleh Liew *et al.* (2003) di Sumatera dan Kalimantan yang mendapatkan nilai *commission* dan *omission error* masing-masing 27% dan 34%. *False alarms* diduga disebabkan oleh kebakaran yang baru terjadi dengan suhu permukaan yang tidak terlalu tinggi. Disamping itu, sebaran asap dan kebakaran yang terjadi pada vegetasi rapat juga dapat meningkatkan nilai kesalahan. Selanjutnya Vetruta *et al.* (2011), yang menggunakan *hotspot* MODIS bersumber dari *Indofire Map Service* di Riau, memperoleh nilai akurasi

sebesar 43%, dengan *commission error* 53% dan *ommission error* 4%. Hasil yang diperoleh hampir serupa dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Zubaidah *et al.* (2014) namun dengan akurasi lebih baik sekitar 64%, yang menguji *hotspot* bersumber dari *Fire Information for Resource Management System* (FIRMS) di Sumatera dan Kalimantan dengan sumber referensi citra SPOT-4 (*Satellite Pour l'Observation de la Terre*). Tingkat kesalahan yang cukup tinggi diduga akibat tidak terdeteksinya kebakaran dengan ukuran kecil pada SPOT-4 pada MODIS.

Pada 28 Oktober 2011 telah diluncurkan satelit generasi baru yang akan melanjutkan misi NOAA dan Terra/Aqua MODIS, yaitu Suomi *National Polar-orbiting Partnership* (S-NPP) dengan salah satu sensornya *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite* (VIIRS). Seperti halnya produk MODIS, VIIRS juga memiliki spektral yang mirip namun dengan resolusi spasial yang lebih baik. VIIRS memiliki 22 kanal yang terdiri dari 5 kanal *imagery* (*I-Bands*), 16 kanal moderate (*M-Bands*), dan kanal *Day/Night* (Lee *et al.*, 2006; Seaman, 2013). Tidak berbeda halnya dengan MODIS, produk VIIRS juga mengacu algoritma *Active Fire* yang telah dibangun dengan baik pada produk MODIS (MOD14) yang dibangun oleh *Active Fire Team* (2014). Tim ini menggunakan algoritma *collection 6*, dengan menggunakan kanal pada panjang gelombang yang sama pada MODIS, namun dengan resolusi spasial lebih tinggi yaitu 750 m. Pengembangan algoritma ini juga dilanjutkan oleh Schroeder *et al.* (2014) yang menggunakan kanal dengan resolusi spasial 350 m, dan mendapatkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan sebelumnya.

Bersamaan dengan itu, Elvidge *et al.* (2013) juga mengembangkan algoritma *hotspot* VIIRS untuk citra yang diakuisisi pada malam hari (selanjutnya disebut dengan VIIRS *Nightfire*, atau VNF) menggunakan acuan dari Dozier (1981). Berbeda dengan produk *Active*

Fire hotspot MODIS yang menggunakan kanal utama pada panjang gelombang 4 dan 11 μm , algoritma yang digunakan VNF menggunakan konsep Planck dengan panjang gelombang utamanya pada kanal M10 (1.6 μm) untuk menghitung radiasi setiap obyek per piksel. Untuk mengestimasi besaran suhu pada piksel tidak dilakukan pada algoritma *hotspot* MODIS (Elvidge *et al.*, 2013). Kondisi ini sangat dimungkinkan mengingat data yang bersumber dari akuisisi malam hari tidak akan mengalami gangguan/kesalahan yang diakibatkan oleh pengaruh sinar matahari. Hal lain yang juga dapat diunggulkan dari produk ini adalah ditampilkannya informasi *source of area* (m^2). Namun evaluasi lebih jauh terkait kehandalan data tersebut baik secara global maupun nasional, masih belum banyak dilakukan.

Meskipun *hotspot* dapat mengindikasikan kejadian kebakaran, namun tidak semua informasi *hotspot* mengindikasikan kebakaran atau sebaliknya tidak semua data *hotspot* dapat merekam kejadian kebakaran. Hal tersebut dapat terjadi akibat adanya gangguan atau keterbatasan satelit perekam data *hotspot*. Menurut Anderson, *et al.* (1999) menyatakan bahwa istilah lain untuk menggambarkan titik kebakaran adalah *fire-spot*, dan berbagai kalangan mengusulkan bahwa sebenarnya banyak *hotspot* yang tidak mengindikasikan kebakaran. Maka dari itu, perlu dilakukan pengecekan terhadap data *hotspot* guna memastikan kejadian kebakaran dengan dilakukannya validasi *hotspot*. Dalam penelitian ini digunakan dua versi produk VNF (VNF2.0 dan VNF2.1) yang dibandingkan dengan *hotspot* produk MODIS.

Tujuan penelitian ini adalah memvalidasi informasi *hotspot* dari sumber data *hotspot* terbaru VNF, serta mengetahui optimalisasinya dengan berbagai sumber data lain yang ada untuk mitigasi bencana kebakaran hutan dan lahan.

2 DATA DAN METODE

2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data VNF, SPOT-5, dan MODIS. Data VNF yang digunakan ada dua versi yaitu VNF2.0 dan VNF2.1 selama Februari 2014 hingga Maret 2014. *Hotspot* VNF2.0 dan VNF2.1 dapat diakses melalui *web* dengan alamat: (Sumber NASA: http://ngdc.noaa.gov/eog/viirs/download_2014_indonesia.html) atau (Sumber LAPAN: <http://modis-catalog.lapan.go.id/monitoring/katalognpp#>). *Hotspot* MODIS dari produk FIRMS-NASA Februari sampai dengan Maret 2014 diambil untuk waktu malam hari (Sumber: <https://earthdata.nasa.gov/data/near-real-time-data/firms/fire-mail-alerts>).

Data citra SPOT-5 pada periode kejadian kebakaran pada Februari 2014 hingga Maret 2014 di wilayah provinsi Riau yaitu *path/row* 271/347 pada 25 Februari 2014, *path/row* 271/348 25 Februari 2014, *path/row* 272/347 26 Februari 2014, dan *path/row* 272/348 2 Maret 2014.

Citra MODIS Februari 2014 hingga Maret 2014. Citra SPOT dan MODIS diperoleh dari Pusat Teknologi Data Penginderaan Jauh-LAPAN, untuk pengolahan penentuan titik asap kebakaran.

Disamping itu, digunakan titik survei lapangan periode Februari-Maret 2014 oleh Bidang Lingkungan dan Mitigasi Bencana dan data pemadaman yang diperoleh dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan pada periode Februari hingga Maret 2014.

2.2 Metode

Pada kegiatan ini, metode yang digunakan adalah analisis statistik dengan melakukan *buffer* di setiap *hotspot* berdasarkan *buffer* tunggal dan *dissolve* (di *cluster*). *Buffer* tunggal adalah *buffer* di setiap titik *hotspot*, sedangkan *buffer dissolve* ditentukan dengan mengelompokkan *buffer* tunggal yang saling tumpang tindih menjadi

satu kelompok kejadian kebakaran. *Hotspot* tersebut divalidasi dengan data referensi yang sudah jelas terjadi kebakaran antara lain: daerah bekas kebakaran (*Burned Area=BA*) dari citra SPOT, titik koordinat asap kebakaran dari citra MODIS, titik survei lapangan, dan data pemadaman. Sehingga sebelum proses validasi dilakukan pengumpulan data *hotspot* dan data referensi terlebih dahulu.

2.2.1 Pengumpulan data

2.2.1.1 Pengumpulan data *hotspot* VNF dan FIRMS-Night

Data VNF diperoleh dari satelit Soumi-NPP melalui sensor VIIRS. Penyimpanan data *hotspot* VNF tersedia dalam file *The Comma Separated Value* (CSV) dan file *the Keyhole Markup Language, Zip* (KMZ). *Hotspot* dalam file CSV nilainya dipisahkan dengan koma, yang meliputi *integer unsigned*, radiansi, nama sumber file, nomer sampel dan baris, lintang dan bujur, kualitas, dan meta data lainnya. Sedangkan *hotspot* yang disimpan dalam format KMZ merupakan *hotspot* dengan piksel yang memuat maksima lokal yang telah dikompres dari file *the Keyhole Markup Language* (KML). KML merupakan alat bantu untuk memudahkan pembacaan kode sintak di *google earth*. Pada periode Februari 2014 hingga Maret 2014 terdapat dua macam tipe *hotspot* VIIRS yaitu VNF2.0 dan VNF2.1. VNF2.0 dengan suhu ($T_{bb} = \text{Temperature black body}$) < 600 K dan $T_{bb} \geq 600$ K, sedangkan VNF2.1 hanya berdasarkan suhu $T_{bb} \geq 600$ K. Oleh karena itu *hotspot* VIIRS baik VNF2.0 maupun VNF2.1 yang digunakan dalam penelitian ini diambil yang memiliki suhu $T_{bb} \geq 600$ K. Data VNF yang akan dilakukan validasi adalah data VNF disuatu wilayah yang memiliki ketersediaan data referensi yang lengkap.

Data *hotspot* FIRMS-Night diperoleh dari satelit Terra/Aqua melalui sensor MODIS. *Hotspot* dari sensor MODIS yang diproduksi oleh FIRMS dengan

waktu satu hari penuh. Oleh karena *hotspot* VNF merupakan *hotspot* pada malam hari, sehingga *hotspot* MODIS yang digunakan juga diambil yang malam hari yaitu FIRMS-Night.

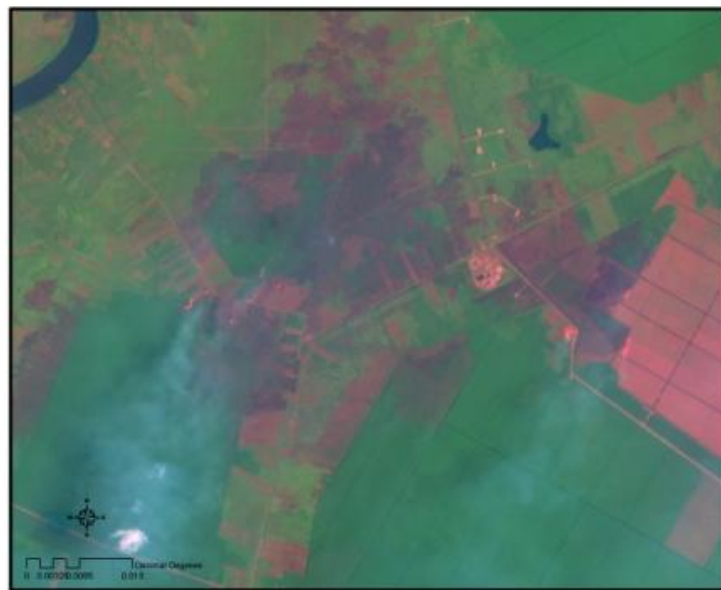
2.2.1.2 Identifikasi daerah bekas kebakaran hutan dan lahan dari citra SPOT-5.

Daerah bekas kebakaran hutan (*burned area*) merupakan daerah di permukaan bumi yang menunjukkan ciri-ciri telah mengalami peristiwa terbakar. Kebakaran bisa akibat proses-proses alami atau non alami (perbuatan manusia) baik disengaja atau tidak disengaja. Pada daerah tersebut sebelumnya merupakan lahan yang didominasi oleh tutupan vegetasi hutan maupun non hutan (seperti: semak, belukar, perkebunan, ladang atau tegalan). Dengan kata lain *burned area* adalah merupakan kebakaran aktual (Suwarsono, 2012). Berdasarkan penelitian Roy *et al.* (2005), perubahan kondisi permukaan lahan dari sebelumnya berupa lahan bervegetasi menjadi non vegetasi dapat dikenali dengan citra penginderaan jauh maupun pengamatan lapangan. Satelit MODIS telah dikembangkan untuk mengidentifikasi *burned area* di Kalimantan dengan menggunakan beberapa model antara lain model perubahan indeks vegetasi (NDVI), model perubahan nilai indeks kebakaran (NBR), dan model perubahan reflektansi, terutama model perubahan reflektansi kanal 5 dan 7 (Roy, 2002) dan model perubahan nilai reflektansi kanal 2 (Miettinen, 2007). Ada dua pendekatan penentuan bekas kebakaran yaitu dengan metode digital maupun interpretasi visual (Suwarsono, 2012). Oleh karena itu daerah bekas kebakaran ini dapat dijadikan referensi untuk validasi.

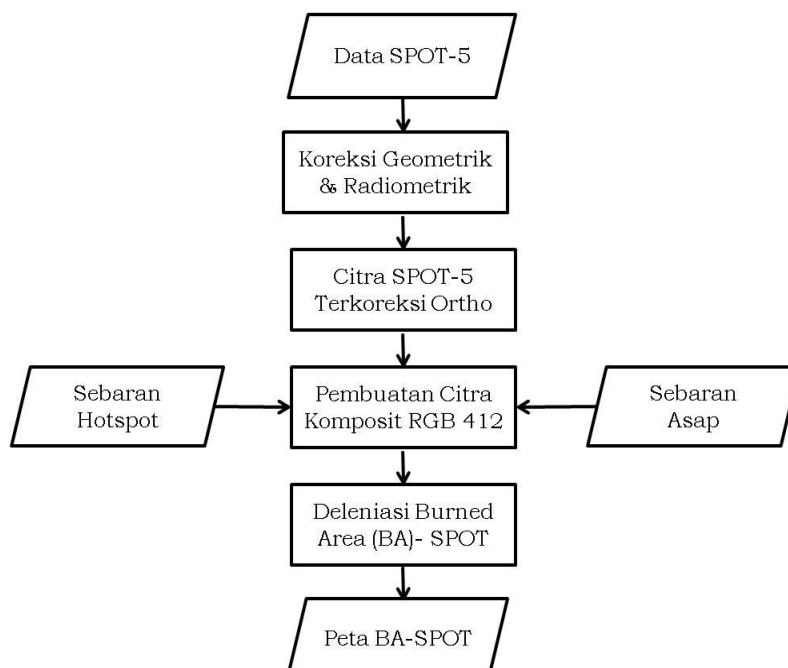
Citra merupakan alat utama untuk mengenali dan memahami berbagai kenampakan obyek di berbagai permukaan bumi melalui penginderaan jauh. Perbandingan kenampakan obyek

dapat mengetahui rona dan kedetilan pada citra satelit akan tampak berbeda antara satu dengan yang lainnya, hal ini bergantung pada komposit dan resolusinya. Pada komposit yang berbeda, obyek memiliki rona dan warna yang berbeda pula meskipun jenis satelitnya sama. Pada kegiatan ini, penentuan bekas kebakaran hutan dan lahan dilakukan dengan metode interpretasi visual, yaitu dengan melakukan delineasi menggunakan citra komposit RGB 412. Warna *Red* diisi oleh kanal 4, kanal *Green* diisi oleh kanal 1 dan kanal *Blue* dengan kanal 2, sehingga

kenampakan tanaman atau vegetasi ditunjukkan dengan warna hijau (mulai dari hijau muda hingga hijau tua), lahan terbuka dengan warna *orange*, awan ditunjukkan dengan warna putih, kenampakan asap kebakaran berwarna putih tipis dengan arah mengikuti arah angin, dan lahan bekas terbakar dengan warna merah tua keungu-unguan. Sebelumnya citra SPOT-5 dilakukan koreksi Radiometrik dan Geometrik. Gambar 2-1 menunjukkan citra komposit warna RGB 412. Diagram alir identifikasi daerah bekas terbakar ditunjukkan pada Gambar 2-2.



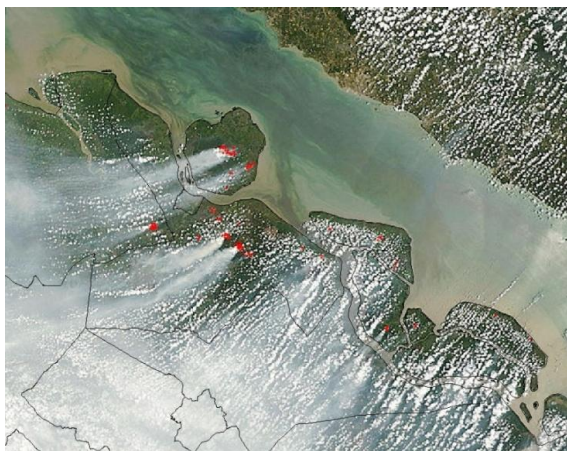
Gambar 2-1: Citra komposit SPOT-5 RGB 412



Gambar 2-2: Diagram alir identifikasi *burned area* menggunakan citra SPOT (BA-SPOT)

2.2.1.3 Penentuan titik koordinat asap kebakaran dari MODIS

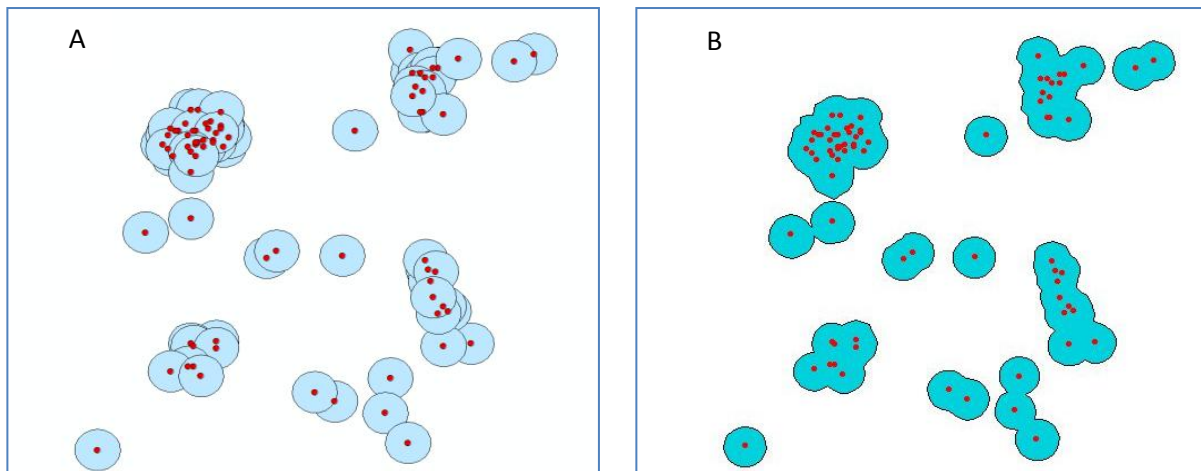
Asap kebakaran merupakan alat untuk meyakinkan bahwa benar *hotspot* tersebut pada daerah kebakaran, namun adanya asap kebakaran belum tentu terdeteksi adanya *hotspot*, sehingga sebagai referensi titik koordinat asap kebakaran dari MODIS ditentukan dengan ditunjukkan adanya asap yang ber-arah sesuai arah angin dengan bantuan adanya *hotspot* dilokasi tersebut. Gambar 2-3 titik asap kebakaran citra MODIS 28 Februari 2014.



Gambar 2-3: Titik koordinat asap kebakaran dari citra MODIS 28 Februari 2014

2.2.2 Metode perhitungan akurasi *hotspot*

Perhitungan akurasi *hotspot* dilakukan dengan menggunakan dua cara, yakni: 1. *buffer* tunggal dan 2 *buffer dissolve*. Perhitungan akurasi *hotspot* VNF divalidasi dengan data referensi tervalidasi yakni: *burned area* dari SPOT-5 (BA-SPOT), titik koordinat asap kebakaran dari MODIS, survey lapangan, dan data pemadaman. Oleh karena data referensi BA-SPOT berupa polygon, maka setiap titik *hotspot* dijadikan bentuk polygon dengan dilakukan *buffering* agar dapat *dioverlay* dengan BA-SPOT. Menurut Vetruta (2011) menyatakan bahwa metode *buffering* dilakukan dengan radius 2 km didasarkan pada frekuensi *hotspot* secara berturut-turut selama dua hingga tiga hari pada radius 2 km, sehingga metode *buffering* dilakukan dengan mengambil jarak 1 km dan 2 km sebagai *buffer* tunggal. Disamping itu, selain *buffer* tunggal dilakukan juga *buffer dissolve* berdasarkan *buffer* tunggal yang bersinggungan dijadikan satu kelompok atau satu *cluster*. Hal ini dilakukan untuk melihat seberapa besar pengaruhnya *hotspot* yang mengelompok dalam satu *cluster* (Gambar 2-4).



Gambar 2-4: *Buffer* tunggal (A) dan *buffer dissolve* (B)

2.2.2.1 Perhitungan akurasi pada buffer tunggal

Menghitung jumlah semua *hotspot* yang ada dalam *scene* SPOT-5 sebagai jumlah N. Selanjutnya dihitung ketepatan *hotspot* berdasarkan beberapa referensi yaitu BA-SPOT-5 (sebagai data utama), titik asap kebakaran dari citra harian Terra/Aqua MODIS, data survei lapangan, dan data pemadaman. Pada *buffer* ini, dihitung *overall accuracy* dan *errornya*. Jika *hotspot* dalam *buffer* terdapat salah satu data referensi maka dianggap sebagai tepat. Sedangkan sisanya dianggap sebagai *false*. Secara

umum diagram alir metode perhitungan akurasi pada *buffer* tunggal dapat ditunjukkan pada Gambar 2-5. Formula perhitungan akurasi *hotspot* pada *buffer* tunggal sebagai berikut:

$$OA_s(\%) = (\sum V/N) * 100 \tag{2-1}$$

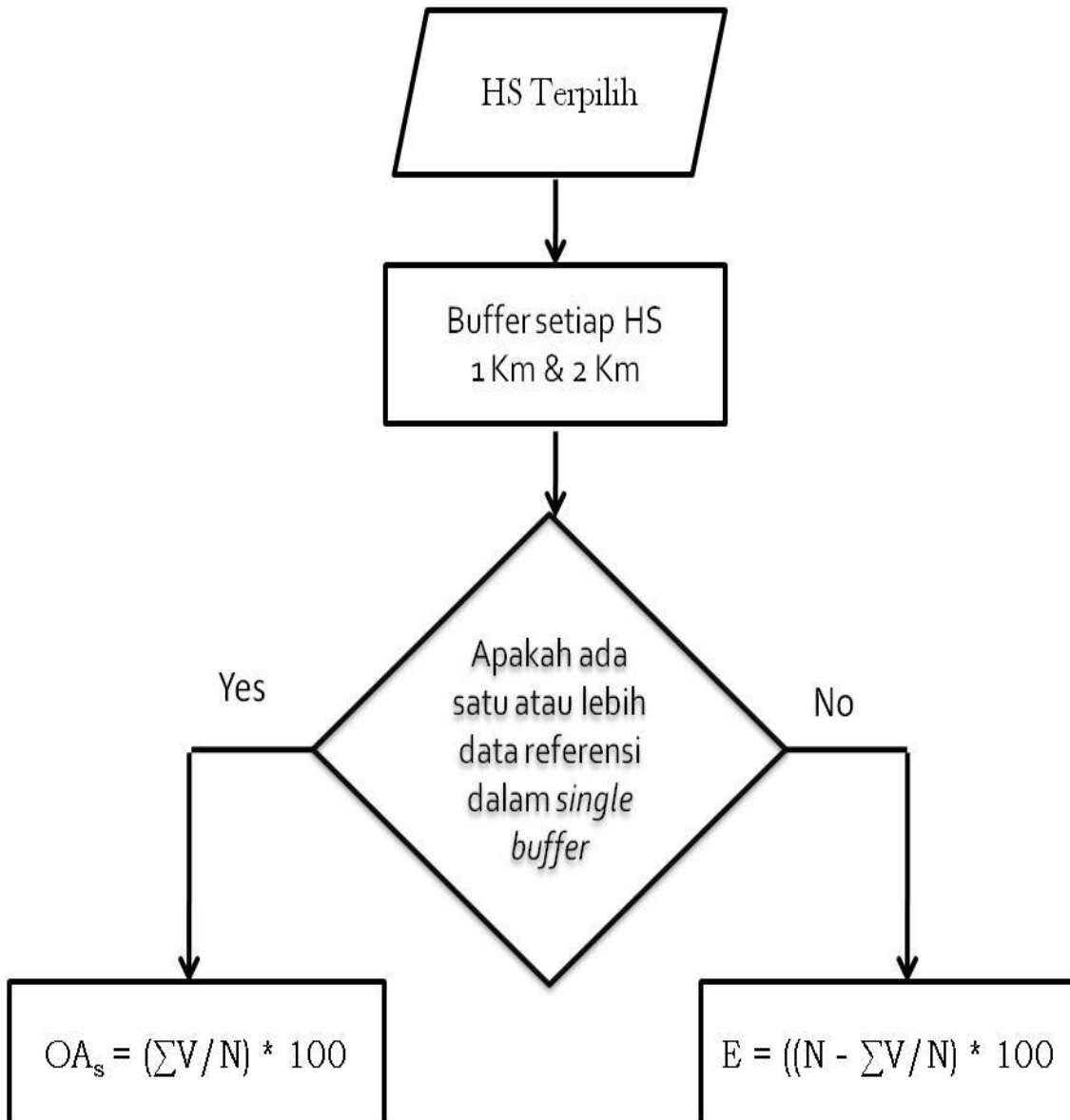
$$E (\%) = (N - \sum V)/N * 100 \tag{2-2}$$

Keterangan:

N = Jumlah *hotspot* dalam *scene* SPOT

OA_s(%) = Persentase *hotspot* tepat/ benar

E (%) = Persentase *hotspot* false



Gambar 2-5: Metode perhitungan akurasi *hotspot* pada *buffer* tunggal

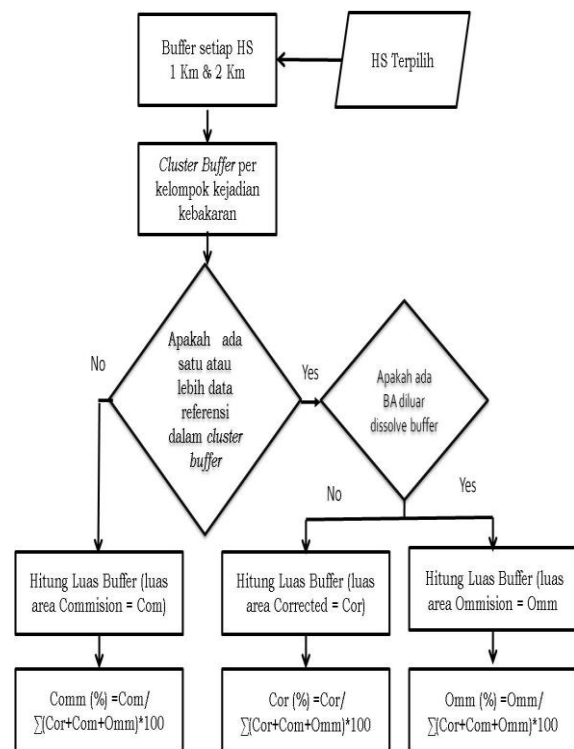
2.2.2.2 Perhitungan akurasi pada *buffer dissolve*

Pada *buffer dissolve*, dilakukan dengan mempertimbangkan jumlah area dalam setiap *buffer*. Semua *buffer dissolve* dilakukan proses *union* dengan BA SPOT. Selanjutnya dihitung semua hasil *union* sebagai jumlah area. Jumlah area yang bertepatan dengan salah satu referensi yang ada dikatakan sebagai area yang valid, sedangkan polygon BA SPOT yang tidak terdeteksi oleh *buffer dissolve* akan dihitung sebagai *Omission*. Adapun area *buffer dissolve* yang tidak bertepatan dengan data referensi dihitung sebagai *Commission*. Selanjutnya dihitung nilai presentase antara *Overall Accuracy*, *Omission*, dan *Commission*. Secara umum diagram alir metode perhitungan akurasi pada *buffer* tunggal dapat ditunjukkan pada Gambar 2-6.

$$OA_a (\%) = \text{Cor} / \sum(\text{Cor} + \text{Com} + \text{Omm}) * 100 \quad (2-3)$$

$$CO (\%) = \text{Com} / (\text{Cor} + \text{Com} + \text{Omm}) * 100 \quad (2-4)$$

$$OE (\%) = \text{Omm} / \sum(\text{Cor} + \text{Com} + \text{Omm}) * 100 \quad (2-5)$$



Gambar 2-6: Metode perhitungan akurasi hotspot pada *buffer dissolve*

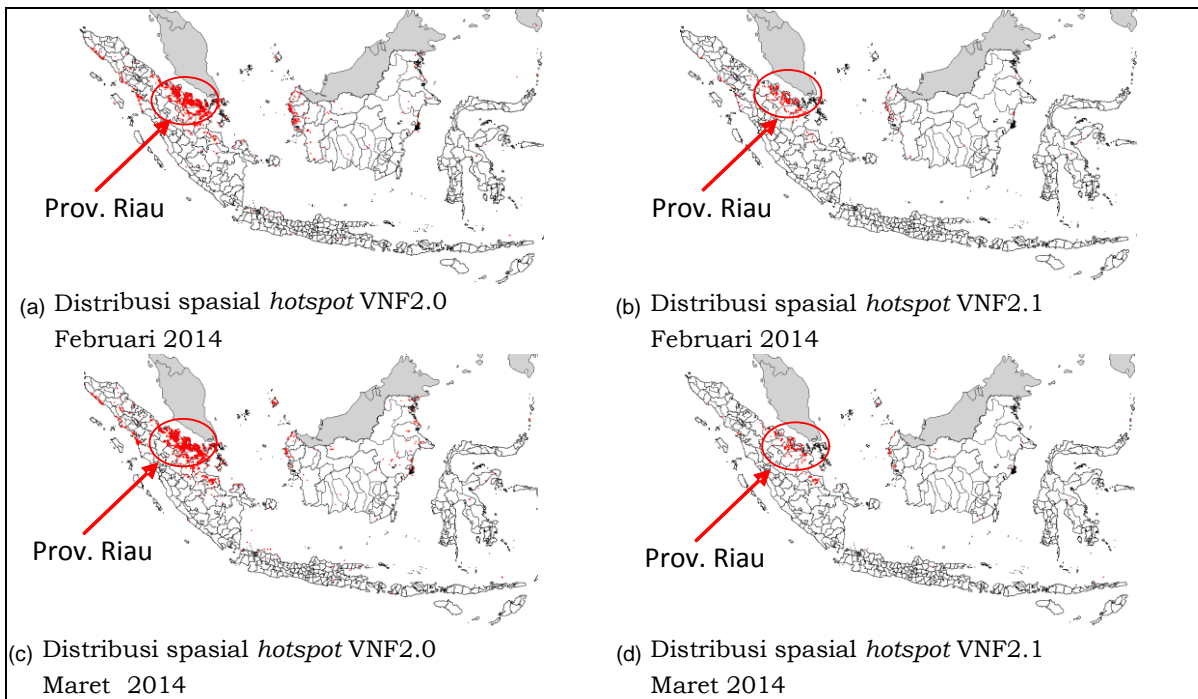
3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Distribusi Spasial Hotspot VNF dan FIRMS Februari Hingga Maret 2014

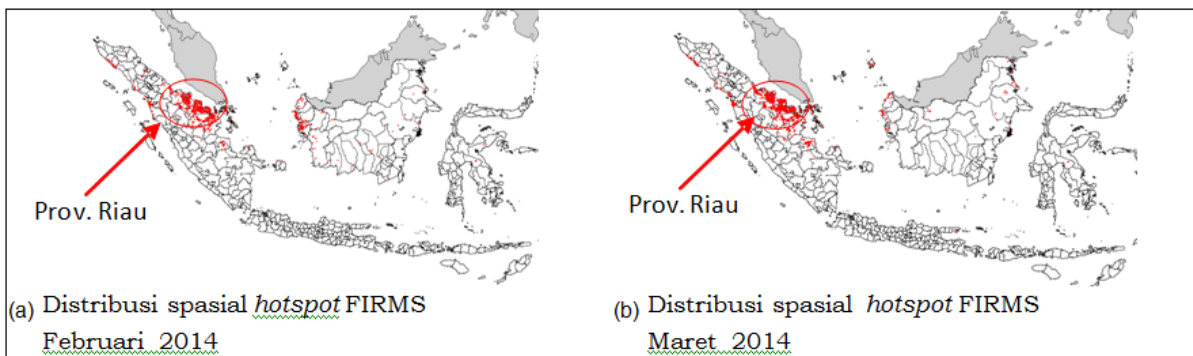
Hasil distribusi spasial hotspot VNF2.0 dan VNF2.1 Februari 2014 hingga Maret 2014 di Indonesia ditunjukkan pada Gambar 3-1. Gambar tersebut ditunjukkan bahwa adanya dominasi distribusi spasial hotspot yaitu di Riau. Disisi lain, hotspot dari data sensor MODIS yang diproduksi oleh FIRMS dengan waktu satu hari penuh. Oleh karena hotspot VNF merupakan hotspot pada malam hari, sehingga hotspot MODIS yang digunakan juga diambil yang malam hari yaitu FIRMS-Night. Pada periode bulan yang sama, distribusi spasial hotspot FIRMS-Night juga dominan di Riau. Dikarenakan konsentrasi sebaran hotspot di Indonesia baik hotspot VNF maupun hotspot FIRMS-Night terjadi di Riau, sehingga kegiatan ini difokuskan di Riau (Gambar 3-2).

3.2 Titik Koordinat Asap kebakaran dari Citra MODIS

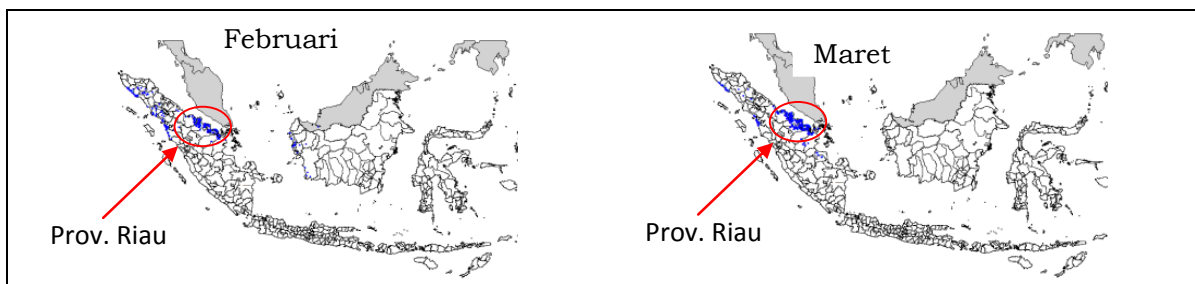
Titik koordinat asap kebakaran ini merupakan titik kebakaran yang pasti terjadi karena merupakan titik koordinat hotspot yang ditunjukkan adanya asap kebakaran yang bergerak sesuai arah angin yang bermula dari titik hotspot tersebut, sehingga dapat digunakan sebagai data referensi dalam melakukan validasi. Titik koordinat asap kebakaran yang dikumpulkan dari data MODIS resolusi 500 m digunakan untuk pembandingan dalam melakukan validasi hotspot VIIRS dan mendukung proses digitasi "burned area" dari data SPOT. Titik asap kebakaran dikumpulkan mulai dari Februari hingga Maret 2014 yang ditunjukkan pada Gambar 3-3. Titik asap kebakaran pada bulan tersebut didominasi di Riau.



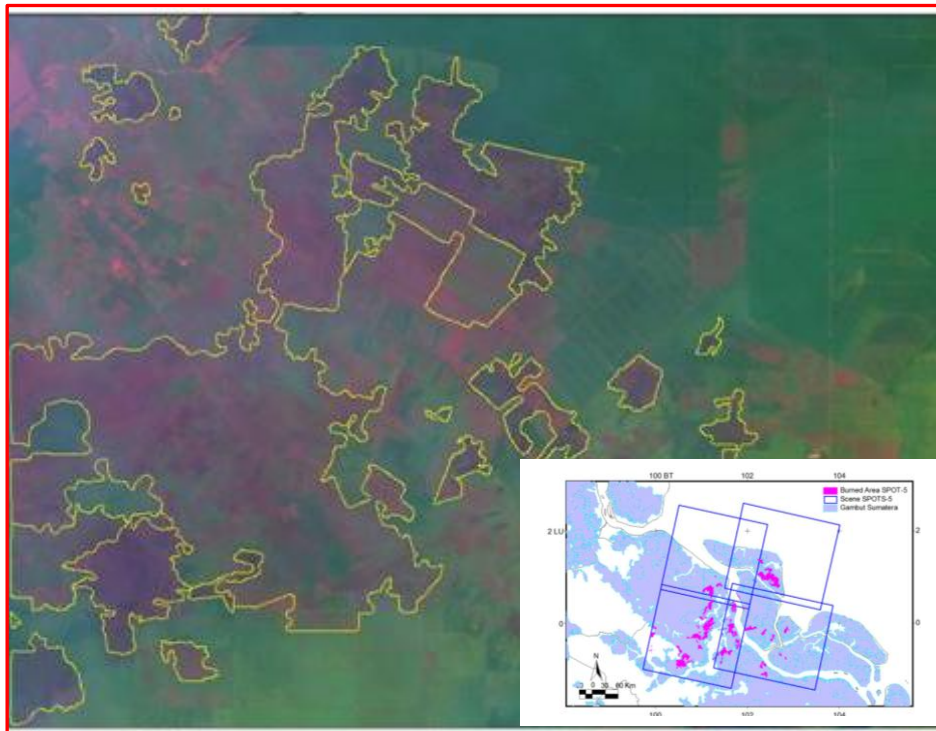
Gambar 3-1: Distribusi spasial *hotspot* VNF Februari 2014 hingga Maret 2014



Gambar 3-2: Distribusi spasial *hotspot* VNF dan FIRMS-Night Februari 2014 hingga Maret 2014



Gambar 3-3: Titik koordinat asap kebakaran Februari 2014 hingga Maret 2014



Gambar 3-4: Delineasi *burned area* dari sebagian citra SPOT-5 path/row 271/348 tanggal 25 Februari 2014

3.3 Sebaran Spasial Daerah Bekas Kebakaran Hutan dan Lahan dari Citra SPOT-5.

Berdasarkan hasil identifikasi *burned area* dari 4 *scene* citra SPOT-5 diperoleh 43 lokasi berdasarkan poligon besar dan poligon kecil. Luas sebaran *burned area* berdasarkan poligon terkecil adalah 1,5780 Ha atau 0,0016 km² dan poligon terbesar adalah seluas 8228,847 Ha atau 82,2885 km². Poligon besar ini terjadi karena gabungan poligon kecil yang saling berdekatan. Luas total *burned area* dari ke 43 lokasi poligon besar dan kecil sebesar 34092,279 Ha atau 340,9228 km². Hasil analisis dari delineasi *burned area* menunjukkan bahwa hampir sebagian besar berada di wilayah lahan gambut (Gambar 3-4). Informasi lahan gambut bersumber dari Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian (BBSDLP) 2011.

3.4 Perolehan Titik Survei Lapangan dan Data Pendukung

Survei lapangan dilakukan di wilayah Kecamatan Sungai Apit Provinsi Riau yang dilakukan pada 19-25 Februari 2014 (Gambar 3-5). Lokasi pengecekan

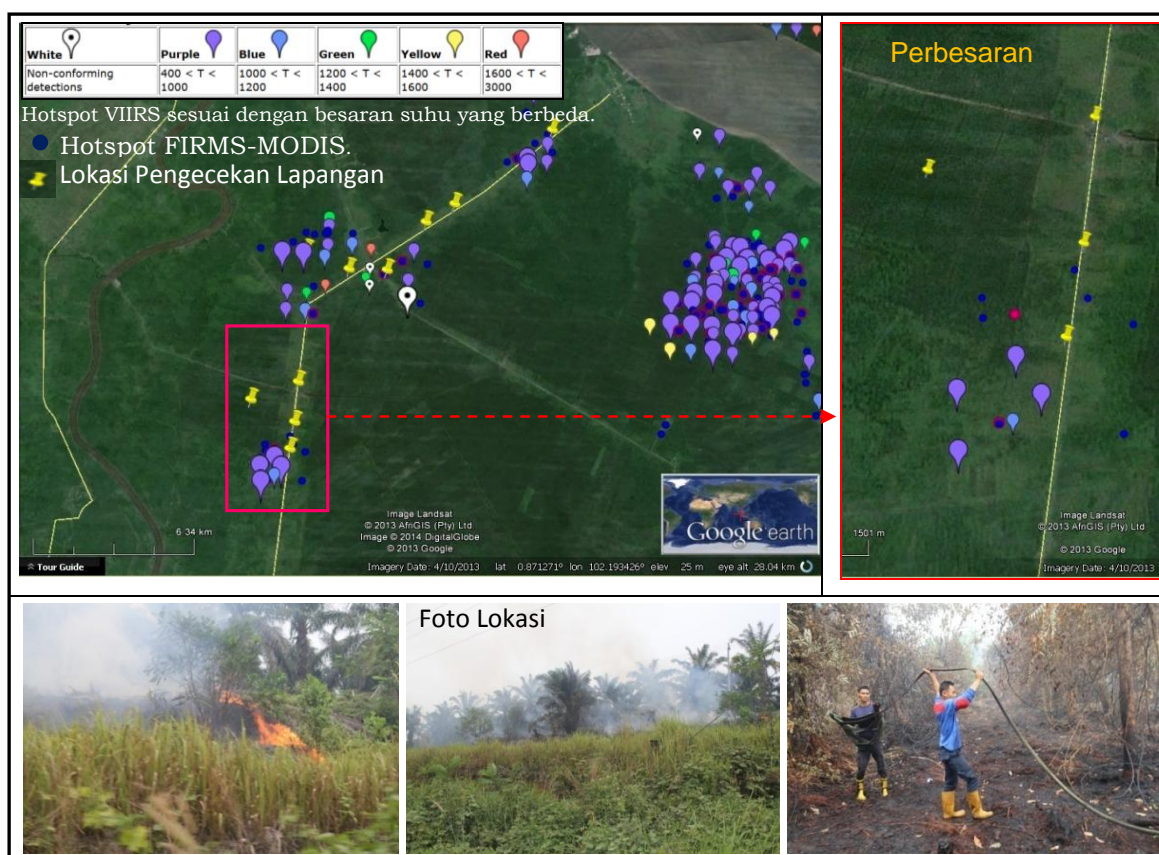
ditetapkan berdasarkan kemudahan akses dari jalan raya. Dalam pengecekan lapangan secara umumutupan lahannya berupa lahan semak belukar, kebun sawit, tanaman akasia, karet, rumput dan alang-alang.

Hasil pengecekan lapangan diperoleh sebanyak 12 titik koordinat kebakaran (Tabel 3-1). Hasil analisis menunjukkan bahwa *hotspot* VNF2.0 dan FIRMS-Night berada dalam posisi atau jarak yang lebih dekat dengan titik kebakaran dibandingkan dengan *hotspot* VNF2.1. *Hotspot* yang terdeteksi pada kisaran 19 hingga 21 Februari 2014. Dari hasil wawancara dengan pemadam kebakaran yang sedang berlangsung disebutkan bahwa kebakaran tersebut diperkirakan telah terjadi dalam kurun waktu satu minggu sebelumnya Gambar 3-5.

Disamping itu, sebagai data pendukung titik koordinat *hotspot* berupa titik pemadaman yang diperoleh dari Kementerian Kehutanan berupa informasi dalam format laporan. Koordinat hasil perolehan data pemadaman dari Kementerian Kehutanan ditunjukkan pada Tabel 3-2.

Tabel 3-1: JARAK KOORDINAT LOKASI KEBAKARAN TERHADAP TITIK *HOTSPOT* VNF2.0, VNF2.1, DAN FIRMS-NIGHT

No.	TANGGAL	LAT	LON	Jarak Titik survei ke <i>hotspot</i>			LOKASI
				VNF2.0 (Km)	VNF2.1 (Km)	FIRMS-Night (Km)	
1.	2/19/2014	0.7071	102.0383	0,17	1,59	0.42	Merempan, Siak
2.	2/19/2014	0.7233	102.0484	0,18	0,60	0,94	Sungai Mempura, Siak
3.	2/19/2014	0.7275	102.0445	0,28	1,1	1,49	Sungai Mempura, Siak
4.	2/20/2014	0.8388	102.1143	0,54	>2	0,37	Sungai Limau, Sungai Apit
5.	2/20/2014	0.8480	102.1168	0,25	>2	0,56	Sungai Limau, Sungai Apit
6.	2/20/2014	0.9095	102.1263	1,12	>2	0,61	Pebadaran, Sungai Apit
7.	2/20/2014	0.9012	102.1411	0,06	1,34	1,40	Pebadaran, Sungai Apit
8.	2/20/2014	0.8994	102.1549	0,05	1,97	0,22	Mengkapan, Sungai Apit
9.	2/20/2014	0.9156	102.1707	0,19	>2	0,10	Mengkapan, Sungai Apit
10.	2/20/2014	0.9213	102.1819	0,55	>2	0,37	Mengkapan, Sungai Apit
11.	2/20/2014	0.9455	102.2206	0,28	>2	0,08	Mengkapan, Sungai Apit
12.	2/21/2014	1.1803	102.0458	0,23	>2	0,32	Lubuk Muda, Bukit Batu



Gambar 3-5: Contoh lokasi pengecekan lapangan di Kecamatan Sungai Apit, Kabupaten Siak

Tabel 3-2: TITIK KOORDINAT PEMADAMAN

NO.	LAT	LON	WAKTU	DAOPS	NO.	LAT	LON	WAKTU	DAOPS
1.	0.84	102.11	19-Feb-14	Siak	45	1.06	101.67	17-Mar-14	Dumai
2.	0.92	102.12	19-Feb-14	Siak	46	0.11	102.60	17-Mar-14	Rengat
3.	1.50	101.92	19-Feb-14	Siak	47	1.29	101.59	27-Mar-14	Dumai
4.	0.92	102.12	20-Feb-14	Siak	48	1.63	101.18	27-Mar-14	Dumai
5.	0.15	101.51	20-Feb-14	Pekanbaru	49	1.63	101.18	27-Mar-14	Dumai
6.	0.25	102.50	20-Feb-14	Rengat	50	1.29	101.56	27-Mar-14	Pekanbaru
7.	0.87	102.34	21-Feb-14	Siak	51	0.15	102.59	27-Mar-14	Rengat
8.	1.31	101.58	21-Feb-14	Dumai	52	0.15	102.60	28-Mar-14	Rengat
9.	0.15	101.51	21-Feb-14	Pekanbaru	53	1.64	101.43	28-Mar-14	Dumai
10.	0.25	102.50	21-Feb-14	Rengat	54	1.63	101.18	28-Mar-14	Dumai
11.	1.43	102.42	22-Feb-14	Siak	55	1.29	101.59	28-Mar-14	Dumai
12.	0.92	102.12	22-Feb-14	Siak	56	1.29	101.56	28-Mar-14	Pekanbaru
13.	1.31	101.58	22-Feb-14	Dumai	57	0.23	101.00	28-Mar-14	Pekanbaru
14.	0.22	100.86	22-Feb-14	Pekanbaru	58	0.64	102.03	28-Mar-14	Siak
15.	0.25	102.50	22-Feb-14	Rengat	59	0.16	102.61	31-Mar-14	Rengat
16.	0.11	102.01	22-Feb-14	Rengat					

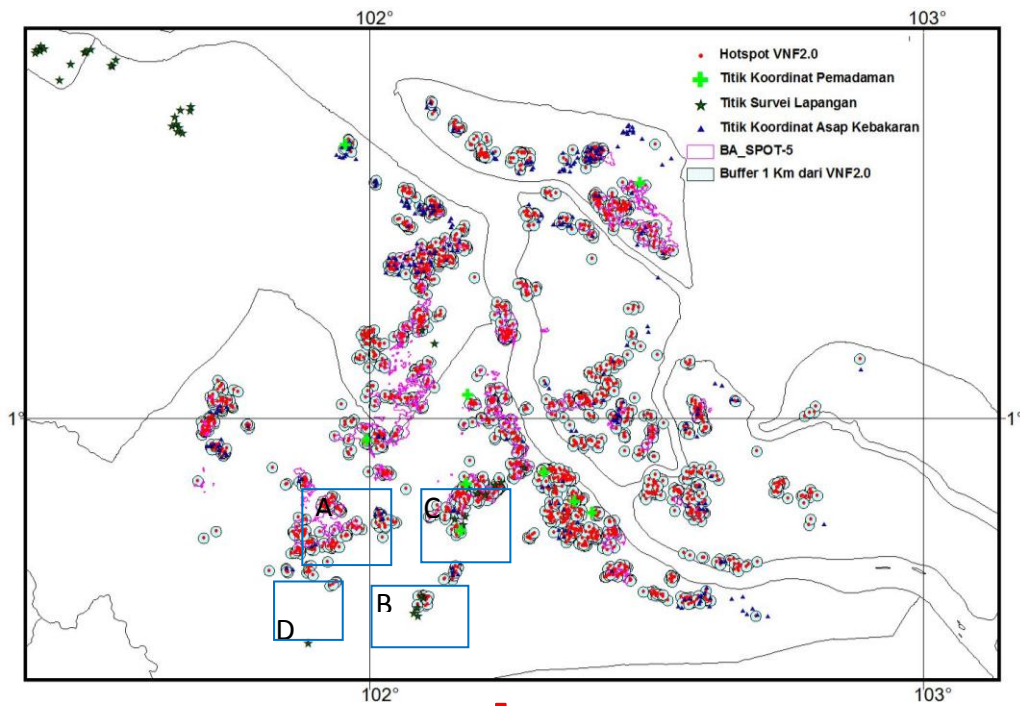
Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan

3.5 Analisis Hotspot VIIRS (VNF) dan Hotspot MODIS

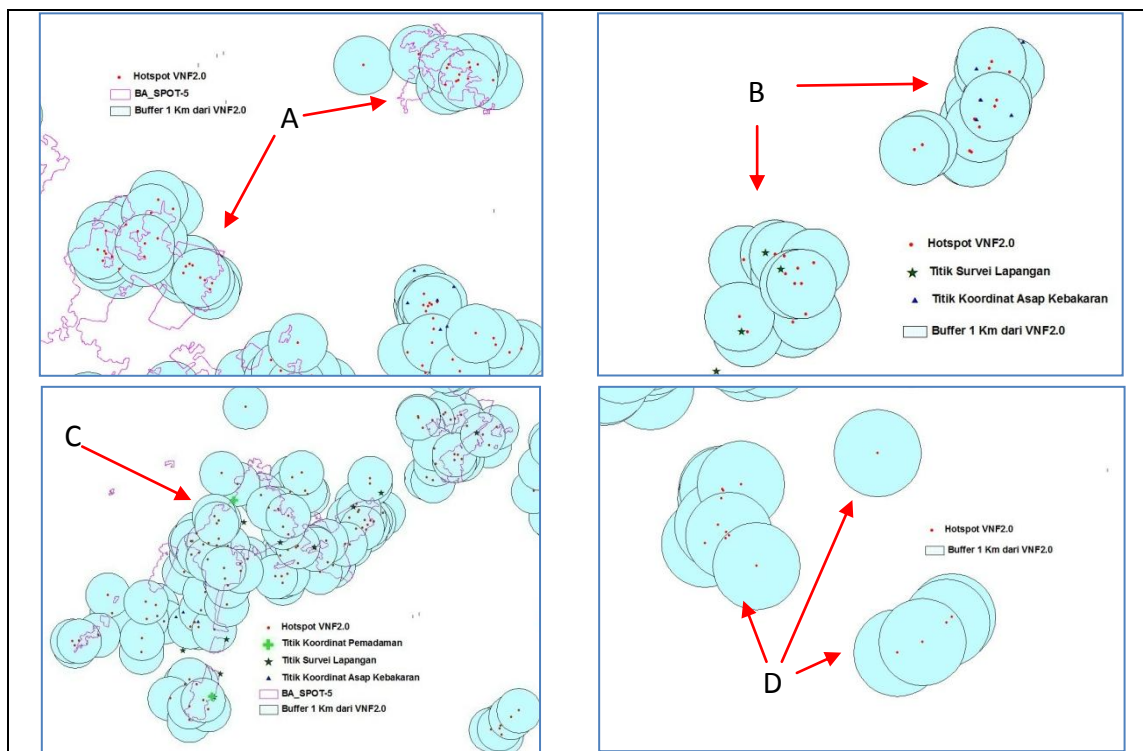
3.5.1 Analisis hotspot berdasarkan buffer tunggal

Analisis akurasi *hotspot* dilakukan berdasarkan data referensi yang tervalidasi yaitu data BA-SPOT-5, titik koordinat asap kebakaran dari MODIS, titik koordinat survei lapangan dan titik koordinat pemadaman kebakaran yang telah diuraikan di atas. Berdasarkan kelengkapan data referensi tersebut, *hotspot* yang digunakan dalam analisis ini selama tiga minggu dari 18 Februari 2014 hingga 9 Maret 2014 disesuaikan dengan perolehan BA-SPOT-5 dengan mengambil waktu tujuh hari sebelum dan sesudah kebakaran. Jumlah *hotspot* VNF yang dianalisa dalam kurun waktu tersebut adalah VNF2.1 ($T_{bb} \geq 600$ K) sejumlah 139 titik, *hotspot* VNF2.0 ($T_{bb} \geq 600$ K) sebesar 4122 titik, sedangkan jumlah *hotspot* MODIS FIRMS-Night sejumlah 1789 titik. Pertama setiap jenis *hotspot* dibuat *buffer* dengan radius 1 km dan 2 km, selanjutnya

dihitung nilai akurasinya berdasarkan formula (2-1) dan (2-2). Gambar 3-6 merupakan hasil penggabungan *hotspot* VNF2.0 dengan seluruh data referensi berdasarkan *buffer* tunggal dengan radius *buffer* 1 km. Pada *single buffer* hanya dianalisis *hotspot* tersebut benar atau salah. Jika benar masuk dalam *Overall All* (OA_s) dan jika salah dinyatakan sebagai *Error* (E). Gambar 3-7 bagian (A) merupakan contoh hasil *buffer hotspot* VNF2.0 yang hanya terdeteksi BA-SPOT-5, sehingga *hotspot* VNF2.0 tersebut benar, pada bagian (B) merupakan *buffer* VNF2.0 yang hanya terdapat data referensi titik asap kebakaran atau titik survei lapangan, sehingga dinyatakan *hotspot* yang benar, pada bagian (C) merupakan *buffer* VNF2.0 yang terdeteksi data referensi paling lengkap yaitu BA-SPOT-5, titik asap kebakaran, koordinat survei lapangan, dan data koordinat pemadaman, sedangkan (D) merupakan *buffer hotspot* yang *error* karena tidak terdapat data referensi sama sekali.



Gambar 3-6: Hasil penggabungan *hotspot* VNF2.0 dengan seluruh data referensi berdasarkan *buffer* tunggal dengan radius *buffer* 1 km



Gambar 3-7: Perbesaran daerah (A), (B), (C), dan (D) dari Gambar 3-6

Dengan cara yang sama dilakukan juga untuk *hotspot* VNF2.1 dan *FIRMS_Night*. Hasil perhitungan nilai akurasi untuk seluruh *hotspot* dengan *buffer* tunggal ditunjukkan pada Tabel 3-3. Secara umum persentase OA pada *buffer* tunggal dengan radius 2 km

adalah antara (83.5% - 89.1%) lebih tinggi daripada persentase OA pada *buffer* tunggal dengan radius 1 km yaitu antara (67.63 % - 72.67%). *Hotspot* VNF2.0 maupun VNF2.1 pada *buffer* tunggal memiliki persentase akurasi yang cukup baik yaitu > 67.63%.

Tabel 3-3: PERSENTASE AKURASI *HOTSPOT* BERDASARKAN REFERENSI BA-SPOT, ASAP MODIS, TITIK SURVEI LAPANGAN, TITIK PEMADAMAN PADA *BUFFER* TUNGGAL 1 KM DAN 2 KM

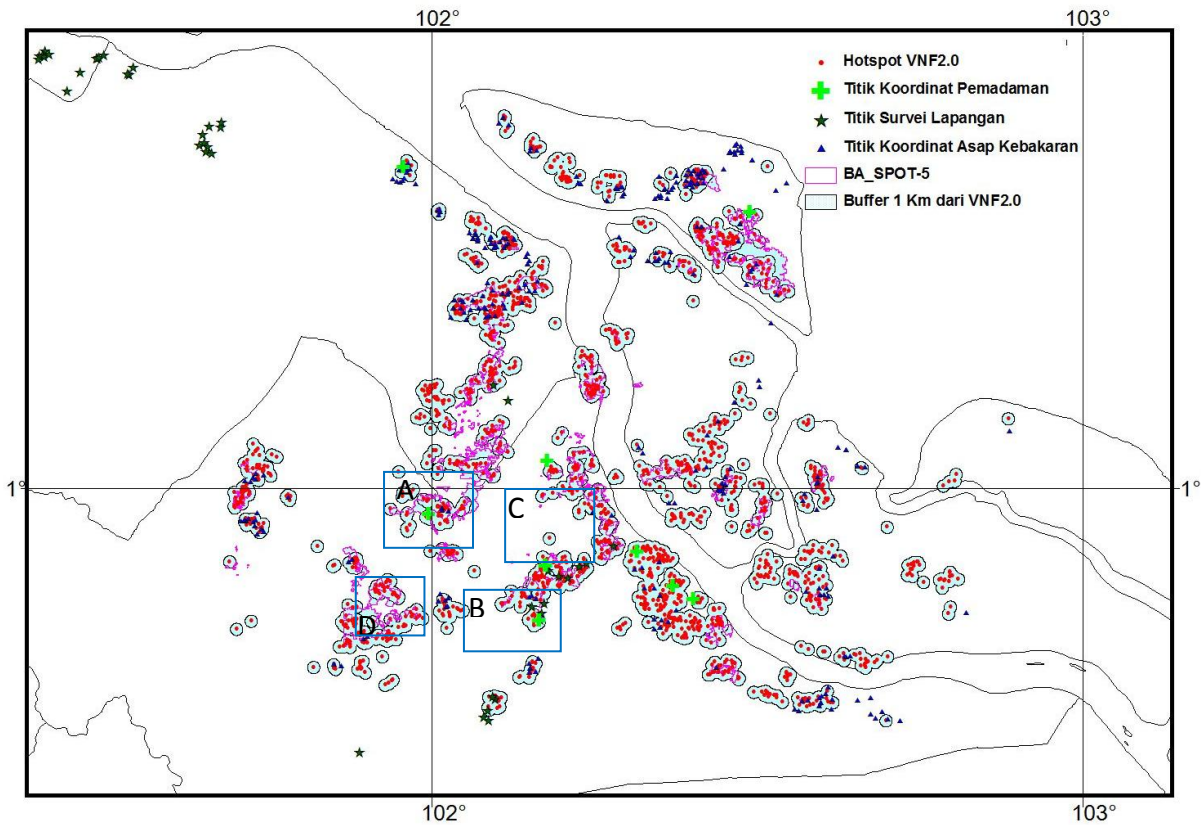
SUMBER DATA	JUMLAH	<i>Buffer</i> 1 Km		<i>Buffer</i> 2 Km	
		OA _s (%)	E (%)	OA _s (%)	E (%)
VNF2.1(T≥600K)	139	67.63	32.37	83.50	16.55
VNF2.0 (T≥600K)	4122	70.38	29.62	86.80	13.25
FIRMS_Night	1789	72.67	27.33	89.10	10.90

3.5.2 Analisis hotspot berdasarkan buffer dissolve.

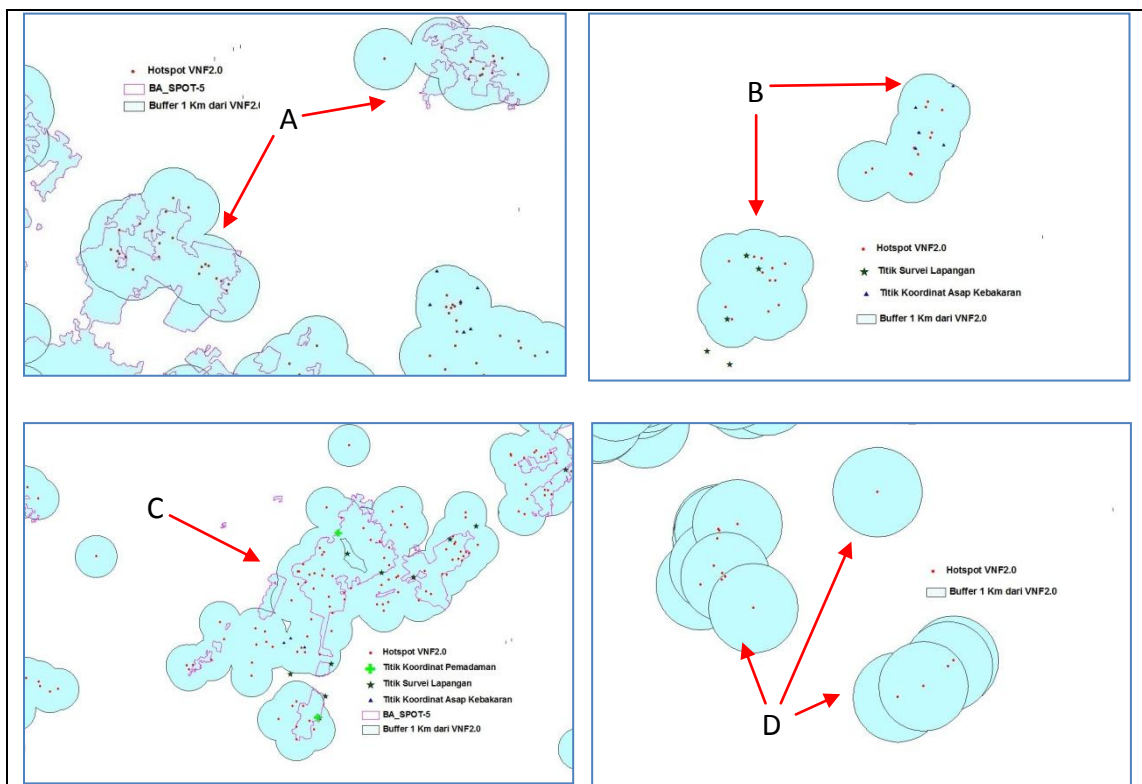
Seperti halnya analisis *hotspot* di atas, analisis ini dilakukan juga berdasarkan *buffer dissolve*. Pertama setiap jenis *hotspot* dibuat *buffer* sebesar 1 km dan 2 km yang selanjutnya di-*cluster* atau melakukan *dissolve* berdasarkan setiap *buffer* yang saling tumpang tindih (*overlapping*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2-1 bagian (B) di atas. Gambar 3-8 merupakan hasil penggabungan *hotspot* VNF2.0 dengan seluruh data referensi berdasarkan *buffer dissolve* dengan radius *buffer* 1 km. Gambar 3-9 merupakan perbesaran Gambar 3-8 untuk bagian (A), (B), (C), dan (D).

Gambar 3-9 bagian (A) merupakan contoh hasil *buffer dissolve hotspot* VNF2.0 yang hanya terdeteksi BA_SPOT-5, pada bagian (B) merupakan *buffer dissolve hotspot* VNF2.0 yang hanya terdapat data referensi titik asap kebakaran atau titik survei lapangan, sementara pada bagian (C) merupakan *buffer dissolve* dari VNF2.0 dengan data referensi paling lengkap yaitu ada BA-SPOT-5, titik asap kebakaran, koordinat survei lapangan, dan data koordinat pemadaman, oleh karena itu *hotspot* VNF2.0 dalam *buffer dissolve* tersebut adalah benar dan disebut sebagai *corrected* atau masuk dalam *Overall All* (OA_c), sedangkan bagian (D) merupakan *buffer dissolve hotspot* VNF2.0 yang

tidak terdapat data referensi sama sekali, sehingga *hotspot* VNF2.0 dinyatakan sebagai *error* disebut sebagai *Commission Error* (CE). Pada analisis *buffer dissolve*, dianalisis juga BA_SPOT-5 yang tidak berada pada *buffer dissolve*, sehingga BA_SPOT dinyatakan sebagai *Omission Error* (OE). Dengan cara yang sama untuk dilakukan juga terhadap *hotspot* VNF2.1 dan FIRMS-Night. Hasil perhitungan pada *buffer dissolve* 1 km, persentase OA tertinggi ditunjukkan oleh *hotspot* VNF2.0 dengan nilai sebesar 86.96% dimana OE cukup kecil yaitu 2.75% dan CE 10.29%, selanjutnya ditunjukkan oleh *hotspot* FIRMS-Night dengan persentase OA sebesar 82.07% dan OE cukup kecil yaitu 8.03% dan CE sebesar 9.9%. Persentase akurasi *hotspot* VNF2.1 memiliki akurasi kurang dari 50%. Setelah dilakukan *buffer dissolve* dengan radius 2 km, diperoleh persentase akurasi yang cukup baik untuk *hotspot* VNF2.1 naik menjadi 70.32% dengan CE sebesar 11.57% dan OE sebesar 18.11%. Adapun pada *hotspot* VNF2.0 dan FIRMS-Night ditunjukkan persentase yang sangat baik yaitu di atas 90%. Persentase *hotspot* VNF2.0 menjadi 93.10% dan *hotspot* FIRMS-Night sebesar 94.02%. Secara keseluruhan persentase hasil akurasi *hotspot* VNF2.0, VNF2.1, dan FIRMS-Night ditunjukkan pada Tabel 3-4.



Gambar 3-8: Hasil penggabungan *hotspot* VNF2.0 dengan seluruh data referensi berdasarkan *buffer dissolve* dengan radius *buffer* 1km



Gambar 3-9: Perbesaran daerah (A), (B), (C), dan (D) dari Gambar 3-8

Tabel 3-4: PERSENTASE AKURASI *HOTSPOT* BERDASARKAN REFERENSI BA_SPOT-5, ASAP MODIS, TITIK SURVEI LAPANGAN, TITIK KOORDINAT PEMADAMAN PADA *BUFFER DISSOLVE* 1 KM DAN 2 KM

SUMBER DATA	JUMLAH <i>HOTSPOT</i>	<i>Buffer 1 Km</i>			<i>Buffer 2 Km</i>		
		OA _c (%)	CE (%)	OE (%)	OA _c (%)	CE (%)	OE (%)
VNF2.1(T≥600K)	139	41.77	11.29	46.94	70.32	11.57	18.11
VNF2.0 (T≥600K)	4122	86.96	10.29	2.75	93.10	6.75	0.16
FIRMS_Night	1789	82.07	9.90	8.03	94.02	4.20	1.78

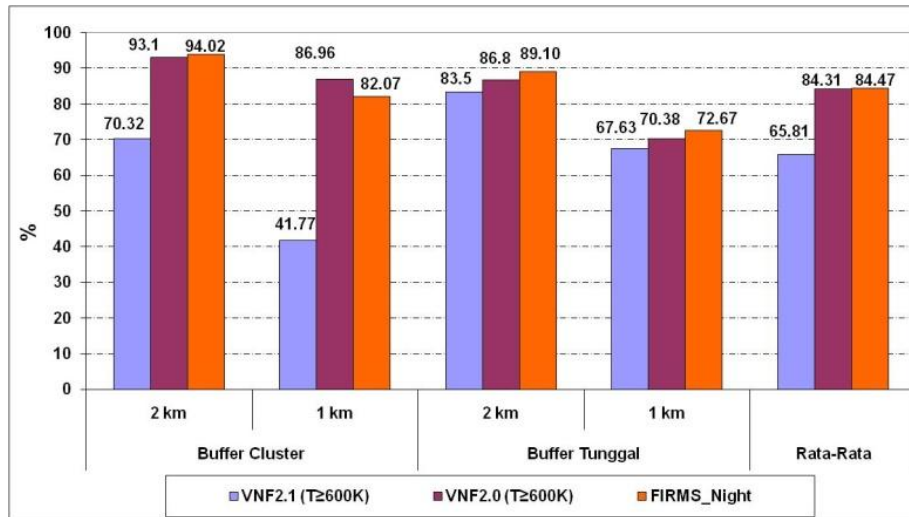
Tabel 3-5: NILAI RATA-RATA AKURASI DATA VIIRS DAN MODIS

SUMBER DATA	JUMLAH	Nilai Akurasi (%)				Nilai Rata-Rata Akurasi (%)
		<i>Buffer Dissolve</i>		<i>Buffer Tunggal</i>		
		1 Km	2 Km	1 Km	2 Km	
VNF2.1(T≥600K)	139	41.77	70.32	67.63	83.50	65.80
VNF2.0 (T≥600K)	4122	86.96	93.10	70.38	86.80	84.31
FIRMS_Night	1789	82.07	94.02	72.67	89.10	84.46

3.5.3 Perhitungan tingkat akurasi hotspot VNF2.0, VNF2.1 dan FIRMS-Night

Berdasarkan analisis *hotspot* di atas baik menggunakan *buffer dissolve* maupun *buffer dissolve* dengan radius 1 km maupun 2 km diperoleh nilai rata-rata akurasi yang ditunjukkan pada Tabel 3-5 dan Gambar 3-10. *Hotspot* VNF2.1 memiliki nilai akurasi antara 41.77% - 83.5% atau memiliki nilai rata-rata akurasi sebesar 65.80%. *Hotspot* VNF2.0 memiliki nilai akurasi antara 70.38% - 93.1% atau memiliki nilai rata-rata akurasi sebesar 84.31%. Sedangkan *hotspot* FIRMS-Night MODIS memiliki nilai akurasi antara 72.67% - 94.02% atau memiliki nilai rata-rata

akurasi sebesar 84.46%. Nilai rata-rata akurasi dari data VIIRS dan MODIS ditunjukkan pada Tabel 3-5. Secara umum dapat disimpulkan bahwa *hotspot* VNF2.0 mempunyai nilai rata-rata akurasi yang baik sebesar 84.31% lebih tinggi dari VNF2.1 yang memiliki nilai rata-rata akurasi sebesar 65.80%. *Hotspot* VNF sangat bagus untuk digunakan sebagai sumber data *hotspot* untuk *monitoring* penanggulangan bencana kebakaran hutan dan lahan melalui pemanfaatan data penginderaan jauh satelit. *Hotspot* VNF memiliki *trend* yang sama dengan *hotspot* FIRMS-Night dan bersifat saling mendukung antar sumber data tersebut.



Gambar 3-10: Rata-rata akurasi data hotspot VNF dan FIRMS-Night

4 KESIMPULAN

Data VIIRS *Nightfire* (VNF) mempunyai potensi yang sangat baik sehingga dapat dimanfaatkan untuk mendukung kegiatan mitigasi kebencanaan, sebagai sumber data hotspot khususnya VNF2.0 yang akurasinya sebanding dengan FIRMS-Night. Nilai rata-rata akurasi VNF2.1 sebesar 65.81%, VNF2.0 sebesar 84.31% dan FIRMS-Night sebesar 84.47%. Dengan demikian, VNF2.0 sangat optimal digunakan bersama dengan produk hotspot MODIS khususnya untuk pemantauan kebakaran pada malam hari, sehingga dapat digunakan dalam mitigasi kebakaran hutan dan lahan, serta dapat memperkaya ketersediaan data pemantauan hotspot khususnya pada malam hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LAPAN yang telah mendanai penelitian ini dan fasilitas yang diberikan dalam penyediaan data penelitian. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada tim penelitian Pengembangan Model Pemanfaatan Penginderaan Jauh untuk deteksi hotspot dengan data VIIRS 2014.

DAFTAR RUJUKAN

Adinugroho, W.C., I.N.N Suryadiputra, B. H. Saharjo dan L. Siboro, 2005. *Panduan*

Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan Gambut. Proyek Climate Change, Forests and Peatlands in Indonesia, Wetlands International-Indonesia Programmed an Wildlife Habitat Canada, Bogor, Indonesia.

Anderson, I P, I.D. Manda, dan Muhnandar, 1999. *Vegetation Fires in Sumatera Indonesia: The Presentasion and Distribution of NOAA-Derived Data*, Palembang: Forest Fire Prevention and Control Project, European Union and Indonesian Ministry of Forestry and Estate Crops.

Dozier, J.1981. *A Methode for Satellite Identification of Surface Temperature Field of Sub-pixel Resolution*, Remote sens. Of Environment, vol 11,pp.221-229.

Elvidge C. D., M. Zhizhin, F. C. Hsu, and K. E. Baugh, 2013. *Article: VIIRS Nightfire: Satellite Pyrometry at Night*. Journal Remote Sensing, ISSN 2072-4292, www.mdpi.com/journal/remotesensing.

Gaveau, D. L., M.A. Salim, K. Hergoualc'h, K. B. Locatelli, S. Sloan, M. Wooster, M.E. Marlier, E. Molidena, H. Yaen, R. DeFries, L. Verchot, D. Murdiyarsa, R. Nasi, P. Holmgren and D. Sheil, 2014. *Major Atmospheric Emissions from Peat Fires in Southeast Asia During Non-Drought Years: Evidence from the 2013 Sumatran Fires*, Scientific reports, 4.

Giglio, L., J. Descloitres, C. O. Justice, Y. Kaufman, 2003. *An Enhance Contextual*

- Fire Detection Algorithm For MODIS, Remote Sensing of Environment* 87:273-282. doi:10.1016/S0034-4257(03)00184-6.
- Lee T.E., S.D. Miller, F.J. Turk, C. Schueler, R. Julian, S. Deyo, P. Dills, and S. Wang, 2006. *The NPOESS VIIRS Day/Night Visible Sensor*, Bull. Amer. Meteor. Soc. 87. 191-199.
- Liew, S.C., Shen, C., J. Low, A. Lim, &L.K. Kwoh, 2003. *Validation of MODIS fire Product Over Sumatera and Borneo Using High Resolution SPOT Imagery*, In Proc. 24 th Asian Conference on Remote Sensing. Vol. 1, pp. 671-673.
- Matson, M., R.S Schneider, 1984. *Fire Detection using NOAA-Series Satellite*, Report NESDIS-7, Washington DC.
- Miettinen, J., 2007. *Burned Area Mapping in Insular Southeast Asia Using Medium Resolution Satellite Imagery*, Academic Dissertation. Department of Forest Resource Management, Faculty of Agriculture and Forestry, University of Helsinki.
- The National Geophysical Data Center (NOAA)-NASA. Sumber data VNF, 2014. Sumber:http://ngdc.noaa.gov/eog/viirs/download_2014_indonesia.html) atau (Sumber LAPAN: <http://modis-catalog.lapan.go.id/monitoring/katalognpp#>).
- Roy, D.P., P.E. Lewis, C.O. Justice, 2002. *Burned Area Mapping using Multi-temporal Moderate Spasial Resolution Data-a Bi-directional Reflectance Model-Based Expectation Approach*. Remote Sensing and Environment, 83, 263-286.
- Roy, D.P., P.G.H. Frost, C.O. Justice, T. Landmann, J.L. Le Reoux, K. Gumbo, S. Mankungwa, K. Dunham, R. D. Toit, K. Mhwandagara, A. Zacarias, B. Tacheba, O.P. Dube, J.M.C. Pereira, P. Mushove, J.T. Morissette, S.K.S. Vannan, D. Davies, 2005. *The Southern Africa Fire Network (SAFNet) Regional Burned-area Product-validation Protocol*, International Journal of Remote Sensing. 26(4), 4265-4292.
- Schroeder, W., P.Oliva, L.Giglio, I. A. Csiszar, 2014. *The New VIIRS 375m Active Fire Detection Data Product: Algorithm Description and Initial Assessment*, Remote Sensing of Environment, 143, 85-96.
- Seaman, C., 2013. *Beginner's Guide to VIIRS Imagery Data*, CIRA/Colorado State University.
- Suwarsono, 2012. *Daerah Bekas Kebakaran Hutan dan Lahan (Burned Area) di Kalimantan*, Thesis Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Program Studi Magister Ilmu Geografi, Universitas Indonesia.
- Vetrita, Y. dan N. S. 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. Hal 17-28.
- Zubaidah, A., Y. Vetrita, M. R. Khomarudin, 2014. *Validasi Hotspot MODIS di Wilayah Sumatera dan Kalimantan Berdasarkan Data Penginderaan Jauh SPOT-4 Tahun 2012*, Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital. Vol. 11 No. 1 Juni 2014: 1-14.