

Pentingnya dukungan data “Pre Fire, On Fire, dan Post Fire“ dalam Kasus Kebakaran Hutan dan Lahan (Tawaran teknologi dalam upaya mendorong *evidence based policy*)

Hani Afnita Murti, S.Si.,M.Si
Direktorat Penegakan Hukum Pidana

Abstrak

Data menjadi hal krusial yang dapat memobilisasi penanganan penegakan hukum secara cepat, tepat, akurat, akuntabel, dan berbasis bukti. Ketersediaan data merupakan salah satu faktor yang mendasari pengambilan kebijakan berbasis bukti. Dalam penanganan kasus kebakaran hutan dan lahan (karhutla), dibutuhkan data yang dapat digunakan dalam pembuktian di persidangan. Salah satu data yang dapat dijadikan bukti ilmiah (*scientific evidence*) dalam kasus karhutla adalah data spasial yang didukung oleh analisis interpretasi data lainnya. Pendekatan perolehan data spasial ini, melalui tawaran teknologi yang perlu diadopsi. Teknologi yang dimaksud dengan menggunakan interpretasi penginderaan jauh (inderaja) dan sistem informasi geografis (SIG), yang didukung data dari pengamatan visual langsung melalui *drone*. Kehadiran teknologi ini, sangat penting untuk digunakan sebagai pengumpulan data spasial karhutla yang meliputi data *pre fire*, *on fire*, dan *post fire*. Ketiga data tersebut digunakan untuk pengambilan kebijakan berbasis bukti dan pendukung bukti ilmiah penegakan hukum, pencegahan, mitigasi, perencanaan, perhitungan kerugian, maupun pemulihan lingkungan. Terkait hal tersebut, perlu adanya inisiasi pengumpulan dan manajemen data karhutla yaitu *pre-fire*, *on-fire*, dan *post-fire* melalui pendekatan teknologi inderaja, SIG, dan penggunaan *drone* yang saat ini belum maksimal dilakukan. Pilihan yang dapat dijadikan pertimbangan, yaitu: (1) membentuk tim kerja khusus sebagai pengumpul data spasial karhutla sekaligus sebagai interpreter, (2) melakukan kerja sama teknis dengan pihak yang mempunyai keahlian dalam bidang spasial (LAPAN, BBPT, maupun pihak terkait lainnya), dan (3) meningkatkan kompetensi penyidik LHK di bidang spasial.

Kata Kunci: data, kebakaran hutan dan lahan, *pre fire*, *on fire*, *post fire*, kebijakan berbasis bukti

Abstract

The availability of data becomes crucial for precise, accurate, accountable, and evidence-based law enforcement. Data availability is one basis for evidence-based policy making. In the case of forest and land fires (karhutla), data that can be used as evidence in court are required. One of the data, which can be used as scientific evidence in karhutla case is spatial data, supported by other data interpretation analysis. This spatial data acquisition through the technological utilization should be adopted in such cases. The technologies include remote sensing interpretation (inderaja) and geographic information system (GIS), which can be supported with data from direct visual observation through drone. Data of pre fire, on fire (burning), and post fire, are essential for evidence-based policy making and supporting scientific evidence, as well as in prevention, mitigation, planning, loss calculation, and environmental restoration. Therefore it is necessary to initiate pre-fire, on-fire, and post-fire data collection and management through the approach of sensory technology, GIS, and the use of drones that has not been fully utilized. The following recommendations can be considered: (1) the establishment of a special work team as karhutla spatial data collectors and data interpreters, (2) cooperation across agencies that possess knowledge of spatial data (LAPAN, BBPT, or other related parties) and (3) enhancing competence of LHK investigators in spatial field.

Keywords: data, forest and land fires, *pre fire*, *on fire*, *post fire*, evidence-based policy

A. Pendahuluan

Hutan Indonesia merupakan salah satu hutan tropis terluas di dunia sebagai penyangga fungsi ekosistem khususnya perannya dalam mengendalikan dampak perubahan iklim yang telah menjadi perhatian utama internasional. Di sisi lain, Pemerintah Indonesia yakni Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), harus menghadapi guliran kasus yang semakin besar dan telah menjadi perbincangan internasional, yaitu kasus kebakaran hutan dan lahan (karhutla).

Sesuai dengan Inpres Nomor 11 tahun 2015 menyatakan bahwa *grand design* dalam penanganan karhutla lebih difokuskan pada aspek pencegahan. Salah satu strategi untuk mencegah karhutla yaitu penegakan hukum, di mana domain ini berada di bawah Direktorat Jenderal Penegakan Hukum Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Ditjen PHLHK).

Kasus kebakaran hutan dan lahan di Indonesia dipengaruhi unsur kesengajaan untuk pembukaan lahan (*land clearing*) terutama korporasi. Penetrasi penanganan kasus karhutla, sering mentah di materi sangkaan yang diajukan untuk hakim, sehingga banyak kasus yang divonis bebas, *onslag van gewijsde* (lepas dari tuntutan hukum), dan bahkan dihentikan dengan berbagai alasan. Bukti ilmiah (*scientific evidence*) kurang digunakan sebagai penyajian data penting untuk mendukung bukti maupun menjadi alat bukti di persidangan. Padahal kehadiran bukti ilmiah ini sangat penting, karena kasus karhutla bukan merupakan kasus dengan pembuktian yang mudah, pelaku fisik jarang ditemukan, ditambah modus yang bervariasi menyulitkan penyidik untuk menghadirkan terdakwa. Salah satu bentuk dari *scientific evidence* adalah interpretasi data spasial. Kasus kebakaran hutan dan lahan merupakan tipologi tindak pidana lingkungan hidup dan kehutanan (TPLHK) yang merupakan domain dari Subdirektorat Penyidikan Perusakan Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Direktorat Penegakan Hukum

Pidana. Kasus karhutla dalam rentang waktu 3 (tiga) tahun disajikan pada Gambar 1.

Gambar 1. Kasus Karhutla tahun 2015-2017



Sumber : Direktorat Penegakan Hukum Pidana, 2017

Selama kurun waktu 3 tahun, kasus karhutla yang dinyatakan berkas sudah lengkap (P-21) yaitu hanya ada 1 kasus. Tahun 2017, 2 kasus karhutla di tingkat penyidikan merupakan kasus “*carry over*” (kasus lanjutan). Beberapa kasus tersebut pada umumnya hanya bermuara pada bukti ilmiah kerusakan tanah, di mana data *hotspot* hanya digunakan untuk keperluan verifikasi. Dalam hal ini, keberadaan data spasial belum dimanfaatkan agar menjadi bukti ilmiah dalam tindak pidana karhutla. Data spasial yang dimanfaatkan menjadi bukti hanya merupakan pendukung keterangan ahli kebakaran hutan terkait adanya dugaan kebakaran, dan hanyalah pemantauan titik panas yang kemudian dilakukan *ground-check* atau yang biasa disebut verifikasi lapangan, digunakan untuk memberi kesimpulan bahwa benar telah terjadi karhutla. Sementara analisis secara mendalam mengenai data spasial minim disampaikan dalam persidangan. Ahli yang digunakan dalam kasus karhutla pun sebatas ahli karhutla dan ahli kerusakan tanah. Hal ini dapat dilihat dalam beberapa kasus pidana karhutla yang telah *incracht* antara lain terdapat pada Putusan Mahkamah Agung (MA) Nomor 1363 K/Pid.Sus/2012 terkait kasus pidana karhutla PT KHS dan Putusan MA Nomor 186/PID.SUS/2015 JJP. Tidak adanya

penjelasan terkait keterangan ahli di bidang spasial, padahal keterangan ahli bidang ini sangat berpeluang menguatkan bukti terjadinya tindak pidana karhutla.

Selain menjadi bukti ilmiah yang diperkuat keterangan ahli, data spasial menjadi basis data (*meta-data*) yang dapat dimanfaatkan dalam sistem pencegahan, penanganan, dan pengendalian karhutla. Data spasial *pre fire* dan *post fire* telah digunakan dalam penilaian perubahan ekologis dan struktural untuk memahami dampak kebakaran, dan merencanakan strategi mitigasi ekologi dan mitigasi risiko di masa depan². Data spasial *pre-post fire* juga dapat menunjukkan peran ketersediaan bahan bakar dalam kejadian kebakaran.³ Tingkat kerusakan kebakaran pada vegetasi dapat diprediksi dengan menggunakan data *pre-post fire*.⁴ Teknologi penginderaan jauh berbasis satelit dan sistem informasi geografi (SIG) bermanfaat dalam mengetahui tingkat parah tidaknya suatu kebakaran dan memantau pemulihan vegetasi.⁵ Hal-hal tersebut dapat berperan dalam proses penyidikan dalam hal memahami pola karhutla, menyampaikan bukti ilmiah, dan dalam penuntutan kerugian serta pemulihan lingkungan akibat karhutla.

Kesadaran untuk mengumpulkan dan manajemen data khususnya dalam kasus karhutla sangat kurang. Padahal keberadaan data ini sangat penting sekali terutama dalam hal tersedianya bukti ilmiah maupun menyediakan *meta-data*. Dengan memulai inisiasi pengumpulan data *pre fire*, *on fire*, dan *post fire*, selain untuk memetakan *scientific evidence*, diharapkan Direktorat Penegakan Hukum

Pidana memiliki ketersediaan data untuk rencana kebijakan pangkalan data dari Ditjen PHLHK yang dapat dimanfaatkan dalam penegakan hukum dan pencegahan, pengendalian, dan penanganan karhutla.

B. Deskripsi Masalah

1. Pentingnya Data Spasial Kebakaran Hutan dan Lahan (*Pre fire, On Fire, Post Fire*)

Data spasial saat ini sudah mulai dimanfaatkan pada berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk diantaranya pertanian, kehutanan bahkan ekonomi/finansial. Salah satu aspek yang penting dipelajari, baik dikembangkan, serta dapat diimplementasikan adalah pada bidang lingkungan hidup dan kehutanan. Kebutuhan tersebut saat ini ditunjang dengan tersedianya perangkat keras, perangkat lunak serta berbagai strata pendidikan yang menghasilkan sumber daya manusia yang memenuhi kualifikasi pemanfaatan data spasial yang ada. Perkembangan ini tidak terlepas dari pengembangan pada sensor, teknologi dalam pengolahan serta pengembangan pada aplikasi data penginderaan jauh, sains informasi geografis serta penetapan posisi dan navigasi memanfaatkan perangkat *Global Positioning System* (GPS), *drone*, atau sistem sejenisnya.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) sebagai salah satu institusi tertinggi

² Wallace, et al. 2016. *An Assesment of Pre and Post Fire Near Surface Fuel Hazard in an Australian Dry Sclerophill Forest Using Point Cloud Data Captured Using a Terrestrial Laser Scanner*. Diakses dari: <http://www.mdpi.com/2072-4292/8/8/679>.

³ Gouveia et al. 2012. *Dought impacts on vegetation in the pre-and post-fire events over Siberian Peninsula*. *Journal of Natural Hazards and Earth System Sciences*. Diakses dari: <https://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/12/3123/2012/nhess-12-3123-2012.pdf>

⁴ Wang dan Glenn. 2009. *Estimation of fire severity using pre and post fire LiDAR data in sagebrush*

steppe rangelands. *International Journal of Wildland Fire*. Diakses dari: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.584.3807&rep=rep1&type=pdf>.

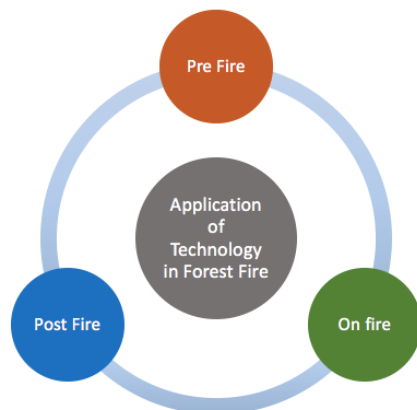
⁵ Tonbul, Kavzoglu, dan Kaya. 2016. *Assesment of Fire severity and Post-Fire Regeneration Based on Topographical Features Using Multitemporal Landsat Imagaery: A Case Stuffy in Mersin, Turkey*. Diakses dari: <https://www.int-arch-photogramm-remote-senspatial-inf-sci.net/XLI-B8/763/2016/isprs-archives-XLI-B8-763-2016.pdf>

dalam bidang lingkungan hidup dan kehutanan, Indonesia akan selalu diharapkan berperan sebagai *leader* dalam aspek deteksi, pemantauan dan aspek-aspek lanjutan seperti rehabilitasi dan penegakan hukum, utamanya memanfaatkan data dan informasi spasial yang dibangun oleh unit-unit kerja internal KLHK .

Adanya data yang akurat dan memadai merupakan *baseline* pengambilan kebijakan berbasis bukti. Semakin berkembangnya sistem informasi dan teknologi, keberadaan data merupakan sumber daya yang dapat dimanfaatkan menjadi sarana basis data yang komprehensif. Basis data inilah yang dapat dimanfaatkan sebagai pengambilan keputusan kebijakan, seperti pembuktian bukti ilmiah, mitigasi, deteksi dini (*early warning sytem* maupun *early fire response*), *monitoring*, evaluasi, prediksi, kerentanan, penilaian kerusakan lingkungan, dan lainnya. Kehadiran data spasial menjadi media penting untuk perencanaan pembangunan dan pengelolaan sumber daya alam, juga termasuk pencegahan dan penanganan karhutla.

Dalam karhutla, seharusnya kehadiran teknologi sekarang dapat dimanfaatkan menjadi 3 (tiga) pos data (Gambar 2).

Gambar 2. Penerapan teknologi dalam mendukung data karhutla



1. *Pre-fire data* (data sebelum terjadinya karhutla)

Pengambilan data *pre fire* sangat penting dalam rangka pencegahan kebakaran hutan/ lahan. Di data *pre fire* juga dapat digunakan sebagai informasi mengenai tingkat kerentanan akan terjadinya kebakaran sebagai deteksi dini (*early warning sytem* maupun *early fire response*).

2. *On-fire data* (data saat terjadinya karhutla)

Pengambilan data *on-fire* dilakukan saat terjadinya kebakaran. Data-data *on-fire* dapat digunakan dalam hal pembuktian, dimana dengan menerapkan teknologi, misal *drone*, kita dapat mengambil gambar dan data lainnya secara *real time*. Meskipun kadang terhalang oleh asap, namun api tetap bisa dideteksi dengan *thermal imaging* yang mendeteksi suhu sasarannya. *Drone* juga dapat dipasang pendeteksi arah angin dan kecepatannya, yang penting untuk mengetahui arah api. *Drone* dapat dipasang dengan berbagai sensor.

3. *Post-fire data* (data setelah terjadinya karhutla)

Setelah terjadinya krhutla kebakaran (*post fire*), data yang telah ditangkap dan analisis bisa digunakan untuk menganalisis kerusakan hutan dan mengestimasi kerugian yang diperkirakan.

Dengan adanya pangkalan data spasial karhutla (*pre-on-post fire*), dukungan terhadap penegakan hukum lingkungan hidup dan kehutanan dapat dipetakan yang kemudian dapat ditentukan langkah kebijakan strategis dalam beberapa hal terkait karhutla (Gambar 3).

Gambar 3. Kebijakan strategis terkait penyediaan data spasial karhutla



2. Dukungan Inderaja, SIG, dan Drone

a. Penginderaan Jarak Jauh (inderaja)

Terdapat 3 (tiga) fase pemanfaatan inderaja dalam kebakaran hutan. Fase-fase tersebut seperti fase pencegahan, pengendalian, dan penegakan hukum. Berdasarkan hal tersebut artinya teknologi inderaja dapat digunakan untuk memprediksi potensi kebakaran hutan, membantu upaya dalam mengendalikan kasus kebakaran, mendeteksi adanya pelanggaran hukum dalam terjadinya karhutla, dan memantau karhutla, dimana salah satunya dengan pemantauan titik panas (*hotspot*). *Hotspot* memang dapat digunakan untuk identifikasi awal terjadinya kasus karhutla. Semakin tinggi level kepercayaan, maka semakin tinggi pula potensi bahwa *hotspot* tersebut adalah benar-benar lokus karhutla, sehingga dapat dilakukan *groundcheck*. Data-data *hotspot* di KLHK dilakukan oleh Direktorat Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan. Tujuan analisis data hotspot digunakan: (1) untuk mendapatkan data dan informasi sebaran *hotspot* berdasar wilayah administrasi dan waktu/bulan dengan sebaran *hotspot* tertinggi, dan; (2) mendapatkan data-data dan informasi areal kebakaran

berdasarkan wilayah administrasi, fungsi kawasan, penutupan lahan, areal pemanfaatan, penggunaan kawasan hutan, dan pada areal Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) dan jenis tanah.

Selain itu pengelolaan *hotspot* juga dilakukan oleh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN). LAPAN sela-ma ini aktif dalam menyediakan data *hotspot*. Perkembangan teknologi inderaja akan beriringan dengan berkembangnya data satelit. Cara kerja satelit inderaja dalam hal mendeteksi kebakaran hutan yaitu dengan mengukur dan mendeteksi kenaikan suhu di permukaan suatu wilayah. Pada saat ini, LAPAN menggunakan satelit NPP dengan sensor VIIRS dan satelit-satelit yang telah digunakan, maka pemantauan wilayah Indonesia dapat dilakukan minimal empat kali dalam sehari. Satelit NPP memiliki kemampuan yang sangat memungkinkan untuk menghitung luas sumber titik api yang dapat dideteksi, sehingga satelit NPP menjadi sangat bermanfaat bagi pemantauan karhutla. Adanya data dari satelit tersebut, dimungkinkan sebagai pengembangan model untuk mendeteksi kebakaran hutan di malam hari dengan resolusi lebih tinggi karena satelit tersebut mampu memperlihatkan anomali yang terjadi di malam hari. Selain mendeteksi karhutla, informasi dari inderaja dapat memberikan informasi terkait posisi atau lokasi sumber panas. Dengan demikian, dapat diketahui pula arah dan lokasi sumber asap dan area bekas kebakaran. Perhitungan dalam hal emisi dapat dilakukan dengan

adanya input data yang berasal dari informasi tersebut.⁶

b. Sistem Informasi Geografis (SIG)

Salah satu upaya dalam hal pencegahan kasus karhutla adalah dengan membangun sebuah sistem informasi geografis (SIG) untuk mengelola data histori titik api yang dijadikan suatu indikator terjadinya kebakaran. SIG telah banyak dibangun untuk mengolah data kebakaran hutan. Pendekatan SIG juga telah digunakan untuk pemodelan risiko kebakaran hutan di lahan gambut yang berbasis pendekatan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) telah dibangun untuk wilayah Pekan, Pahang, Malaysia. Pemodelan dalam SIG ini berdasarkan lima parameter yaitu tipe bahan bakar, jalan, ketinggian, kemiringan dan aspek yang mempengaruhi kemunculan dan persebaran kebakaran hutan.⁷ SIG juga dapat digunakan untuk mengklasifikasikan faktor-faktor lingkungan yang dapat berpotensi mempengaruhi terjadinya karhutla di Provinsi Jilin, China.⁸ SIG juga telah dikembangkan untuk pemetaan tingkat resiko kebakaran gambut di wilayah Penor/Kuantan District, Pahang, Malaysia, serta dengan melibatkan tipe bahan bakar, jalan dan kanal.⁹

c. Drone

Pesawat tanpa awak atau *unnamed aerial vehicle* (UAV) atau yang lebih dikenal dengan nama *drone* dipakai NASA untuk mencegah terjadinya kebakaran hutan dengan cara memindai area hutan, dan dilengkapi sensor guna menemukan titik api.¹⁰ *Drone*, selain kerap digunakan untuk menangkap gambar lanskap, dapat juga sebagai alat pendeteksi dini kebakaran hutan. Michael McCall, peneliti senior di *Universidade Nacional Autonoma de Mexico* (UNAM) mengatakan bahwa *drone* dapat mengukur banyak hal termasuk karbon, cepat murah, dan cepat tanggap. Dan inilah yang merupakan kelebihan kunci pesawat tanpa awak dibandingkan dengan pemantauan lapangan atau satelit.¹¹ *Drone* yang dilengkapi dengan sensor tertentu dapat memberikan citra resolusi spasial tinggi, sehingga hasilnya dapat mengidentifikasi pohon-pohon yang spesifik dan celah kanopi. Namun terdapat keterbatasan *drone* antara lain jumlah peralatan yang dibawa, batasan kualitas sensor foto yang bisa dibawa, dan ukuran baterai yang cenderung mengurangi waktu terbang di bawah satu jam. Keterbatasan tersebut salah satunya dapat di jawab oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT).

6

<https://www.lapan.go.id/index.php/subblog/read/2014/1100/Penginderaan-Jauh-Mampu-Hitung-Luas-Sumber-Api-Kebakaran-Hutan>. Diakses pada tanggal 21 Oktober 2017.

7

Setiawan I, Mahmud AR, Mansor S, Sharriff MAR, Nuruddin AA. 2004. *GIS-grid-based and multi-criteria analysis for identifying and mapping peat swamp forest fire hazard in Pahang, Malaysia*. Disaster Prevention and Management Journal. 13(5): 379-386.

8

Dong X, Shao G, Limin D, Zhanqing H, Lei T, Hui W. 2006. *Mapping forest fire risk zones with spatial data*

and principal component analysis. Science in China: Series E Technological Sciences 49:140-149

9 Razali SM, Nuruddin AA, Malik IA, Fatah NA. 2010. *Forest fire hazard rating assessment in peat swamp forest using Landsat thematic mapper image*. J. Appl. Remote Sens.

10

<https://techno.okezone.com/read/2014/10/10/56/1050851/nasa-pakai-drone-cegah-kebakaran-hutan>. Diakses pada tanggal: 21 Oktober 2017

11

<https://forestsnews.cifor.org/26689/drone-murah-dapat-merevolusi-pemantauan-hutan-walaupun-menghadapi-guncangan?fnl=id> Diakses pada tanggal: 21 Oktober 2017

BPPT telah mengembangkan dan menguji *drone* Puna Alap-Alap “Alap-Alap P4” yang memiliki kemampuan jangkauan terbang 100 kilometer, berat 29 kilogram, lama maksimum terbang 7 jam dan ketinggian maksimum 9.000 *feets* serta menggunakan bahan bakar *Pertamax*. Selain misi pemetaan, Alap-Alap juga bisa dimanfaatkan untuk misi *surveillance* atau pengawasan. Misi pertahanan ini cocok untuk pengamatan wilayah perbatasan, pembalakan liar (*illegal logging*), bencana di daerah tak terjangkau akses atau *remote area*, hingga memantau kondisi kebakaran hutan dan lahan.¹²

3. Dukungan Kebijakan Penegakan Hukum LHK Terkait Data Spasial

Arah kebijakan lingkup KLHK sudah mendukung dalam upaya penegakan hukum LHK. Ditjen PHLHK telah menginisiasi pembentukan *Center of Excellent Gakkum* LHK yang diharapkan menjadi pangkalan data atau pusat pantau yang dikembangkan dengan berkolaborasi bersama kementerian dan lembaga lainnya, termasuk LAPAN. *Platform* pusat pantau ini pada akhirnya akan mendukung kebijakan pengembangan portofolio standarisasi penegakan hukum LHK, salah satunya sesuai dengan SNI ISO/IEC 17020:2012. Dalam hal penanganan kasus karhutla, sebelumnya KLHK juga sudah melakukan beberapa kerja sama dengan LAPAN, kerja sama tersebut yakni seperti pemantauan *hot-spot* menggunakan satelit *Terra/Aqua* yang bisa digunakan mence-

gah dan mengendalikan kebakaran hutan dan lahan. Pada tahun 2017 ini, Ditjen PHLHK telah melakukan penandatanganan kerjasama dengan Deputi Penginderaan Jauh LAPAN dengan bentuk kerjasama yaitu penyediaan dan pemanfaatan hasil inderaja untuk dapat mendukung pengembangan sistem deteksi kejahatan lingkungan, tumbuhan dan satwa yang dilindungi. Hasil inderaja LAPAN bersatelit yang dapat menghasilkan citra dengan resolusi sangat tinggi ($\leq 1,5$ meter), diharapkan dapat memungkinkan dilakukannya deteksi dalam hal kejahatan lingkungan secara aktual, khususnya deteksi lokasi atau koordinat, serta menyediakan data yang mendukung penanganan kasus karhutla. Selain pemantauan dengan inderaja, arah kebijakan lainnya yang sedang dikembangkan yaitu melakukan kerjasama dengan pihak terkait untuk menerapkan teknologi seperti *drone*.

C. Rekomendasi Kebijakan

Dukungan kebijakan oleh Ditjen PHLHK sudah mendorong, memfasilitasi, dan mendukung upaya penegakan hukum LHK. Sehingga, dalam penanganan kasus karhutla, perlu diinisiasi pengumpulan dan manajemen data karhutla yaitu *pre-fire*, *on-fire*, serta *post-fire* melalui pendekatan teknologi inderaja, SIG, dan penggunaan *drone* yang sampai saat ini belum maksimal dilakukan. Pilihan yang dapat dijadikan pertimbangan, yaitu:

1. Membentuk tim kerja khusus pengumpulan data spasial:

Tim kerja khusus dapat dibentuk dengan beranggotakan staf yang telah mempunyai keahlian atau mempunyai latar belakang pendidikan yang berkaitan dengan data spasial, terma-

¹² <https://www.bppt.go.id/teknologi-hankam-transportasi-manufakturing/2927-drone-alap-alap-bppt-mulai-lakukan-misi-pemetaan-jalur-kereta-semi-cepat->

suk dapat juga staf yang dipersiapkan khusus dilatih tentang data spasial. Tim kerja juga diarahkan menjadi interpreter yang spesifik. Tim kerja ini akan menyediakan dan mengumpulkan data *pre-on-post fire*, untuk dikumpulkan menjadi rangkaian meta data.

Kelemahan: kurangnya SDM yang berkemampuan atau terlatih dalam pengolahan data dan interpretasi data spasial, sehingga diperlukan pelatihan khusus.

2. Melakukan kerjasama hal teknis dengan pihak yang terkait (LAPAN, BBPT, maupun pihak terkait lainnya)

Sistem pertukaran informasi (metadata) mendesak diperlukan, hal ini tidak hanya membantu atau sebagai jembatan antar direktorat di KLHK tetapi juga antara pusat dan daerah. Oleh karena itu, kerjasama teknis dengan pihak ahli sangat diutamakan. Penguatan kerjasama dengan institusi di luar yang mampu membidangi data-data spasial akan sangat berdampak positif bagi tim kerja karena alih pengetahuan dan teknologi dapat dilakukan di antara kedua pihak yang berkerjasama.

Kelemahan: peluang duplikasi penggunaan data akan cukup tinggi jika kebutuhan data spasial ini tidak dikomunikasikan pada komunikasi dan perjanjian kerjasama yang jelas.

3. Meningkatkan kompetensi penyidik LHK di bidang spasial:

Dalam hal meningkatkan kesadaran akan pentingnya data spasial dalam hal menyediakan bukti ilmiah, maka penyidik LHK perlu mengetahui cara mengakses, membaca, serta menterjemahkan data spasial. Kemampuan ini tentu saja akan didapat dengan pelatihan khusus.

Kelemahan: Orientasi penyidik LHK yang menangani kasus karhutla yang hanya menyediakan bukti ilmiah

sebatas pengumpulan sampel tanah sampel vegetasi sebagai bukti utama.

D. Kesimpulan

Kebutuhan data spasial karhutla yakni *pre-fire*, *on-fire*, dan *post-fire* merupakan hal krusial yang harus segera diinisiasi. Kondisi ini sangat relevan dengan perkembangan teknologi akuisisi dan pemrosesan data yang pesat dimana membutuhkan suatu mekanisme *updating* pengetahuan dan berkesinambungan. Pengumpulan data spasial karhutla bertujuan menyediakan rangkaian meta-data yang dapat mendukung pengambilan kebijakan berbasis bukti, sekaligus sebagai alat bukti penegakan hukum.

Daftar Pustaka

- Dong X, Shao G, Limin D, Zhanqing H, Lei T, dan Hui W, 2006, *Mapping forest fire risk zones with spatial data and principal component analysis. Science in China: Series E Technological Sciences* 49:140-149
- Razali SM, Nuruddin AA, Malik IA, dan Fatah NA, 2010, *Forest fire hazard rating assessment in peat swamp forest using Landsat thematic mapper image. Journal of Appl. Remote Sens*
- Setiawan I, Mahmud AR, Mansor S, Sharriff MAR, dan Nuruddin AA, 2004, *GIS-grid-based and multi-criteria analysis for identifying and mapping peat swamp forest fire hazard in Pahang, Malaysia. Disaster Prevention and Management Journal*. 13(5):379-386

Website

- BPPT, 2017, Drone alap-alap BPPT mulai melakukan misi pemetaan jalur kereta semi cepat Jakarta Surabaya. Diakses pada 21 Oktober 2017 melalui: <https://www.bppt.go.id/teknologi->

- hankam-transportasi-manufaktur/2927-drone-alap-alap-bppt-mulai-lakukan-misi-pemetaan-jalur-kereta-semi-cepat-jakarta-surabaya.
- Gouveia, 2012, *Drought impacts on vegetation in the pre-and post-fire events over Siberian Peninsula*. Journal of Natural Hazards and Earth System Sciences. Diakses pada 21 Oktober 2017 melalui: <https://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/12/3123/2012/nhess-12-3123-2012.pdf>.
- LAPAN, 2014, Penginderaan jauh mampu menghitung luas sumber api. Diakses pada 21 Oktober 2017, melalui: <https://www.lapan.go.id/index.php/subblog/read/2014/1100/Penginderaan-Jauh-Mampu-Hitung-Luas-Sumber-Api-Kebakaran-Hutan>.
- Tonbul, Kavzoglu, dan Kaya, 2016, *Assesment of Fire severity and Post-Fire Regeneration Based on Topographical Features Using Multitemporal Landsat Imagaery: A Case Stufy in Mersin, Turkey*. Diakses pada 21 Oktober 2017 melalui: <https://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XLI-B8/763/2016/isprs-archives-XLI-B8-763-2016.pdf>.
- Wallace, 2016, *An Assesment of Pre and Post Fire Near Surface Fuel Hazard in an Australian Dry Sclerophill Forest Using Point Cloud Data Captured Using a Terrestrial Laser Scanner*. Diakses pada 21 Oktober 2017 melalui: <http://www.mdpi.com/2072-4292/8/8/679>.
- Wang dan Glenn, 2009, *Estimation of fire severity using pre and post fire LiDAR data in sagebrush steppe rangelands. International Journal of Wildland Fire*. Diakses pada 21 Oktober 2017 melalui: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.584.3807&rep=rep1&type=pdf>, tanggal 21 Oktober 2017.