

EKSTRAKSI OTOMATIS DATA SPASIAL WILAYAH TERBAKAR UNTUK PERSIAPAN REHABILITASI HUTAN DAN LAHAN PASCA KEBAKARAN DI KAWASAN SUAKA ALAM RIAM KANAN PROVINSI KALIMANTAN SELATAN

Automatic Extraction of Burned Areas Spatial Data for the Preparation of Post-Fire Forest and Land Rehabilitation in the Riam Kanan Nature Reserve Area of South Kalimantan Province

Syam'ani *, Abdi Fithria

Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat, Jl. A. Yani, km. 35, Banjarbaru, Indonesia

*Surel: syamani.fhut@unlam.ac.id

Abstract

The Natural Reserved Area Riam Kanan is experiencing forest and land fires that occur during each dry season. This will result in the potential of land to be rehabilitated every year. The purpose of this study is to automatically extract the extensive data and the severity of forest and land fire incidents occurring in KSA Riam Kanan. Future benefits are to identify and determine priorities for forest and land rehabilitation activities after the fire incident. The method used is Normalized Burn Thermal Ratio (NBRT) transformation on Landsat Image 8. Method accuracy tested using NASA FIRMS MODIS Thermal Anomalies / Fire Locations data, and land closure data of multispectral classification on Landsat Image 8. Based on the result of research, it is found that, from August 12, 2015 to October 15, 2015, the total area of burned land in KSA Riam Kanan is 28,133,73 hectares. With the classification of the severity of fire incident Low severity burn 27,134.5 hectares, Moderate to low severity burn 967.59 hectares, Moderate to high severity burn 27.32 hectares, and High severity burn 4.32 hectares. While the category of burned land is 888.07 hectares of forest, Cultivated Agricultural Crop 4,065.44 hectares, and Shrub 23,062.22 hectares. The results of the accuracy test show that the accuracy of NBRT classification to extract spatial data of fire is 96.77%, and the accuracy of the mapping of the NBRT method is 99.58%. Wrong area detection error occurs in cloud and open field objects.

Keywords: Fires, Riam Kanan, NBRT, MODIS, NASA FIRMS

1. PENDAHULUAN

Kawasan Suaka Alam (KSA) Riam Kanan adalah wilayah penyangga Waduk Riam Kanan, yang merupakan sumber utama energi listrik untuk wilayah Provinsi Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah. KSA Riam Kanan memiliki satu permasalahan utama yang terjadi secara rutin setiap musim kemarau, yaitu kebakaran hutan dan lahan. Hal ini mengakibatkan bertambah luasnya lahan kritis dan besarnya potensi lahan yang harus direhabilitasi setiap tahun.

Kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan menuntut perencanaan yang akurat. Dan perencanaan yang akurat hanya bisa dibuat menggunakan informasi yang juga akurat. Untuk perencanaan jangka panjang, biasanya kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan dilakukan berdasarkan informasi spasial tingkat kekritisannya lahan. Informasi spasial tingkat kekritisannya lahan diekstrak dengan metode pemodelan spasial, dengan menggunakan sejumlah parameter data spasial. Misalnya sifat-sifat fisik tanah, teknik konservasi, produktivitas

lahan, penutupan lahan, dan sebagainya. Data spasial ini tidak mudah dan tidak murah untuk didapat, sehingga proses mendapatkan informasi spasial kekritisannya lahan memerlukan sebuah kajian khusus yang memakan waktu cukup lama.

Kenyataan di lapangan, seperti pada KSA Riam Kanan, frekuensi kejadian kebakaran hutan dan lahan terjadi setiap tahun. Dampak langsungnya adalah hilangnya penutupan vegetasi pada lahan-lahan yang terbakar. Sehingga berpotensi untuk menjadi lahan-lahan kritis yang baru. Jika setiap terjadi kebakaran kita diharuskan untuk mengekstrak informasi spasial lahan kritis, tentu saja bukan merupakan cara yang efisien. Terkait dengan hal ini, kita dapat mengidentifikasi lahan-lahan yang terbuka akibat kebakaran, sekaligus mengukur tingkat keparahan (*severity*) kejadian kebakaran. Informasi ini dapat dijadikan sebagai dasar dalam menentukan prioritas rehabilitasi hutan dan lahan.

Proses rehabilitasi hutan pasca kebakaran hutan dan lahan dilakukan secara cepat. Upaya ini diharapkan dapat meningkatkan penyerapan

karbon, menciptakan iklim yang lebih baik bagi kehidupan masyarakat Indonesia dan dunia, serta mengembalikan habitat puspa dan satwa Indonesia. (Pernyataan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (LHK), Siti Nurbaya) (Rikin, 2015).

Informasi spasial kebakaran hutan dan lahan secara cepat dan akurat biasanya didapatkan dari data hotspot hasil pencitraan satelit, misalnya NOAA atau MODIS. Informasi hotspot ini tersedia cukup masif dan dapat didapatkan secara cuma-cuma dari internet. Akan tetapi, data hotspot hanya memberikan informasi lokasi kejadian kebakaran. Secara langsung, hotspot tidak dapat memberikan informasi luas sekaligus estimasi parah atau tidaknya kebakaran yang terjadi. Di samping resolusi spasial sumber data hotspot (NOAA/MODIS) yang sangat kasar (± 1 km).

Sebenarnya terdapat informasi luas kebakaran hutan dan lahan yang juga dapat kita unduh secara cuma-cuma dari internet setiap bulan, yaitu MODIS Burned Area Monthly L3 Global 500m, atau yang dikenal dengan kode produk MCD45A1 (Boschetti et. al., 2013). Akan tetapi, karena resolusi spasial Citra MODIS yang sangat kasar, informasi spasial luas kebakaran yang dihasilkan tidak begitu akurat. Sehingga kurang tepat jika informasi ini dijadikan sebagai dasar untuk menentukan prioritas rehabilitasi hutan dan lahan. Jika informasi ini dipaksakan, kita harus merencanakan kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan dengan satuan luas terkecil 25 hektare (ukuran pixel MCD45A1).

Untuk menghasilkan perencanaan kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan yang akurat, termasuk di dalamnya perhitungan jumlah bibit, tenaga kerja, hingga kalkulasi anggaran, kita memerlukan informasi yang lebih detail. Dalam hal ini, kita dapat mengekstrak informasi wilayah terbakar dari citra satelit yang memiliki resolusi spasial cukup memadai, seperti Citra Landsat 8. Selain memiliki resolusi spasial yang dapat diandalkan dan tersedia secara cuma-cuma di internet, Citra Landsat 8 juga tersedia secara masif dan *up to date*.

Metode konvensional untuk menentukan lokasi, luasan, atau mungkin juga tingkat keparahan kejadian kebakaran hutan dan lahan adalah dengan cara konvensional, yaitu dengan interpretasi visual atau digitasi. Permasalahannya adalah, selain tidak efisien, sangat subjektif, dan konsistensi rendah, metode digitasi untuk mengekstrak data spasial wilayah yang terbakar juga cenderung over estimate. Hal ini dapat terjadi jika pada saat digitasi kita menjustifikasi bahwa wilayah-wilayah yang terbuka adalah wilayah bekas terbakar. Padahal kenyataannya, tidak semua lahan terbuka merupakan wilayah bekas terbakar. Untuk

mengatasi over estimasi dalam digitasi mungkin kita dapat mendigitasi di atas dua buah citra multitemporal. Akan tetapi, metode seperti ini juga bukan teknik yang efisien.

Terdapat beberapa metode untuk mengekstrak wilayah-wilayah yang terbakar pada citra satelit secara otomatis, sehingga jauh lebih efisien. Beberapa di antaranya adalah *Burn Area Index* (BAI) (Martin, 1998), *Normalized Burn Ratio* (NBR) (Lopez, 1991; Key and Benson, 1995), dan *Normalized Burn Ratio Thermal* (NBRT) (Holden et al., 2005). BAI, NBR, dan NBRT merupakan metode kuantitatif untuk mengekstrak wilayah terbakar menggunakan citra satelit multitemporal. Karena metode-metode ini merupakan metode kuantitatif, tentu saja informasi spasial yang dihasilkan lebih objektif dan lebih dapat dipertanggungjawabkan. Dengan dihasilkannya informasi spasial secara lebih objektif, cepat, dan akurat, diharapkan kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan pasca kebakaran dapat lebih cepat untuk disiapkan.

Penelitian bertujuan untuk mengekstrak secara otomatis data luas dan tingkat keparahan kejadian kebakaran hutan dan lahan yang terjadi di KSA Riam Kanan. Manfaat kedepannya adalah mengetahui dan menentukan prioritas kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan sesudah terjadinya kebakaran di KSA Riam Kanan.

2. METODE

2.1. Lokasi Penelitian

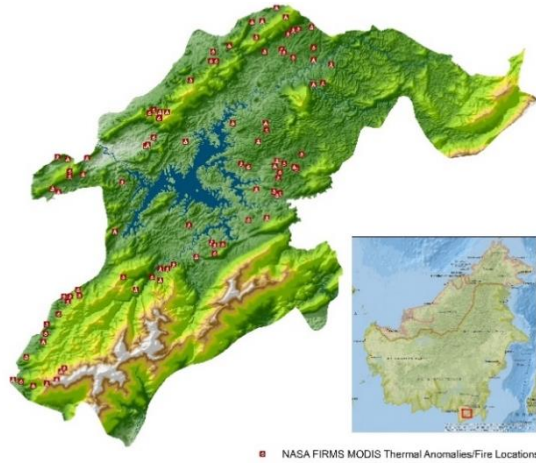
Penelitian ini dilaksanakan di seluruh wilayah KSA Riam Kanan (Kemenhut 2009). KSA Riam Kanan total memiliki luas 115.536 hektare dan di dalamnya terdapat Taman Hutan Raya (Tahura) Sultan Adam seluas 113.959,25 hektare, dan Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Hutan Pendidikan dan Pelatihan Universitas Lambung Mangkurat seluas 1.576,75 hektare.

Gambar 1 menunjukkan lokasi wilayah KSA Riam Kanan dengan 93 titik hotspot dari Citra MODIS di atasnya. Data hotspot ini merupakan lokasi-lokasi kebakaran hutan dan lahan yang terjadi dari rentang waktu tanggal 12 Agustus 2015 sampai tanggal 15 Oktober 2015.

2.2. Pra-pemrosesan Citra Landsat 8

Untuk memenuhi seluruh wilayah KSA Riam Kanan diperlukan 2 scene Citra Landsat 8, yaitu path/row 117/062 dan path/row 117/063. Baik citra path/row 117/062 maupun path/row 117/063 diambil pada tanggal perekaman 12 Agustus 2015 dan 15

Oktober 2015. Citra Landsat 8 tanggal perekaman 12 Agustus 2015 digunakan sebagai citra *pre-fire* (sebelum kebakaran), dan Citra Landsat 8 tanggal perekaman 15 Oktober 2015 digunakan sebagai citra *post-fire* (sesudah kebakaran).



Gambar 1. Lokasi penelitian

Saluran multispektral dan pankromatik Landsat 8 DCM memiliki resolusi radiometrik 12-bit. Artinya, nilai pixel (Digital Number/DN)-nya memiliki rentang 0 sampai 4.096. Untuk keperluan analisis kuantitatif, seperti indeks spektral, tidak direkomendasikan menggunakan nilai pixel, tetapi sekurang-kurangnya menggunakan radiance atau *Top of Atmosphere (TOA) Reflectance*, dan idealnya menggunakan *Top of Canopy (TOC) Reflectance* (Liang 2004).

Untuk mengkonversi nilai DN ke radiance formulanya adalah sebagai berikut (Dol USGS 2016):

$$L_{\lambda} = \text{gain} * \text{DN} + \text{bias} \quad (1)$$

Dalam hal ini,

L_{λ} : radiance

DN : Digital Number

gain dan bias didapatkan dari metadata Citra Landsat 8 DCM

Untuk mengkalibrasi radiance menjadi TOA formulanya adalah sebagai berikut (Chander *et al.* 2009):

$$\rho_{\lambda} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda} \cdot d^2}{\text{ESUN}_{\lambda} \cdot \cos \theta_s} \quad (2)$$

Dalam hal ini,

ρ_{λ} = Top of Atmosphere (TOA) reflectance

L_{λ} = radiance

d = jarak bumi ke matahari dalam Astronomical Unit (AU)

ESUN_{λ} = rata-rata irradianc exoatmospheric matahari

θ_s = sudut zenith (ketinggian matahari dari horizon) matahari

Sementara untuk mengkonversi TOA menjadi TOC, kita harus melakukan koreksi atmosferik. Metode koreksi atmosferik yang digunakan di dalam penelitian ini adalah *Dark Object Substraction (DOS)* (Chavez, 1988, Chavez, 1996, Zhang *et al.*, 2010). Sesudah seluruh citra terkalibrasi dan terkoreksi, selanjutnya citra path/row 117/062 dan path/row 117/063 masing-masing tanggal perekaman dimosaik. Untuk selanjutnya akan dilakukan transformasi NBRT pada masing-masing tanggal perekaman.

2.3. Normalized Burn Ratio Thermal

Untuk keperluan mendeteksi lahan-lahan yang terbuka akibat terjadinya kebakaran hutan dan lahan, kita dapat menggunakan metode transformasi nilai spektral Burn Indices atau indeks kebakaran. Ada tiga macam burn indices yang umum digunakan, yaitu *Burn Area Index (BAI)* (Martin 1998), *Normalized Burn Ratio (NBR)* (Lopez 1991; Key and Benson, 1995), dan *Normalized Burn Ratio Thermal (NBRT)* (Holden *et al.* 2005). *Normalized Burn Ratio Thermal (NBRT)* dirumuskan sebagai berikut (Holden *et al.* 2005):

$$NBRT = \frac{(\rho_{NIR} - \rho_{SWIR}) \left(\frac{\rho_{TIRS}}{1.000} \right)}{(\rho_{NIR} + \rho_{SWIR}) \left(\frac{\rho_{TIRS}}{1.000} \right)} \quad (3)$$

Dalam hal ini,

ρ_{NIR} = Saluran Near Infra Red

ρ_{SWIR} = Saluran Short Wave Infra Red

ρ_{TIRS} = Saluran Thermal

NBRT dihitung menggunakan nilai spektral dari dua buah citra yang memiliki waktu perekaman berbeda, yaitu *pre-fire* dan *post-fire*. Penghitungan tingkat keparahan kejadian kebakaran dilakukan dengan mengurangi citra NBRT *pre-fire* dan *post-fire*. Hasil pengurangan ini akan membentuk sebuah citra digital yang nilai pixelnya dapat menggambarkan tingkat keparahan kebakaran (burn severity). Sehingga tingkat keparahan kebakaran dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$\Delta NBRT = NBRT_{pre-fire} - NBRT_{post-fire} \quad (4)$$

Secara teoritis, NBRT akan menghasilkan sebuah citra digital baru yang memiliki nilai spektral -1 sampai 1. Key & Benson (2005) mengelompokkan nilai pixel hasil pengurangan untuk mengklasifikasikan tingkat keparahan kebakaran (Tabel 1).

Tabel 1. Klasifikasi tingkat keparahan kebakaran berdasarkan nilai pixel Δ NBRT

Nilai Pixel Δ NBRT	Burn Severity (Keparahan Kebakaran)
< - 0,25	High post fire regrowth
-0,25 - -0,1	Low post fire regrowth
-0,1 - 0,1	Unburned
0,1 - 0,27	Low severity burn
0,27 - 0,44	Moderate to low severity burn
0,44 - 0,66	Moderate to high severity burn
> 0,66	High severity burn

Sumber: Key and Benson (2005)

Di dalam penelitian ini, *High post-fire regrowth* dan *Low post-fire regrowth* digabungkan dengan kriteria Unburned. Sehingga nilai pixel NBRT di bawah 0,1 akan ditetapkan sebagai wilayah yang tidak terbakar (*Unburned*).

2.4. Verifikasi dan Uji Akurasi

Uji akurasi dilakukan untuk mengetahui tingkat kemampuan NBRT dalam mengekstrak data spasial wilayah yang terbakar. Ada 2 data yang dijadikan referensi untuk menguji akurasi NBRT, yaitu data hotspot yang diperoleh dari *NASA Fire Information for Resource Management System (FIRMS)* (Giglio *et al.*, 2016) dan penutupan lahan yang merupakan hasil klasifikasi multispektral Citra Landsat 8 tanggal perekaman 12 Agustus 2015 (pre-fire). Data hotspot digunakan untuk menguji akurasi klasifikasi (*Producer's Accuracy*). Penutupan lahan digunakan untuk menguji akurasi pemetaan (*User's Accuracy*). Verifikasi lapangan dilakukan pada sejumlah titik, untuk mengetahui lokasi kejadian kebakaran hutan dan lahan secara langsung di lapangan.

Terdapat satu permasalahan ketika kita akan menguji informasi wilayah terbakar yang dihasilkan dari Citra Landsat 8 (resolusi spasial 30 meter), menggunakan data hotspot NASA FIRMS yang diekstrak dari Citra MODIS yang memiliki resolusi spasial 1 kilometer. Sebab secara teoritis, tidak mungkin untuk menguji suatu informasi spasial menggunakan informasi spasial yang akurasinya lebih rendah (resolusi spasial lebih rendah).

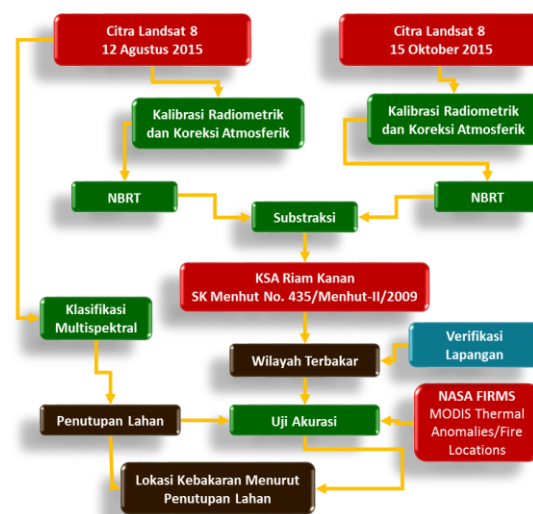
Untuk mengatasi permasalahan resolusi spasial NASA FIRMS peneliti melakukan *upscaling*, yaitu dengan mengekstrapolasi titik hotspot NASA FIRMS menggunakan teknik *flat buffering* berbentuk kubus dengan panjang sisi kubus 1.000 meter, dan titik hotspot NASA FIRMS merupakan titik pusatnya. Ukuran sisi kubus 1.000 merupakan resolusi spasial Citra MODIS. Selanjutnya, setiap data wilayah terbakar (*burned area*) yang dihasilkan oleh NBRT pada Citra Landsat 8 yang masuk ke dalam kubus

NASA FIRMS dianggap sebagai hasil ekstraksi NBRT yang akurat. Maksudnya, wilayah terbakar yang diekstrak oleh NBRT memang benar terjadi kebakaran menurut data hotspot NASA FIRMS. Batasan minimal luas untuk menentukan masuk atau tidak adalah 1.000 meter persegi. Hal ini berdasarkan Giglio (2015), yang menyatakan bahwa kebakaran pada luasan minimal 1.000 meter persegi sudah dapat terdeteksi oleh sensor MODIS.



Gambar 2. Dokumentasi verifikasi lapangan

Uji akurasi pemetaan menggunakan penutupan lahan, data spasial wilayah terbakar hasil ekstraksi NBRT ditumpangsusunkan dengan data spasial penutupan lahan. Wilayah-wilayah terbakar yang tidak masuk akal, misalnya wilayah terbakar di atas tubuh air, lahan terbuka, atau awan, akan dianggap sebagai *commission's error* atau kesalahan pemetaan. Gambar 3 menunjukkan secara singkat proses penelitian.



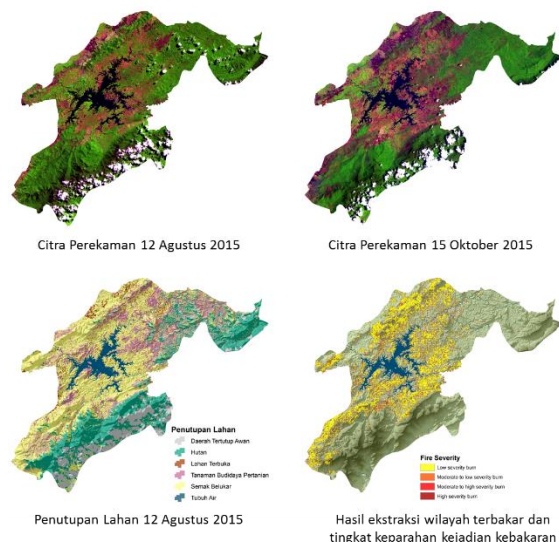
Gambar 3. Diagram alur penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahun 2015 merupakan tahun dengan kemarau panjang terparah dalam dekade terakhir. KSA Riam Kanan yang memang selalu mengalami kebakaran hutan dan lahan setiap musim kemarau, tentu saja mengalami kebakaran terparah. Ini yang mendasari pemilihan waktu kajian dalam penelitian ini.

Untuk mengamati wilayah yang terbakar dari citra satelit, tentu saja kita tidak mungkin untuk menggunakan citra tunggal, misalnya hanya mengamati lahan-lahan terbuka pada citra sesudah terjadi kebakaran. Sebab lahan-lahan yang terbuka yang terlihat pada citra satelit belum tentu merupakan wilayah-wilayah yang terbakar. Untuk KSA Riam Kanan, terdapat lahan-lahan yang sejak awal memang sudah terbuka, dan bukan karena kejadian kebakaran hutan dan lahan. Sehingga cara yang paling objektif untuk menandai wilayah-wilayah yang terbakar adalah menggunakan analisis citra multitemporal, yaitu sebelum (*pre-fire*) dan sesudah (*post-fire*) kejadian kebakaran.

Di dalam penelitian ini, peneliti menggunakan Citra Landsat 8 tanggal perekaman 12 Agustus 2015 sebagai citra *pre-fire*, dan citra tanggal perekaman 15 Oktober 2015 sebagai citra *post-fire*. Sehingga interval waktu pengamatan kejadian kebakaran adalah 64 hari atau sekitar 2 bulan. Dalam rentang waktu ini, menurut data hotspot NASA FIRMS Thermal Anomalies/Fire Locations, di KSA Riam Kanan terdapat 93 lokasi kebakaran.



Gambar 4. Citra Landsat 8 pre-fire dan post-fire, hasil klasifikasi multispektral penutupan lahan, dan hasil ekstraksi otomatis wilayah terbakar dan tingkat keparahan kejadian kebakaran hutan dan lahan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa total luas wilayah yang terbakar di KSA Riam Kanan adalah sekitar 28.133,73 hektare, dengan luas masing-masing tingkat keparahan selengkapnya terlihat pada Tabel 2. Pada tabel 2 terlihat bahwa kategori *High severity burn*, atau tingkat kebakaran yang paling parah hanya memiliki luasan sekitar 4,32 hektare. Di atas peta hasil ekstraksi NBRT, kategori tingkat keparahan ini hampir tidak terlihat karena sedemikian kecilnya. Tingkat kebakaran paling parah ini dapat terjadi jika dahulunya (*pre-fire*) terdapat vegetasi yang cukup rapat, kemudian terbakar habis. Tingkat keparahan terluas di KSA Riam Kanan adalah *Low severity burn*, yang merupakan tingkat keparahan paling rendah.

Tabel 2. Total luas wilayah yang terbakar menurut tingkat keparahan kebakaran

Tingkat Keparahan	Luas (hektare)
<i>Low severity burn</i>	27.134,5
<i>Moderate to low severity burn</i>	967,59
<i>Moderate to high severity burn</i>	27,32
<i>High severity burn</i>	4,32
Total luas wilayah terbakar	28.133,73

Sumber: Hasil pengolahan data primer

Untuk mengetahui pada tipe penutupan lahan apa terjadinya kebakaran, sekaligus untuk menguji akurasi NBRT dalam memetakan wilayah terbakar, hasil ekstraksi wilayah terbakar ditumpang susunkan dengan data penutupan lahan hasil klasifikasi multispektral Citra Landsat 8 tanggal perekaman 12 Agustus 2015. Hasil dari tumpang susun ini terlihat pada Tabel 3.

Pada Tabel 3 terlihat bahwa terdapat data wilayah kebakaran yang tidak logis, yaitu kebakaran terjadi pada tutupan awan dan lahan terbuka. Wilayah kebakaran hasil ekstraksi NBRT yang terjadi pada 3 kelas penutupan lahan ini dianggap sebagai kesalahan pemetaan, atau dengan kata lain kelemahan algoritma NBRT. Dengan menggunakan rasio luas wilayah kebakaran yang tidak logis terhadap luas seluruh wilayah terbakar hasil ekstraksi NBRT, diketahui bahwa persentase wilayah terbakar yang tidak logis adalah 0,42%. Dengan demikian, akurasi pemetaan NBRT dalam mengekstrak informasi spasial wilayah terbakar adalah 99,58%.

Penutupan lahan yang mengalami kebakaran paling luas adalah Semak Belukar, sedangkan luas Hutan yang terbakar pada rentang waktu tanggal 12 Agustus 2015 hingga tanggal 15 Oktober 2015 adalah 888,07 hektare (Tabel 4). Menurut Kepala Dinas Kehutanan Provinsi Kalimantan Selatan, luas area yang terbakar di Tahura Sultan Adam

mencapai 700 hektare (Rizal 2015). Mungkin yang dimaksud oleh beliau adalah luas hutan yang terbakar.

Tabel 3. Wilayah dan tingkat keparahan kebakaran menurut penutupan lahan

Tingkat Keparahahan	Penutupan Lahan	Luas (hektare)
High severity burn	Hutan	0,27
High severity burn	Tanaman Budidaya Pertanian	0,81
High severity burn	Semak Belukar	3,24
Low severity burn	Awan	16,47
Low severity burn	Hutan	868,72
Low severity burn	Lahan Terbuka	100,36
Low severity burn	Tanaman Budidaya Pertanian	4.008,25
Low severity burn	Semak Belukar	22.140,7
Moderate to high severity burn	Hutan	0,36
Moderate to high severity burn	Tanaman Budidaya Pertanian	10,04
Moderate to high severity burn	Semak Belukar	16,92
Moderate to low severity burn	Awan	0,63
Moderate to low severity burn	Hutan	18,72
Moderate to low severity burn	Lahan Terbuka	0,54
Moderate to low severity burn	Tanaman Budidaya Pertanian	46,34
Moderate to low severity burn	Semak Belukar	901,36
Total luas wilayah terbakar		28.133,73

Sumber: Hasil pengolahan data primer

Tabel 4. Luas wilayah kebakaran menurut penutupan lahan sesudah dikoreksi awan dan lahan terbuka

Penutupan Lahan	Luas (hektare)
Hutan	888,07
Tanaman Budidaya Pertanian	4.065,44
Semak Belukar	23.062,22
Total	28.015,73

Sumber: Hasil pengolahan data primer

Untuk mengetahui kemampuan NBRT dalam mengidentifikasi wilayah-wilayah yang terbakar (akurasi klasifikasi), uji akurasi klasifikasi dilakukan dengan menumpangsusunkan hasil *flat buffering* data hotspot NASA FIRMS dengan data spasial wilayah terbakar hasil ekstraksi NBRT. Dalam hal ini, diambil beberapa nilai ambang (*threshold*) luas wilayah terbakar yang masuk ke dalam poligon hasil *flat buffering* data hotspot NASA FIRMS. Tabel 5 dan grafik pada Gambar 5 memperlihatkan selengkapnya hasil uji akurasi klasifikasi NBRT menggunakan data hotspot NASA FIRMS.

Tabel 5. Uji akurasi menggunakan data hotspot NASA FIRMS Thermal Anomalies/Fire Locations

Luas Kebakaran Per Pixel Hotspot (m ²)	Jumlah Hotspot yang Terekstrak NBRT	Total Hotspot di KSA Riam Kanan	Persen Hotspot yang Terekstrak NBRT
1.000	93	93	100,00%
5.000	93	93	100,00%
10.000	93	93	100,00%
25.000	93	93	100,00%
50.000	93	93	100,00%
75.000	92	93	98,92%
100.000	90	93	96,77%

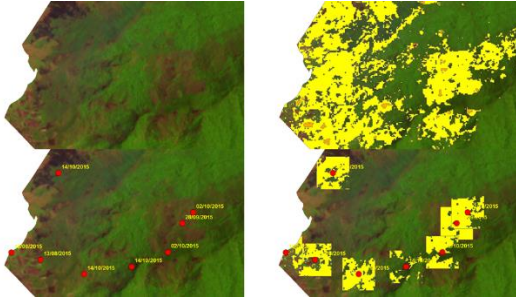
Sumber: Hasil pengolahan data primer

Jika berpedoman pada Giglio (2015) bahwa kebakaran sudah dapat terdeteksi oleh sensor MODIS sebagai hotspot jika luas kebakarannya minimal 1.000 meter persegi, maka akurasi NBRT dalam mengidentifikasi wilayah-wilayah yang terbakar adalah 100%. Akan tetapi, peneliti juga memperbesar nilai ambang luas hingga 100.000 meter persegi atau 10 hektare (Tabel 5). Jika kita menggunakan nilai ambang luas wilayah terbakar 100.000 hektar (baru dianggap sebagai kebakaran yang terdeteksi oleh hotspot MODIS NASA FIRMS), maka akurasi NBRT dalam mengenali wilayah-wilayah yang terbakar adalah 96,77%.



Gambar 5. Grafik prediksi akurasi hasil ekstraksi wilayah terbakar menggunakan NBRT berdasarkan hubungan luas kebakaran per pixel dan persen jumlah pixel data hotspot NASA FIRMS

Gambar 6 menunjukkan gambaran bagaimana proses upscaling data spasial hotspot MODIS NASA FIRMS, agar dapat digunakan sebagai parameter untuk menguji akurasi informasi spasial wilayah terbakar hasil ekstraksi menggunakan NBRT.



Gambar 6. Upscaling data hotspot NASA FIRMS menggunakan wilayah terbakar hasil ekstraksi NBRT

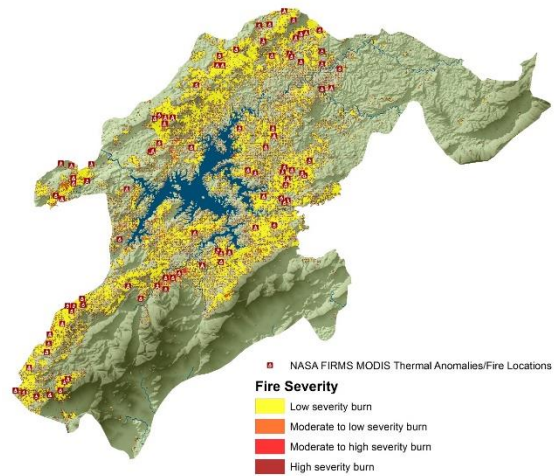
Upscaling bertujuan untuk mengatasi kelemahan data hotspot NASA FIRMS yang memiliki resolusi spasial lebih rendah dari pada Citra Landsat 8. Di dalam proses uji akurasi ini, meskipun titik hotspot tidak jatuh di atas wilayah terbakar hasil ekstraksi NBRT, tetapi jika wilayah terbakar hasil NBRT masuk di dalam radius *flat buffering* data hotspot NASA FIRMS, sudah dianggap sebagai hasil ekstraksi yang akurat.

Informasi spasial wilayah terbakar hasil ekstraksi menggunakan NBRT ini, sekaligus informasi tingkat keparahan kejadian kebakaran yang dihasilkannya, kedepannya diharapkan dapat menjadi masukan bagi pihak-pihak terkait dalam menyusun rencana kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan. Metode ekstraksi informasi geospasial wilayah terbakar menggunakan NBRT ini merupakan sebuah proses yang sangat efisien, jauh lebih efisien dari pada mengekstrak informasi lahan kritis menggunakan metode standar.

Gambar 7 memperlihatkan hasil tumpang tindih data hotspot NASA FIRMS dengan informasi spasial wilayah terbakar hasil ekstraksi menggunakan NBRT. Tentu saja data hotspot NASA FIRMS diambil pada rentang waktu tanggal 12 Agustus 2015 hingga 15 Oktober 2015, sesuai dengan tanggal perekaman citra multitemporal yang digunakan dalam penelitian ini.

Secara visual, pada Gambar 7 terlihat bahwa hasil ekstraksi otomatis wilayah terbakar menggunakan metode transformasi NBRT tidak jauh berbeda dari lokasi-lokasi hotspot yang diambil dari NASA FIRMS Thermal Anomalies/Fire Locations. Untuk menghindari kesalahan deteksi NBRT dalam menghasilkan informasi wilayah terbakar, sebelum proses transformasi kita dapat melakukan koreksi atau *masking* awan atau tubuh air. Sehingga tutupan awan atau tubuh air yang berpotensi terdeteksi sebagai wilayah terbakar dapat dihindari. Selain itu, untuk daerah-daerah yang memiliki topografi kasar, sebaiknya juga

dilakukan koreksi topografik, untuk menghilangkan efek bayangan bukit terhadap hasil transformasi citra.



Gambar 7. Tumpang tindih wilayah terbakar hasil ekstraksi menggunakan NBRT dan data hotspot NASA FIRMS

4. SIMPULAN

Dari tanggal 12 Agustus 2015 hingga 15 Oktober 2015, total luas lahan yang terbakar di KSA Riam Kanan adalah 28.133,73 hektare. Dengan klasifikasi tingkat keparahan kejadian kebakaran *low severity burn* 27.134,5 hektare, *moderate to low severity burn* 967,59 hektare, *moderate to high severity burn* 27,32 hektare, dan *high severity burn* 4,32 hektare. Sementara kategori lahan yang terbakar adalah Hutan 888,07 hektare, Tanaman Budidaya Pertanian 4.065,44 hektare, dan Semak Belukar 23.062,22 hektare. Berdasarkan informasi ini, pihak-pihak terkait dapat menggunakannya sebagai dasar untuk mempersiapkan rencana kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan di KSA Riam Kanan.

Kemampuan metode transformasi NBRT dalam mengekstrak data spasial wilayah terbakar secara otomatis ternyata sangat akurat. Yaitu dengan akurasi klasifikasi 96,77%, dan akurasi pemetaan 99,58%. Akurasi klasifikasi 96,77% artinya NBRT mampu mengenali setidaknya 96,77% dari seluruh wilayah terbakar yang ada di lokasi yang dipetakan. Sementara akurasi pemetaan 99,58% artinya dari seluruh informasi spasial wilayah terbakar yang ada di atas peta, 99,58%-nya memang benar kejadian kebakaran di lapangan. Fakta ini dapat saja bersifat kondisional. Sehingga jika NBRT diuji pada wilayah yang memiliki kondisi berbeda, misalnya di lahan basah

atau lahan gambut, mungkin saja akurasiya juga berbeda.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih atas penyediaan Citra Landsat 8 dari U.S. Geological Survey's Earth Resources Observation and Science (EROS) Center atau NASA's Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC), dan data dan citra dari LANCE FIRMS yang dioperasikan oleh NASA/GSFC/Earth Science Data and Information System (ESDIS) dengan dana yang disediakan oleh NASA/HQ.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Boschetti, L., Roy, D., Hoffmann, A.A., and Humber, M., 2013, *MODIS Collection 5.1 Burned Area Product - MCD45 User's Guide Version 3.0.1, May 2013*, <http://modis-fire.umd.edu>.
- Chander, G., Markham, B.L., Helde, and D.L., 2009, Summary of Current Radiometric Calibration Coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI Sensors, *Remote Sensing Environment*, 2009, 113, 893–903.
- Chavez, P.S., 1988, An Improved Dark-Object Subtraction Technique for Atmospheric Scattering Correction of Multispectral Data, *Remote Sensing of Environment*, 24, pp. 459–479.
- Chavez, P.S., 1996, Image-based Atmospheric Corrections—Revisited and Improved, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 62, pp. 1025–1036.
- Department of the Interior United States Geological Survey (Dol USGS), 2016, *Landsat 8 (L8) Data Users Handbook LSDS-1574 Version 2.0*, Department of the Interior U.S. Geological Survey, South Dakota, pp. 58-63.
- Giglio, L. 2015. *MODIS Collection 6 Active Fire Product User's Guide Revision A*. Department of Geographical Sciences, University of Maryland.
- Giglio, L., Schroeder, W., and Justice, C.O., 2016, The collection 6 MODIS active fire detection algorithm and fire product, *Remote Sensing of Environment*, 178: pp. 31–41.
- Holden, Z., Morgan, P., Smith, A.M.S., Rollins, M., and Gessler, P.E., 2005, Evaluation of Novel Thermally Enhanced Spectral Indices for Mapping Fire Perimeters and Comparisons with Fire Atlas Data, *International Journal of Remote Sensing* 26: pp. 4801-4808.
- Key, C. and N. Benson, N., 2005, *Landscape Assessment: Remote Sensing of Severity, the Normalized Burn Ratio; and Ground Measure of Severity, the Composite Burn Index, In FIREMON: Fire Effects Monitoring and Inventory System*, RMRS-GTR, Ogden, UT: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Liang, S., 2004, *Quantitative Remote Sensing of Land Surfaces*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, pp. 249.
- Lopez Garcia, M., and V. Caselles, 1991, Mapping Burns and Natural Reforestation using Thematic Mapper Data, *Geocarto International* 6: pp. 31-37.
- Martín, M., 1998, *Cartografía e inventario de incendios forestales en la Península Iberica a partir de imágenes NOAA AVHRR*, Doctoral thesis, Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares.
- Menteri Kehutanan Republik Indonesia, 2009, *Keputusan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: SK. 435/Menhut-II/2009 tentang Penunjukan Kawasan Hutan Provinsi Kalimantan Selatan*, Kementerian Kehutanan Republik Indonesia, Jakarta.
- Menteri Kehutanan Republik Indonesia, 2010, *Keputusan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: SK. 164/Menhut-II/2010 tentang Penetapan Kawasan Hutan Taman Hutan Raya Sultan Adam, yang Terletak di Wilayah Kecamatan Pelaihari, Aranio, Karang Intan, Pengaron, Mataram, Kintap dan Jorong, Kabupaten Tanah Laut dan Kabupaten Banjar, Provinsi Kalimantan Selatan, Seluas 112.000 (Seratus Dua Belas Ribu) Hektar*, Kementerian Kehutanan Republik Indonesia, Jakarta.
- Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, 2016, *Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: SK. 900/Menlhk/Setjen/PLA.0/12/2016 tentang Penetapan Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus Pada Kelompok Hutan Gunung Waringin dan Pegunungan Babaris yang Terletak di Kecamatan Karang Intan, Kabupaten Banjar, Provinsi Kalimantan Selatan seluas 1.617 (Seribu Enam Ratus Tujuh Belas) Hektare Sebagai Hutan Pendidikan dan Pelatihan*, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, Jakarta.
- Rikin, A.S., 2015, *Kementerian LHK Percepat Rehabilitasi Hutan yang Terbakar*, <http://www.beritasatu.com>, tanggal 26 November 2015.
- Rizal, Y., 2015, *Kebakaran Tahura Sultan Adam Capai 700 Hektare*, <http://www.antarakalsel.com>, tanggal 27 November 2015.
- Zhang, Z., He, G., and Wang, X., 2010, A Practical DOS Model-Based Atmospheric Correction Algorithm, *International Journal of Remote Sensing*, 31 (11), pp. 2837-2852.

