

IDENTIFIKASI DAN MITIGASI KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN MELALUI ZONASI WILAYAH RAWAN KEBAKARAN DENGAN TEKNOLOGI GEOSPASIAL

Harun All Rosit^{1*}, Ahid Mardhotillah², Regina Aura Delazenitha², Syarifah Mutiarani², Tiara Vianney Christina Sulle²

¹Kantor Pertanahan Kabupaten Lamandau
Nanga Bulik, Bulik, Lamandau, Kalimantan Tengah 74161

²Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional
Jalan Tata Bumi No.5, Banyuraden, Gamping, Sleman, D.I. Yogyakarta 55293
email: harunallrosit@gmail.com

Vol 3, No. 1
April 2023

Received
Mar 23rd, 2023

Accepted
May 3th, 2023

Published
May 6th, 2023

ABSTRACT

One of the unpredicted tragedies is the occurrence of forest and land fires. Hotspots detected by satellite imagery reveal a correlation between the vulnerability of different Indonesian districts and towns to forest and land fires. The purpose of this research is to determine how susceptible the Lamandau District of Central Kalimantan Province is to forest and land fires. A quantitative strategy based on geographical analysis is employed for this study. Parameters including the number and distribution of hotspots, land cover type, peatland depth, topography, and the position of HGUs may be used in a GIS (Geographic Information System)-based spatial analysis to map forest and land fire risk. At the time of the assessment, 95.06 percent of the district's territory was not at high risk of being destroyed by fire. Large plantations and smallholder plantations are the most common settings for these fires since they are where the land is being cleared for agricultural use. There are a number of correlations between hotspot density and factors such as peat depth, land cover type, and the presence of HGU sites.

Keywords: Hotspots; forest and land fires; maps of forest and land fire susceptibility

INTISARI

Fenomena kebakaran yang terjadi pada hutan dan lahan menjadi salah satu bencana yang tidak direncanakan. Kebakaran hutan dan lahan yang terjadi pada beberapa kabupaten/kota di Indonesia sangat bervariasi tingkat kerawannya dan sebanding dengan jumlah serta persebaran *hotspot* yang terekam oleh satelit penginderaan jauh. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat kerawanan kebakaran hutan dan lahan di Kabupaten Lamandau, Provinsi Kalimantan Tengah. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan pendekatan analisis spasial. Berdasarkan analisis spasial menggunakan *GIS (Geography Information System)*, penelitian menunjukkan bahwa parameter-parameter seperti: jumlah dan persebaran *hotspot*, jenis tutupan lahan, keberadaan lahan gambut, topografi, dan lokasi HGU mampu memetakan kerawanan kebakaran hutan dan lahan. Mayoritas daerah penelitian memiliki tingkat kerawanan kebakaran rendah dengan persentase 95,06% dari total luas kabupaten pada saat penelitian. Penyebab kebakaran berasal dari aktivitas manusia pada saat pembukaan lahan untuk pertanian dan mayoritas berada di lokasi perkebunan besar dan perkebunan rakyat. Kepadatan *hotspot* memiliki berbagai hubungan dengan keberadaan lahan gambut, jenis tutupan lahan, dan keberadaan lokasi HGU.

Kata Kunci : Kebakaran hutan dan lahan; titik panas; peta kerawanan kebakaran hutan dan lahan

A. Pendahuluan

Hutan dan lahan merupakan kesatuan sistem ekologi yang kompleks yang sebagian besar terdiri atas pohon-pohon sebagai penyangga berbagai bentuk kehidupan di sekitarnya (Chazdon dkk., 2016). Fenomena kebakaran yang terjadi pada hutan dan lahan menjadi salah satu bencana yang tidak direncanakan di area alami maupun area yang telah dimanfaatkan oleh masyarakat (Hoover & Hanson,

2021). Salah satu penyebab kebakaran hutan dan lahan adalah karena aktivitas manusia yang secara sengaja membakar hutan dan lahan untuk bertani atau berkebun, dan/atau kejadian alam seperti kekeringan atau petir yang dapat terjadi kapan saja dan di mana saja. Pada kejadian 50% kebakaran hutan dan lahan yang tercatat di dunia, tidak diketahui bagaimana awal terjadinya, termasuk di Indonesia (Dennis, 1999; Jones dkk., 2022; Yulianti dkk., 2020).

Kebakaran hutan dan lahan yang terjadi di Provinsi Kalimantan Tengah, Indonesia telah menjadi perhatian global karena menimbulkan dampak fisik, biologis, dan ekologis bagi lingkungan dan manusia (Arisman, 2020; Hanindito, 2019; Sepriando dkk., 2020). Tiga masalah utama bagi lingkungan seperti terjadinya pemanasan global, perubahan iklim; polusi air dan pengasaman laut; dan hilangnya keanekaragaman hayati. Selain itu, permasalahan kebakaran hutan dan lahan juga menimbulkan gangguan kesehatan bagi manusia, penurunan aktivitas ekonomi, dan stabilitas politik (Arum dkk., 2021; Septianingrum, 2018). Permasalahan-permasalahan tersebut membuat Pemerintah Provinsi Kalimantan Tengah berupaya memitigasi kebakaran hutan dan lahan. Salah satu contohnya adalah meningkatkan sinergi antara Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), TNI, Polri, Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), dan satuan tugas (satgas-satgas) yang berada dalam satu provinsi. Hal tersebut bertujuan agar operasi penanganan kebakaran hutan dan lahan mendapat dukungan dari setiap pemegang otoritas hutan, darat, laut dan udara secara berkelanjutan (Loren dkk., 2015; Septianingrum, 2018; Wiri dkk., 2017).

Perkembangan terakhir kebakaran hutan dan lahan kabupaten dan kota yang terhimpun hingga 19 Oktober 2021 mencapai 415 kali, menurut data Satuan Tugas Badan Penanggulangan Bencana dan Pemadaman Kebakaran (BPBPK) Provinsi Kalimantan Tengah. 10 terjadi di Barito Selatan, 1 di Barito Timur, 79 di Barito Utara, 4 di Gunung Mas, 6 di Kapuas, 31 di Katingan, 56 di Kotawaringin Barat, 42 di Kotawaringin Timur, 11 di Lamandau, 69 di Murung Raya, 52 di Kota Palangka Raya, 2 di Pulang Pisau, 15 di Seruyan, dan 37 di Sukamara. Jika mencermati 11 kejadian kebakaran hutan dan lahan pada Kabupaten Lamandau, kejadian tersebut telah merusak lingkungan dengan total luas area terbakar 17,41 hektar, mengancam kehidupan makhluk hidup di areal konservasi hutan suaka margasatwa dan memidana sejumlah orang. Bahkan hingga awal tahun 2023, telah muncul *hotspot* baru yang diikuti dengan kejadian kebakaran hutan dan lahan dengan skala kecil.

Oleh karena itu, untuk mempersiapkan serta mengambil langkah-langkah pencegahan terjadinya kebakaran hutan dan lahan yang serupa, maka penelitian ini mengangkat permasalahan yaitu bagaimana membuat peta kerawanan bencana kebakaran hutan dan lahan di Kabupaten Lamandau. Kehadiran peta tersebut menjadi sebagai salah satu bagian penting dari rencana penanggulangan bencana yang efektif khususnya di Pemerintah Kabupaten Lamandau. Pembuatan peta rawan bencana kebakaran hutan dan lahan juga penting dilakukan untuk memetakan daerah dengan ancaman kebakaran sesuai dengan tingkatan kerawanannya. Semua pihak yang terlibat harus mempertimbangkan risiko kebakaran saat membuat

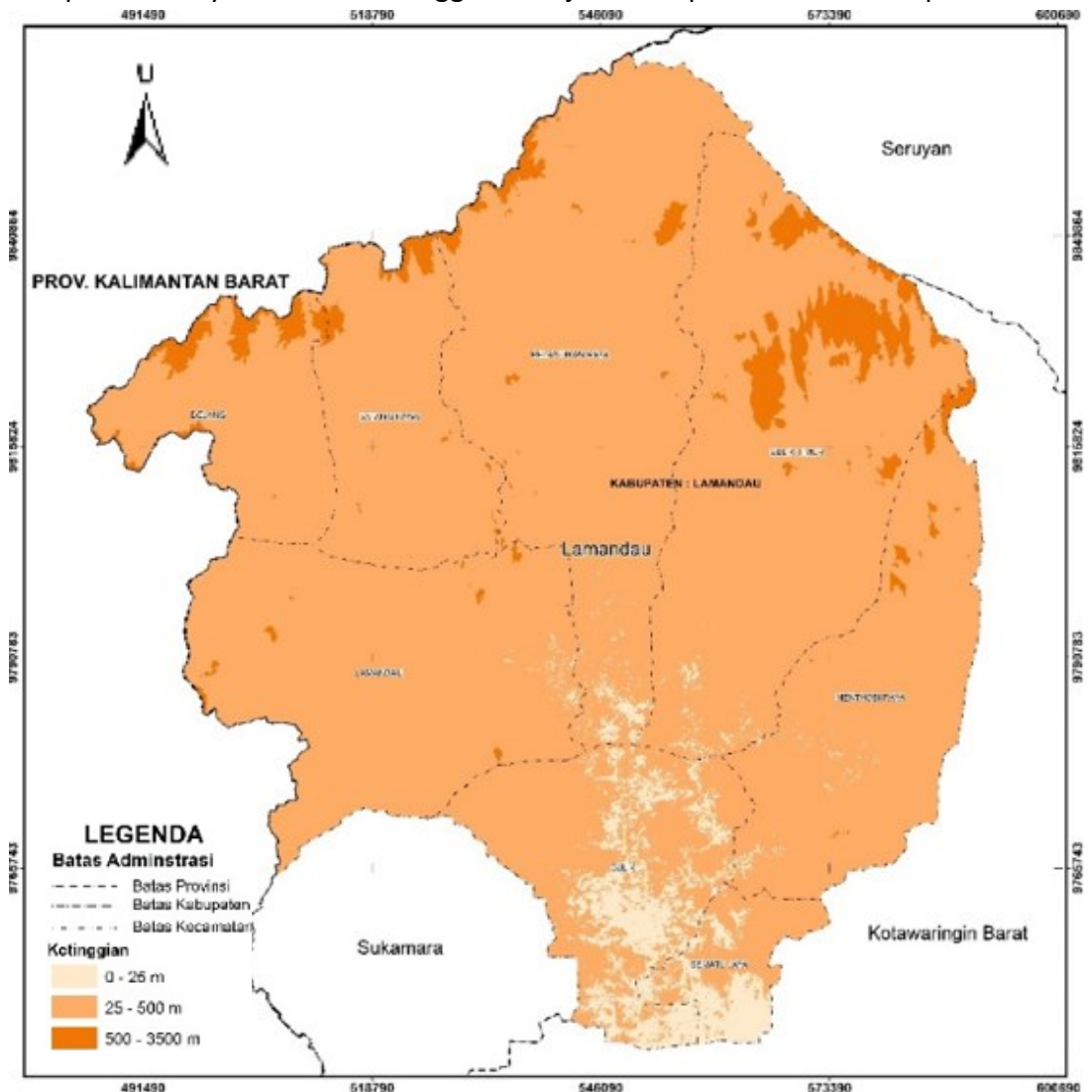
rencana untuk memadamkan kobaran api di hutan dan lahan pertanian (Abram dkk., 2021).

Penelitian sebelumnya telah berhasil memetakan daerah rawan kebakaran hutan dan lahan dengan memanfaatkan GIS menggunakan data-data terkait titik panas, tutupan lahan dan intensitas curah hujan di dalam atau di luar negeri (Hidayat dkk., 2019; Lestari & Puspita Ayu, 2020; Parajuli dkk., 2020; Roswintiarti dkk., 2016). Penelitian Saharjo & Nasution (2021) menarik pembahasannya karena hasil uji korelasi *pearson bivariat* menunjukkan bahwa curah hujan berkorelasi negatif, yaitu penurunan curah hujan diikuti dengan peningkatan titik panas di Kabupaten Aceh Barat Tahun 2014-2019. Selanjutnya, penelitian Dicelebica dkk. (2022) memetakan daerah kebakaran hutan dan lahan di Kalimantan Barat dengan peta *hotspot*, tutupan lahan, curah hujan, cekungan air tanah dan hidrologi gambut. Kemudian berdasarkan peta tersebut, penulis menganalisisnya melalui analisis *overlay* menggunakan SIG dan berhasil mengidentifikasi daerah kebakaran hutan dan lahan di daerah penelitian. Penelitian tersebut berhasil menunjukkan hubungan negatif antara jumlah penurunan luas tutupan lahan terhadap jumlah *hotspot*, yaitu semakin jarang pohon berakibat memunculkan semakin banyak *hotspot*. Selain itu, Benguerai dkk. (2019) dan Parajuli dkk. (2020) menggabungkan teknis GIS dan penginderaan jauh untuk memetakan daerah rawan kebakaran hutan dan lahan di Utara Algeria dan Nepal. Data-data citra satelit penginderaan jauh resolusi rendah dan sedang berhasil digunakan peneliti untuk mengklasifikasikan daerah kebakaran hutan dan lahan menjadi lima zona yaitu tidak rawan, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi.

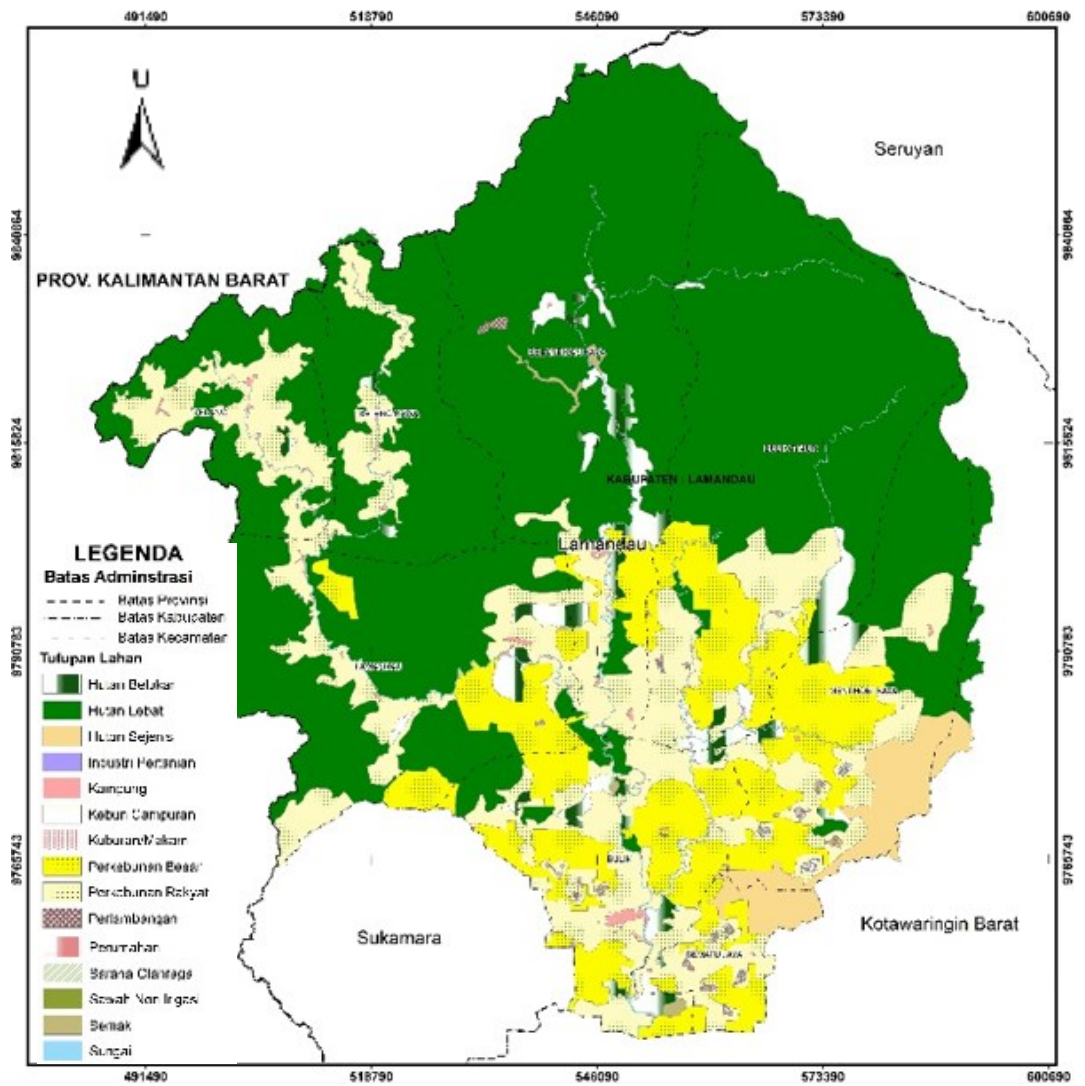
Penelitian-penelitian terdahulu telah membuktikan bahwa GIS dan penginderaan jauh menjadi teknologi yang paling populer dan banyak digunakan oleh pengguna dalam memetakan daerah yang terkena kebakaran hutan dan lahan. Selain mengakomodasi penggunaan beberapa data geospasial, keduanya cukup cepat dalam kegiatan identifikasi dan pemantauan aktivitas manusia di hutan dan lahan daripada dari pada dengan cara konvensional. Namun demikian, penelitian-penelitian tersebut masih terdapat celah untuk pengkajian lebih lanjut yaitu bagaimana menghubungkan kelas kerawanan kebakaran hutan terhadap jumlah dan persebaran *hotspot* terutama di daerah yang kurang rawan kebakaran hutan dan lahan. Penelitian ini berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya karena ingin membuktikan bahwa di daerah yang kurang rawan kebakaran hutan dan lahan belum tentu memiliki jumlah *hotspot* yang sedikit. Kemudian, penelitian ini akan memberikan temuan studi mengenai pentingnya peta kerawanan bencana kebakaran hutan dan lahan sebagai unsur penting dalam pembuatan Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) setiap kawasan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat peta kerawanan bencana kebakaran hutan dan lahan di Kabupaten Lamandau, sebagai instrumen penting dalam memitigasi bencana kebakaran secara berkelanjutan.

B. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada kajian ini adalah metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan analisis spasial. Kami menggunakan alat analisis berbasis GIS (*Geography Information System*) untuk memudahkan pekerjaan sebagaimana penelitian (Creswell, 2016; Salsabila dkk., 2022). Pendekatan analisis spasial tersebut dengan cara menumpangsusunkan parameter-parameter dengan skala 1:50.000 meliputi: jumlah *hotspot*, keberadaan lahan gambut, variasi topografi, jenis tutupan lahan, batas administrasi dan batas lokasi areal HGU di Kabupaten Lamandau. Data *hotspot* berasal dari laman <https://hotspot.brin.go.id/> dan <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/>; data variasi ketinggian berasal dari laman <https://earthexplorer.usgs.gov/>; data jenis tutupan lahan, lahan gambut dan batas kecamatan berasal dari laman <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web>; data batas HGU berasal dari Kantor Pertanahan Lamandau. Gambar 1 menampilkan dua parameter yaitu variasi ketinggian dan jenis tutupan lahan secara spasial.



(a)



(b)

Gambar 1. Parameter ketinggian (a) dan Jenis tutupan lahan (b)

Berdasarkan dokumen Standar Operasional Prosedur (SOP) untuk pelaksanaan dan pengelolaan Jaringan Data Spasial Kehutanan (JDSK) di Provinsi Sumatera Selatan Tahun 2015, kami melakukan *scoring* dan pembobotan pada masing-masing parameter sebagaimana Tabel 1 dengan *software ArcGIS* versi 10.7.1. Lalu, kami mengalkulasikannya dengan persamaan: $Rawan\ kebakaran = (0,4 \times [Peta\ Tutupan\ Lahan]) + (0,3 \times [Peta\ Jenis\ Tanah]) + (0,3 \times [Zona\ Iklim/Elevasi])$ (Tarigan dkk., 2015).

Tabel 1. Pembobotan peta penyusun

Parameter	Bobot	Kelas	Faktor
jenis tutupan lahan	40%	air	0
		awan	1
		belukar	3
		belukar rawa	5
		hutan <i>mangrove</i> primer	1
		hutan <i>mangrove</i> sekunder	1
		hutan primer	1
		hutan rawa primer	2
		hutan rawa sekunder	3
		hutan sekunder	2
hutan tanaman gambut	5		

		hutan tanaman kering	3
		pemukiman	2
		perkebunan	3
		perkebunan karet	2
		perkebunan sawit	3
		perkebunan sawit/karet	1
		perkebunan tebu	3
		pertanian campuran	2
		pertanian lahan kering	3
		rawa	5
		sawah	2
		semak rawa	5
		tambak	3
		tambang	3
		tanah terbuka	4
		transmigrasi	2
		0 - 25 meter	5
variasi topografi	30%	25 - 500 meter	1
		500 - 3500 meter	1
		bukan gambut	1
lahan gambut	30%	gambut	5
		no data	1
Total		100%	

Sumber : Tarigan dkk. (2015)

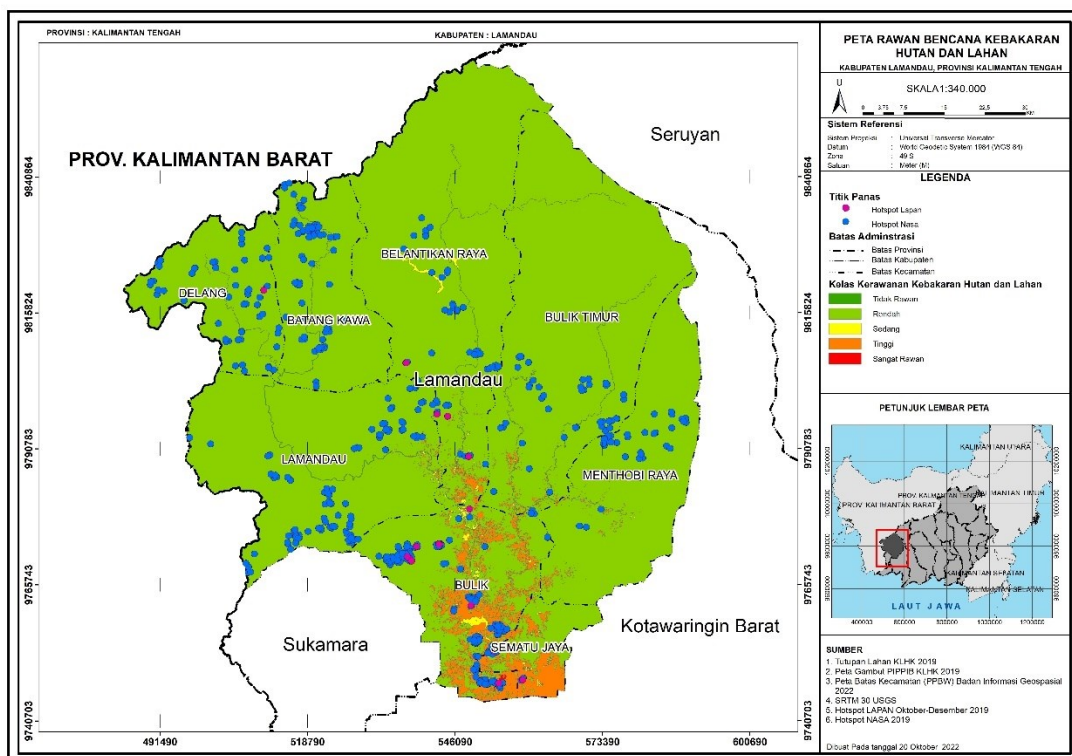
Selanjutnya, kami membuat peta kerawanan bencana kebakaran hutan dan lahan di Kabupaten Lamandau dengan lima kelas kerawanan. Kelima kelas kerawanan tersebut perinciannya adalah: tidak rawan; rendah; sedang; tinggi; dan sangat rawan dengan masing-masing nilai secara berurutan yaitu: 0-0,99; 1-1,99; 2-2,99; 3-3,99 dan 4-5. Terakhir, kami melakukan analisis secara deskriptif terhadap peta kerawanan bencana kebakaran hutan dan lahan terhadap jumlah *hotspot* yang tersebar di setiap zona, keberadaan lahan gambut, tutupan lahan dan lokasi HGU.

C. Hasil dan Pembahasan

C.1 . Peta Kerawanan Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan di Lamandau

Hasil analisis spasial menggunakan SIG berdasarkan parameter yang telah dijelaskan sebelumnya, mampu menghasilkan Peta kerawanan kebakaran hutan dan lahan di Kabupaten Lamandau Provinsi Kalimantan Tengah dengan 5 (lima) kelas zonasi. Kelas kerawanan disimbolkan dengan lima warna, yaitu hijau tua yang berarti daerah yang memiliki kelas kerawanan kebakaran hutan dan lahan tidak rawan; warna hijau muda berarti daerah dengan kelas kerawanan kebakaran hutan dan lahan rendah; warna kuning berarti daerah dengan kelas kerawanan kebakaran hutan dan lahan sedang; warna *orange* berarti daerah dengan kelas kerawanan tinggi dan warna merah yang berarti daerah dengan kelas kerawanan sangat tinggi. Mayoritas daerah penelitian ter-kelaskan ke dalam zona dengan tingkat kerawanan rendah (hijau muda). Sedangkan kelas kerawanan sedang hingga sangat tinggi mengelompok di sebelah selatan daerah penelitian. Kecamatan Sematu jaya dan Bulik menjadi dua kecamatan yang mayoritas terdapat daerah kerawanan

kebakaran dengan kelas tinggi. Ilustrasi secara lengkap sebagaimana tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta kerawanan kebakaran hutan dan lahan di Kabupaten Lamandau.

Berdasarkan analisis persebaran dan pola *hotspot* dari dua lembaga antariksa yaitu LAPAN dan NASA, dapat diketahui bahwa pola persebaran *hotspot* tersebar secara acak yaitu pada daerah dengan tingkat kerawanan kebakaran hutan dan lahan rendah. Namun demikian, pola persebarannya mengelompok terhadap daerah dengan kelas kerawanan sedang hingga tinggi. Selain itu, berdasarkan jumlah *hotspot*-nya, terlihat bahwa mayoritas *hotspot* berada di daerah dengan kelas kerawanan rendah. Sedangkan daerah dengan kerawanan kebakaran yang tinggi dan sangat tinggi memiliki jumlah *hotspot* yang sedikit. Lalu, secara tabulasi, kelas kerawanan kebakaran hutan dan lahan di Lamandau tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Kelas kerawanan kebakaran hutan dan lahan di Kabupaten Lamandau

No.	Kelas Rawan	Nilai	Luas (Ha)	Luas (%)
1	Tidak Rawan	0 – 0,99	4,036.643	0,4
2	Rendah	1 – 1,99	764,927.537	82,1
3	Sedang	2 – 2,99	13,893.420	1,5
4	Tinggi	3 – 3,99	146,522.435	15,7
5	Sangat Rawan	4 – 5	2,450.637	0,3
Total			931,830.672	100

Sumber : Hasil analisis data, 2022

Berdasarkan Tabel 2, zona kerawanan kebakaran hutan dan lahan di Kabupaten Lamandau didominasi pada zona rendah yaitu 82,1% dan zona tinggi 15,7% dari total luas kabupaten. Sedangkan tiga zona lainnya, yaitu sedang tidak rawan dan sangat rawan, masing-masing tidak lebih dari 2% dari total luas kabupaten. Hasil kelas rawan tersebut kemudian kami lakukan tumpang susun dengan persebaran *hotspot* agar informasi terkait dengan penyebab dari kerawanan hutan yang terjadi di

Kabupaten Lamandau Provinsi Kalimantan Tengah bisa dianalisis lebih lanjut. Namun demikian, perlu diketahui bahwa dalam penelitian ini informasi persebaran *hotspot* berdasarkan pengamatan dua lembaga antariksa Amerika Serikat dan Indonesia, yaitu *National Aeronautics and Space Administration (NASA)* dan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN).

Banyaknya ketersediaan data persebaran *hotspot* pada kedua lembaga mengharuskan penulis untuk membatasi sampel tahun penggunaan data tersebut. Oleh karena itu, data *hotspot* tahun 2019 ditetapkan sebagai alat analisis lebih lanjut dengan menimbang pada jenis satelit dan waktu perekaman. LAPAN mendeteksi *hotspot* menggunakan satelit *Aqua*, *NOAA-20*, dan *S-NPP* sedangkan, *NASA* mendeteksi *hotspot* menggunakan satelit *Aqua* dan *Terra*. Meskipun satelit tersebut beragam, namun mayoritas satelit ini memiliki resolusi spasial rendah yaitu antara 250-1000 m, dengan lebar sapuan di atas 2.000 Km. Resolusi spasial ini tentunya berkaitan dengan kepercayaan jumlah kebakaran yang terjadi di lapangan. Misalkan terjadi kebakaran yang berada dalam radius 250 m, maka kebakaran tersebut dapat terdeteksi ke dalam satu piksel citra *Aqua* dengan resolusi 250 meter. Apabila terjadi dua kebakaran yang masih dalam radius 500 meter maka akan terdeteksi dalam dua piksel citra *Aqua*. Tentunya jika kebakaran serupa terekam oleh citra satelit dengan resolusi spasial yang lebih rendah maka jumlah kebakarannya juga semakin sedikit, karena 2 kebakaran pada citra satelit *Aqua* tersebut hanya terekam pada satu piksel citra *Terra* modis dengan resolusi spasial 500 m. Selain itu, resolusi spasial citra tipe rendah yang merekam kebakaran hutan dan lahan tidak dapat digunakan untuk mengukur luas area yang terbakar karena pasti mengandung kesalahan yang besar.

Selanjutnya, terkait kemampuan sistem perekaman citra satelit yang mampu merekam ulang wilayah/daerah yang sama atau biasa di sebut kualitas temporal citra, pada penelitian ini juga sangat berpengaruh. Pada sisi temporal, penulis menggunakan tempo waktu perekaman yaitu pada tahun 2019. Namun demikian, Pihak LAPAN hanya merekam pada bulan Oktober hingga Desember (3 bulan), sedangkan pihak *NASA* melakukan perekaman pada setiap bulannya yaitu Januari hingga Desember (12 bulan). Meskipun satelit *Modis* mampu merekam seluruh permukaan bumi dalam waktu 1-2 hari, namun pihak LAPAN hanya mendeteksi sebanyak 18 *hotspot* di lokasi penelitian, sedangkan *NASA* mendeteksi sebanyak 574 *hotspot*. Perbedaan bulan tersebut mengindikasikan bahwa semakin lama rentang waktu pengamatan maka kemungkinan kebakaran hutan dan lahan yang terekam semakin tinggi. Berdasarkan hal tersebut, peneliti berpendapat bahwa resolusi spasial dan temporal citra satelit pemantauan kebakaran hutan dan lahan mempengaruhi intensitas keberadaan *hotspot* pada wilayah yang dipetakan.

Selanjutnya, berdasarkan *overlay* pola persebaran *hotspot* dan peta kerawanan kebakaran hutan dan lahan di dapatkan hasil sebagaimana pada Tabel 3. Adanya kebakaran lahan atau hutan di lokasi penelitian secara kualitatif diwakili oleh tingginya jumlah titik panas yang sering dan berkelompok. Satelit dapat mengidentifikasi *hotspot* karena suhu di sana jauh lebih tinggi daripada suhu di sekitarnya. Suatu titik dengan koordinat tertentu mewakili wilayah yang dimaksud.

Kemudian, Saat memantau titik api melalui satelit, seberapa yakinkah kita bahwa titik api tersebut benar-benar mewakili kebakaran aktif? Hal ini ditunjukkan dengan selang kepercayaan atau derajat kepercayaan. Semakin besar interval kepercayaan, semakin besar kemungkinan bahwa titik panas tersebut merupakan kebakaran lahan atau hutan yang sebenarnya.

Tabel 3. Jumlah dan pola sebaran *hotspot* pada Peta kerawanan kebakaran

Kelas kerawanan kebakaran	Σ <i>Hotspot</i> LAPAN	Σ <i>Hotspot</i> NASA	Total	Tingkat Kepercayaan
Tidak rawan	0	2	2	Sedang
Rendah	15	511	526	Sedang-tinggi
Sedang	0	2	2	Sedang
Tinggi	3	59	62	Sedang-tinggi
Sangat rawan	0	0	0	-
Total	18	574		

Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2022

Berdasarkan Tabel 3, dapat diketahui bahwa mayoritas jumlah *hotspot* yang direkam oleh LAPAN dan NASA terletak di daerah dengan kelas kerawanan kebakaran rendah yaitu 526 *hotspot* dengan tingkat kepercayaan sedang hingga tinggi. Pada urutan jumlah *hotspot* terbanyak kedua berada pada daerah dengan kelas kerawanan kebakaran tinggi yaitu 62 *hotspot* dengan tingkat kepercayaan sedang hingga tinggi. Gradasi kepercayaan sedang hingga tinggi maksudnya adalah pada daerah dengan kelas kerawanan rendah terdapat 45 *hotspot* dari total 526 *hotspot* yang memiliki tingkat kepercayaan tinggi, sedangkan sisanya memiliki tingkat kepercayaan rendah. Begitu pun pada daerah kelas kerawanan kebakaran tinggi terdapat dua titik *hotspot* dari total 62 titik memiliki tingkat kepercayaan tinggi.

Analisis selanjutnya adalah mengetahui besaran luas tutupan lahan terhadap daerah yang masuk ke dalam kelas kerawanan kebakaran hutan dan lahan. Berdasarkan data jenis tutupan lahan Kabupaten Lamandau Provinsi Kalimantan Tengah Tahun 2019 setelah di tumpang susunkan dengan peta kerawanan bencana kebakaran hutan dan lahan di dapatkan perincian sebagaimana pada Tabel 4.

Tabel 4. Tutupan Lahan pada Peta Rawan Kebakaran di Kabupaten Lamandau

Tutupan Lahan	Tingkat kerawanan	Luas (Ha)	Luas (%)	Σ <i>Hotspot</i> LAPAN	Σ <i>Hotspot</i> NASA
Hutan belukar	Rendah	30,693.905	3,3	1	69
	Sangat rawan	1,131.060	0,1	0	0
	Tinggi	9,880.520	1,1	0	19
Hutan lebat	Rendah	457,885.108	49,1	4	165
	Sedang	7,878.320	0,8	0	0
Hutan sejenis	Tinggi	1,471.904	0,2	0	0
	Rendah	20,561.319	2,2	0	0
Industri pertanian	Sedang	2,120.176	0,2	0	0
	Rendah	209.204	0,0	0	0
Kampung	Sedang	24.792	0,0	0	0
	Rendah	3,299.229	0,3	0	1
Kebun campuran	Sedang	2,265.469	0,2	0	0
	Rendah	1,238.913	0,1	0	0
	Tinggi	800.824	0,1	0	0

Makam	Sedang	0.408	0,0	0	0
	Rendah	103,625.953	11,1	0	41
Perkebunan besar	Sangat rawan	868.023	0,1	0	0
	Tinggi	64,376.425	6,9	0	6
Perkebunan rakyat	Rendah	143,549.841	15,5	10	234
	Tinggi	69,415.566	7,5	2	30
Pertambangan	Rendah	379.091	0,0	0	0
	Rendah	81.567	0,0	0	0
Perumahan	Sedang	54.150	0,0	0	0
	Rendah	18.990	0,0	0	0
Sarana olahraga	Sedang	19.872	0,0	0	0
	Rendah	12.659	0,0	0	0
Sawah <i>non</i> irigasi	Sedang	17.401	0,0	0	0
	Sangat rawan	451.554	0,1	0	0
Semak	Sedang	1512.833	0,2	0	2
	Tinggi	577.194	0,1	1	4
	Tidak rawan	4,036.643	0,4	0	2
Sungai	Rendah	3,371.758	0,4	0	1
	Total keseluruhan	931,830.672	100	18	574

Sumber : Hasil analisis penulis, 2023

Berdasarkan Tabel 4, menunjukkan bahwa setengah dari Kabupaten Lamandau merupakan jenis tutupan lahan berupa hutan lebat, yang berada pada daerah zona rendah rawan bencana kebakaran, dengan luasan sebesar 457,885.108 Ha (49,1%). Luasan terbesar kedua yakni perkebunan rakyat yang berada pada daerah zona rendah rawan bencana kebakaran seluas 143,549.841 Ha (15,5%) dari luas total Kabupaten Lamandau. Meskipun perkebunan rakyat dominan berada pada daerah zona rendah rawan bencana kebakaran hutan dan lahan, perkebunan rakyat memiliki jumlah sebaran *hotspot* paling banyak yaitu sebanyak 10 *hotspot* (55%) dari LAPAN dan 234 *hotspot* (40,8%) dari NASA.

Sejatinya, *hotspot* menandakan keberadaan api yang jika tidak ditanggulangi akan menimbulkan bahaya atau bencana kebakaran. Meskipun demikian, proses perekaman *hotspot* melalui sensor panas yang terletak pada satelit dimaksud harus diuji kebenarannya dengan uji lapangan. Utamanya lokasi kebakaran yang diwakili oleh sebuah koordinat *hotspot*. Koordinat *hotspot* yang diturunkan dari data satelit mungkin tidak selalu sesuai dengan posisi aktualnya di lapangan. Untuk satu hal, koordinat *hotspot* sering kali diambil dari data satelit tepat di tengah-tengah piksel. Konsekuensinya, satelit harus menggunakan lokasi pusat piksel untuk mengekstraksi koordinat peristiwa kebakaran hutan di bidang yang berada di perbatasan piksel.

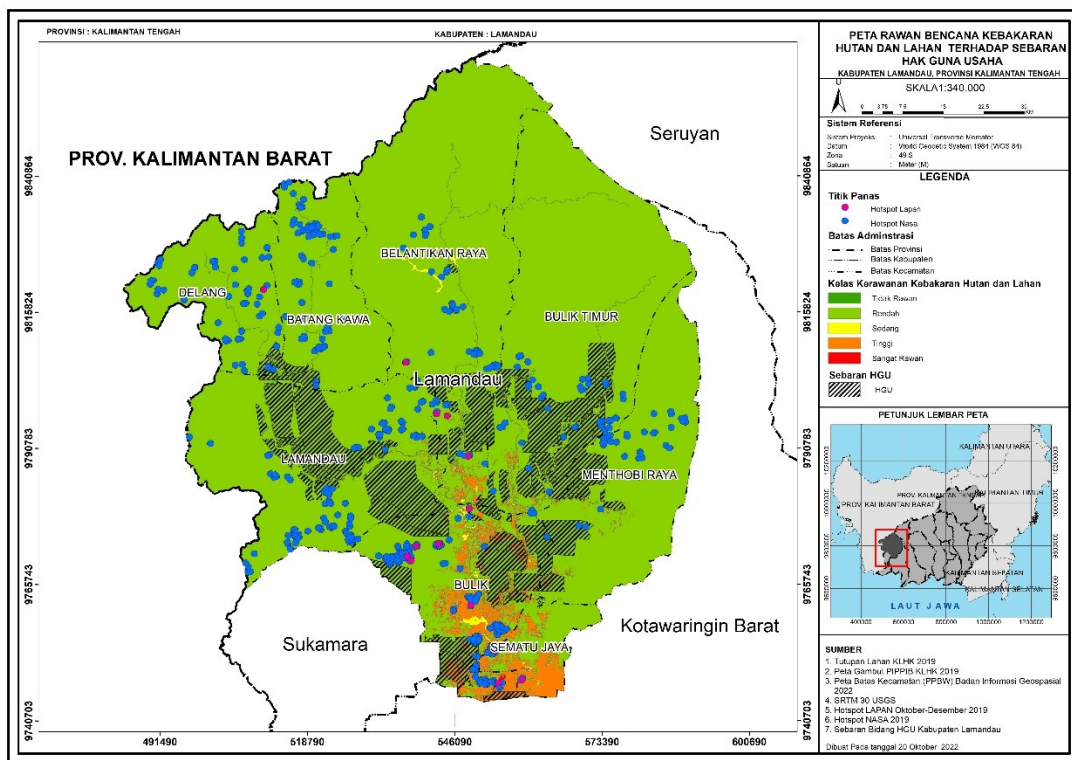
Kemudian, besar kemungkinan keberadaan *hotspot* karena terjadinya kebakaran yang dapat disebabkan karena proses alam seperti iklim kemarau panjang ataupun pembakaran yang disengaja untuk membuka lahan pertanian atau perkebunan, atau bahkan karena faktor kelalaian manusia (Astuti dkk., 2020; Nurlina dkk., 2018). Berdasarkan pola persebaran dan jumlah *hotspot* yang mayoritas kedua berada perkebunan rakyat menyiratkan bahwa hal ini sejalan dengan kondisi lapangan bahwa telah terjadi 11 kali terjadinya kebakaran hutan dan lahan yang disebabkan oleh musim kemarau yang berkepanjangan pada lahan yang digunakan masyarakat dengan mata pencaharian peladang (Jurie, 2023; Meirina, 2019).

Selain itu, pola dan jumlah persebaran *hotspot* di areal perkebunan rakyat menjadi sebuah justifikasi bahwa kebiasaan masyarakat melakukan pembukaan hutan dengan membakar hutan atau lahan masih sering terjadi. Hal ini senada dengan kajian Hadiwijoyo dkk. (2017) yang membahas kebiasaan masyarakat asli Kalimantan Tengah (Dayak Ngaju) dalam penyiapan lahan pertanian mereka dengan cara membakar dari generasi ke generasi. Terdapat dua hal yang mendasar dalam penyiapan lahan oleh masyarakat yaitu menggunakan teknik penyiapan lahan dengan pembakaran dan mengikuti aturan atau tradisi lokal.

Pendekatan tradisional penyiapan lahan pertanian/perkebunan oleh masyarakat tersebut dimulai dengan aktivitas penjarangan, pembersihan, dan pembakaran berdasarkan areal yang telah dipilih. Kebiasaan tersebut sampai saat ini masih *exist* karena masyarakat belum diperkenalkan dengan teknologi pengolahan lahan yang tepat, sehingga penyiapannya masih sangat bergantung pada penggunaan api untuk kegiatan pengolahan lahan. Berdasarkan argumen tersebut maka hipotesis kami yang menyatakan semakin tinggi kelas kerawanan kebakaran hutan maka semakin banyak jumlah persebaran *hotspot* ditolak. Hal ini disebabkan hasil dari *overlay* antara peta kerawanan kebakaran hutan dan lahan dengan persebaran *hotspot* di lokasi penelitian mengindikasikan lebih banyak *hotspot* yang terdapat zona rendah kebakaran hutan daripada zona yang tinggi.

C.2. Analisis Peta Kerawanan Kebakaran terhadap areal perusahaan dengan Hak Guna Usaha

Setelah melakukan tumpang susun antara Peta kerawanan kebakaran hutan dan lahan di Kabupaten Lamandau terhadap batas HGU didapatkan hasil yang berupa peta dan tabel sebagaimana pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta kerawanan bencana kebakaran terhadap lokasi HGU. Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2022

Berdasarkan Gambar 3, menunjukkan bahwa sebaran lokasi HGU di Kabupaten Lamandau tahun 2019 terkonsentrasi pada bagian selatan kabupaten yang berada di Kecamatan Bulik dan Sematu Jaya. Berdasarkan tabel *properties* HGU yang tersimpan di metadata, sebanyak 69 HGU telah diberikan kepada perusahaan atau badan usaha/hukum di Kabupaten Lamandau hingga 2023. Selama empat dekade, yaitu 1990-2000, 2000-2010, 2010-2023 terdapat sebanyak 1; 4; 47 dan 17 HGU yang telah terbit pada setiap dekade. Umumnya masing-masing HGU tersebut mempunyai jangka waktu paling lama 25 tahun dan dapat diperpanjang selama 25 tahun. Meskipun demikian, kepada badan usaha/badan hukum yang memerlukan jangka waktu lebih lama, dapat diberikan HGU paling lama 35 tahun.

Perusahaan yang menanamkan investasi di Kabupaten Lamandau memanfaatkan areal HGU tersebut untuk perkebunan sawit dan rata-rata sudah berjalan lebih dari 10 tahun. Jika dikaitkan dengan jumlah *hotspot* yang diambil penulis pada tahun 2019, hanya diperoleh sebanyak 60 *hotspot* berada pada lokasi HGU pada daerah zona rendah dan sisanya 9 *hotspot* pada lokasi HGU daerah zona tinggi rawan bencana kebakaran. Hasil ini didukung oleh parameter dari jumlah *hotspot* dan kelas rawan kebakaran hutan dan lahan yang diperoleh dari LAPAN dan NASA, dan Dinas Kehutanan Sumatera Selatan tahun 2015.

Hasil penelitian ini apabila dibandingkan dengan penelitian yang sudah pernah dilakukan di tempat lain, lebih tepatnya di Provinsi Riau memiliki perbedaan temuan. Penelitian sebelumnya menghasilkan keterangan bahwa di Provinsi Riau pendirian HGU meningkatkan terjadinya kebakaran hutan. Umumnya, kebakaran hutan dan lahan berada pada zona sangat rawan bencana kebakaran (Utami, Ndaru, Widyastuti, & Swardiana, 2018). Namun demikian, penelitian ini mendapatkan hal yang sebaliknya. Berdasarkan persebaran *hotspot* dan lokasi HGU dapat disimpulkan bahwa kejadian kebakaran hutan sangat jarang terjadi di lokasi HGU dan mayoritas lokasi HGU tersebut berada pada zona kerawanan kebakaran rendah. Penulis berpendapat bahwa perusahaan di lokasi penelitian telah berupaya secara optimal untuk mengolah lahan HGU dengan mengedepankan prinsip menjaga kelestarian lingkungan. Selain itu, berdasarkan observasi penulis, areal HGU sudah berada pada posisi tanam sehingga jumlah *hotspot* tidak sebanyak pada saat pembukaan lahan. Untuk menjadikan areal tanam, para pemilik HGU melakukan *land clearing* dan pembersihan areal yang berupa semak dan belukar telah meninggalkan cara lama dengan membakar ranting atau pepohonan.

Penulis berpendapat bahwa untuk lebih menjaga dan meningkatkan pengendalian kebakaran hutan dan lahan oleh perusahaan maka perusahaan wajib mematuhi ketentuan peraturan perundangan yang terkini. Berdasarkan ketentuan tersebut, kepatuhan pemegang HGU yang telah mengantongi izin HGU atas areal usahanya wajib untuk melakukan pemeliharaan atas arealnya (menjaga kesuburan, tidak menelantarkan tanah) dan secara periodik melaporkan ke instansi terkait. Pengaturan tersebut sebelumnya tertulis pada Pasal 12 ayat 1 Peraturan Pemerintah (PP) No. 40/1996 sebagaimana telah di cabut dengan PP No. 18 Tahun 2021 tentang Hak Pengelolaan, Hak Atas Tanah, Satuan Rumah Susun, dan Pendaftaran Tanah.

Berdasarkan aturan tersebut, perusahaan atau badan usaha harus melakukan kegiatan pertanian dan perkebunan sesuai dengan norma dan persyaratan yang ditentukan dalam keputusan pemberian haknya. Oleh karenanya, pemegang HGU selama masih aktif memegang haknya, mereka harus bertanggung jawab penuh atas tanah yang telah dipercayakan negara kepadanya dengan cara memelihara kesuburan tanahnya dan mencegah terjadinya kebakaran lahan. Harapannya, dengan pemberian HGU tersebut, pemerintah daerah umumnya dan masyarakat khususnya dapat meningkatkan kesejahteraan ekonominya melalui pajak, ketersediaan lapangan pekerjaan dan plasma perkebunan.

Jika menganalisis periode jangka waktu berakhirnya HGU yaitu 50 tahun atau 60 tahun paling lama (termasuk perpanjangannya) maka pada tahun 2050 pemerintah daerah dan kementerian terkait harus lebih tegas dalam permohonan pembaruan hak. Pada sisi lain, seiring dengan mudahnya komunikasi di era revolusi industri maka intensitas investasi pun kian meningkat termasuk investasi di bidang perkebunan, perikanan, peternakan. Para pemodal tentunya ingin mendapatkan keamanan investasinya dengan memperoleh HGU termasuk di Kabupaten Lamandau. Oleh karena itu, setidaknya pemerintah daerah dan pusat wajib memperhatikan kebijakan perpanjangan atau pun pembaruan HGU atau penerbitan HGU baru. Utamanya bagaimana kelayakan prasyarat tanah atau areal yang di mohon oleh perusahaan, apakah masih sesuai dengan rencana tata ruang atau ketentuan lain.

Pembaharuan HGU berarti memperpanjang masa berlaku HGU setelah berakhirnya masa berlaku atau sebelum berakhirnya jangka waktu perpanjangan. Sedangkan perpanjangan HGU merupakan penambahan masa berlaku HGU kepada pemohon dengan tidak mengubah syarat-syarat pemberian hak tersebut. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2021 dan Peraturan Menteri Agraria/Kepala BPN Nomor 13 Tahun 2021 tentang Pelaksanaan Kesesuaian Kegiatan Pemanfaatan Ruang dan Sinkronisasi Program Pemanfaatan Ruang, mengamanatkan bahwa setiap fungsi pemanfaatan ruang harus dievaluasi terlebih dahulu. Upaya ini dimaksudkan agar langkah-langkah pelaksanaan pemanfaatan ruang sesuai dengan rencana tata ruang (RTR) (Perkasa dkk., 2022). Oleh karena itu, Kesesuaian Kegiatan Pemanfaatan Ruang (KKPR) menjadi prasyarat dasar perizinan dalam perpanjangan maupun pembaruan HGU oleh badan usaha/perusahaan (Sutaryono dkk., 2021). Terdapat dua hal yang harus diperoleh badan usaha KKPR yaitu keabsahan perolehan tanah dan pemanfaatan ruang.

Ada tiga mekanisme penerbitan KKPR yaitu: pertama dengan mekanisme konfirmasi (dapat dilakukan dengan mencocokkan areal yang dimohon berdasarkan ketersediaan RDTR (Rencana Detail Tata Ruang) yang telah terintegrasi dengan OSS; kedua, melalui mekanisme penilaian (dapat dilakukan jika ada rencana tata ruang lain yang tidak tercantum dalam RDTR yang telah diterbitkan; ketiga, melalui mekanisme rekomendasi yang dikhususkan karena adanya Proyek Strategis Nasional (PSN) yang tentunya dengan persyaratan tambahan yang ketat. Terhadap Persetujuan KKPR dikarenakan belum tersedianya Rencana Detail Tata Ruang (RDTR)

maka penulis berargumen bahwa KKPR tersebut harus memperhatikan Pertimbangan Teknis Pertanahan (Perteks). Pertimbangan teknis pertanahan adalah aspek-aspek yang memuat hasil analisis teknis pengelolaan pertanahan yang meliputi syarat-syarat pengelolaan, pemilikan, penggunaan dan/atau pemanfaatan tanah dengan memperhatikan rencana tata ruang, jenis dan sifat hak, kemampuan tanah, ketersediaan dan kondisi tanah (Asmara & Purbokusumo, 2022; Wahidin dkk., 2019).

Oleh karena itu, dalam skema kebijakan KKPR ini perlu segera diperbaiki karena muatan dasarnya akan lebih baik jika mengakomodasi tersedianya peta rawan bencana kebakaran hutan. Kementerian ATR/BPN dapat menjadikan Peta Rawan Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan terhadap penerbitan HGU sebagai instrumen pengawasan/monitoring, utamanya terhadap lokasi HGU yang terletak di zona sedang rawan kebakaran dan zona tinggi rawan kebakaran. Ketidaktegasan dalam pemenuhan unsur-unsur yang ditetapkan dalam penerbitan Perteks baru (Pasal 23 ayat 4 Peraturan Menteri Agraria Dan Tata Ruang/Kepala Badan Pertanahan Nasional Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2021, perlu segera diperbaiki. Utamanya penyebutan klausa “luas yang sesuai, tidak sesuai atau sesuai bersyarat” berbeda dengan peraturan yang digantikan sebelumnya (Peraturan Menteri Agraria Dan Tata Ruang/Kepala Badan Pertanahan Nasional Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2019) yang lebih tegas. Sehingga ketegasan dari level kementerian akan berpengaruh dan menjadi perhatian dalam penetapan KKPR oleh Tim Koordinasi Penataan Ruang Daerah (TKPRD) yang sekarang menjadi Forum Penataan Ruang (FPR).

D. Kesimpulan

Kabupaten Lamandau Provinsi Kalimantan Tengah merupakan salah satu daerah rawan bencana kebakaran hutan dan lahan. Dengan dilakukannya identifikasi dan mitigasi seperti pembuatan peta kerawanan kebakaran, diharapkan dapat mencegah peristiwa bencana kebakaran hutan dan lahan yang berulang. Berdasarkan Peta kerawanan kebakaran, hasil kajian menunjukkan bahwa di kabupaten tersebut didominasi oleh daerah dengan tingkat atau zona rendah rawan bencana kebakaran dengan persentase 95,06% dari luas total Kabupaten Lamandau. Berdasarkan jenis tutupan lahannya, Kabupaten Lamandau memiliki jenis tutupan lahan dengan luasan sebesar 476424134.576 Ha (27,1%) berupa perkebunan rakyat. Meskipun perkebunan rakyat dominan berada pada daerah zona rendah rawan bencana kebakaran, perkebunan rakyat namun daerah tersebut memiliki jumlah sebaran *hotspot* paling banyak yaitu sebanyak 10 *hotspot* berdasarkan pengamatan oleh LAPAN dan 234 *hotspot* oleh NASA. Oleh sebab itu, kajian ini menemukan kebaruan bahwa semakin tinggi kelas kerawanan kebakaran hutan maka belum tentu diikuti oleh semakin banyaknya jumlah persebaran *hotspot*. Keberadaan *hotspot* pada areal perkebunan rakyat berasal dari peladang yang melakukan pembukaan lahan dengan membakar hutan namun masih mengikuti kaidah yang restoratif. Selanjutnya, penelitian ini menunjukkan pentingnya peta rawan kebakaran terhadap penerbitan HGU karena perpanjangan atau pun pembaruan

hak. Hal tersebut cukup berasal karena temuan studi yang masih merekam keberadaan *hotspot* yang terletak di zona HGU dengan kelas rendah hingga tinggi. Luas lokasi HGU dominan pada kelas zona rendah dengan jumlah *hotspot* sebanyak 60 dan zona HGU dengan kelas tinggi dengan jumlah *hotspot* sebanyak 9 *hotspot*. Melalui peta rawan kebakaran dapat digunakan menjadi alternatif dalam monitoring bencana kebakaran hutan/lahan sekaligus sebagai instrumen dalam memperkuat evaluasi pemanfaatan ruang.

E. Rekomendasi

Berikut saran yang ditawarkan oleh penelitian ini:

1. Berdasarkan hasil kajian geospasial, terdapat sejumlah perusahaan dengan areal HGU terletak di lokasi dengan konsentrasi aktivitas *hotspot*. Akibatnya, pemerintah di semua tingkatan harus menerbitkan daftar perusahaan HGU tersebut dan melakukan pemeriksaan di tempat sebelum memberlakukan sanksi.
2. Langkah selanjutnya adalah pemerintah daerah bekerja sama dengan tokoh masyarakat untuk mengedukasi pemilik lahan tentang strategi tersebut, sehingga mengurangi kemungkinan pemilik lahan atau agennya terlibat dalam praktik pembakaran lahan yang merusak.
3. Sebagai langkah terakhir, menjadi tanggung jawab pemerintah daerah, tokoh adat, dan tokoh masyarakat, bersama dengan polisi dan TNI, untuk melakukan sosialisasi dan strategi yang lebih intens untuk mencegah pembakaran lahan di masa depan.

F. Ucapan Terima kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada segenap pihak yang telah memberikan data dan informasi terkait tema kajian. Khususnya, Kepala Kantor Pertanahan Kabupaten Lamandau dan segenap pegawai, pihak *National Aeronautics and Space Administration (NASA)* dan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)/Badan Riset Inovasi Nasional (BRIN) yang telah memberikan akses data secara gratis, Badan Informasi Geospasial yang telah menyediakan portal Indonesia Geoportal. Selain itu, penulis juga berterima kasih kepada segenap pihak yang telah mendukung dan membantu dalam penulisan jurnal ini, terutama kolega yang berasal dari Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional. Semoga budi baik bapak dan ibu sekalian mendapat balasan kebaikan yang berlipat dari Tuhan Yang Maha Kuasa.

Daftar Pustaka

Abram, N. J., Henley, B. J., Sen Gupta, A., Lippmann, T. J., Clarke, H., Dowdy, A. J., ... & Boer, M. M. (2021). Connections of climate change and variability to large and extreme forest fires in southeast Australia. *Communications Earth & Environment*, 2(1), 8. <https://doi.org/10.1038/s43247-020-00065-8>

- Arisman. (2020). Arisman, A. (2020). Analisis Tren Kebakaran Hutan dan Lahan di Indonesia Periode Tahun 2015-2019. *Jurnal Sains Teknologi dan Lingkungan*, 6(1), 1-9. <https://doi.org/10.29303/jstl.v6i1.131>
- Arum, I. S., Ayu, I. G., Rachmi, K., & Najicha, F. U. (2021). Pertanggungjawaban Indonesia Terhadap Pencemaran Udara Akibat Kebakaran Hutan dalam Hukum Internasional. *Justitia Jurnal Hukum*, 1(6), 38-47. <http://dx.doi.org/10.30651/justitia.v6i1.6426>
- Asmara, R., & Purbokusumo, Y. (2022). Pilihan Instrumen Kebijakan Penataan Ruang untuk Manajemen Sumber Daya Tanah Pertanian (Sawah) di Kabupaten Sleman. *Widya Bhumi*, 2(2), 88-103. <https://doi.org/https://doi.org/10.31292/wb.v2i2.40>
- Astuti, Y., Astiani, D., & Herawatiningsih, R. (2020). Pengaruh pembakaran berulang pada lahan gambut terhadap beberapa karakteristik tanah di Desa Rasau Jaya Umum Kabupaten Kubu Raya Kalimantan Barat. *Jurnal hutan lestari*, 8(3). <https://doi.org/10.26418/jhl.v8i3.42810>
- Benguerai, A., Benabdeli, K., & Harizia, A. (2019). Forest Fire Risk Assessment Model Using Remote Sensing and GIS Techniques in Northwest Algeria. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*, 15(1). <https://doi.org/10.2478/aslh-2019-0001>
- Chazdon, R. L., Brancalion, P. H. S., Laestadius, L., Bennett-Curry, A., Buckingham, K., Kumar, C., Moll-Rocek, J., Vieira, I. C. G., & Wilson, S. J. (2016). When is a forest a forest? Forest concepts and definitions in the era of forest and landscape restoration. *Ambio*, 45(5). <https://doi.org/10.1007/s13280-016-0772-y>
- Creswell, J. W. (2016). *Research Design: Pendekatan Metode Kuantitatif, Kualitatif, dan Campuran* (A. F. & R. K. P. (Penerjemah), Ed.; Keempat). Pustaka Pelajar.
- Dennis, R. (1999). A review of fire projects in Indonesia (1982-1998). In *A review of fire projects in Indonesia (1982-1998)* (Vol. 1). SMT Grafika Desa Putera: Jakarta. <https://doi.org/10.17528/cifor/000564>
- Dicelebica, T. F., Akbar, A. A., & Jati, D. R. (2022). Identifikasi dan Pencegahan Daerah Rawan Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan Gambut Di Kalimantan Barat. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(1). <https://doi.org/10.14710/jil.20.1.115-126>
- Hadiwijoyo, E., Saharjo, B. H., & Putra, E. I. (2017). Local wisdom of Dayak Ngaju in Central Kalimantan on Land Preparation by using Fire. *Journal of Tropical Silviculture*, 8(1). <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.8.1.1-8>
- Hanindito, G. A. (2019). Pengolahan Citra Satelit dalam Deteksi Alih Fungsi Hutan Pada Daerah Aliran Sungai Arut Kabupaten Kotawaringin Barat Provinsi Kalimantan Tengah Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal media infotama*, 15(1). <https://doi.org/10.37676/jmi.v15i1.742>
- Hidayat, T., Priyatna, M., Sutanto, A., Alkhudri, A., & Khomarudin, R. (2019). Informasi Sebaran Titik Panas Berbasis WebGIS untuk Pemantauan Kebakaran Hutan dan Lahan di Indonesia. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 20(1). <https://doi.org/10.29122/jtl.v20i1.2961>

- Hoover, K., & Hanson, L. A. (2021). Wildfire Statistics. *Congressional Research Service*. <https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD1143321>
- Jones, M. W., Abatzoglou, J. T., Veraverbeke, S., Andela, N., Lasslop, G., Forkel, M., Smith, A. J. P., Burton, C., Betts, R. A., van der Werf, G. R., Sitch, S., Canadell, J. G., Santín, C., Kolden, C., Doerr, S. H., & Le Quéré, C. (2022). Global and Regional Trends and Drivers of Fire Under Climate Change. In *Reviews of Geophysics* 60(3). <https://doi.org/10.1029/2020RG000726>
- Jurie. (2023, February 13). *Cegah kebakaran lahan Bhabinkamtibmas Gelar Sosialisasi Tentang Karhutla*. Humas.Polri.Go.Id. <https://humas.polri.go.id/2023/02/13/>
- Lestari, A., & Puspita Ayu, K. (2020). Engaging Palm Oil and Hot Spot Area to Mitigate Forest Fires. *BIO Web of Conferences*, 20. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202001003>
- Loren, A., Ruslan, M., Yusran, F. H., & Rianawati, F. (2015). Analisis Faktor Penyebab Kebakaran Hutan dan Lahan Serta Upaya Pencegahan yang Dilakukan Masyarakat di Kecamatan Basarang Kabupaten Kapuas Kalimantan Tengah. *EnviroScientiae*, 11 (1), 1-9. <http://dx.doi.org/10.20527/es.v11i1.1950>
- Meirina, Z. (2019, August 15). BPBD Lamandau akan bangun tujuh pos lapangan Karhutla baru. *Www.Antaraneews.Com*, 1–2. <https://www.antaraneews.com/berita/995122/>
- Nurlina, Ridwan, I., & Putri, W. E. (2018). Analisis kebakaran lahan gambut menggunakan citra satelit multitemporal. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 3(2). <http://snllb.ulm.ac.id/prosiding/index.php/>
- Parajuli, A., Gautam, A. P., Sharma, S. P., Bhujel, K. B., Sharma, G., Thapa, P. B., Bist, B. S., & Poudel, S. (2020). Forest fire risk mapping using GIS and remote sensing in two major landscapes of Nepal. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/19475705.2020.1853251>
- Putra, A., Sutikno, S., & Rinaldi, R. (2017). Identifikasi Lahan Gambut Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 Oli Tirs Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) Studi Kasus Pulau Tebing Tinggi. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains*, 4(2), 1-11. <https://jom.unri.ac.id/index.php/>
- Roswintiarti, O. (2016). Informasi Titik Panas (Hotspot) Kebakaran Hutan/Lahan. *Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh Deputy Bidang Penginderaan Jauh–LAPAN*, 1-15. <http://hotspot.lapan.go.id/guide/>
- Saharjo, B. H., & Nasution, M. R. A. (2021). Pola Sebaran Titik Panas (Hotspot) Sebagai Indikator Terjadinya Kebakaran Hutan dan Lahan Di Kabupaten Aceh Barat. *Journal of Tropical Silviculture*, 12(2). <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.12.2.60-66>

- Salsabila, A. Z., Ajie, K., & Santoso, R. T. (2022). Gambaran Umum tentang Peluang, Kendala dan Pilihan untuk Meningkatkan Penggunaan Tanah di Provinsi Lampung. *Widya Bhumi*, 2(1), 65–87. <https://doi.org/https://doi.org/10.31292/wb.v2i1.17>
- Sepriando, A., Hartono, H., & Jatmiko, R. H. (2020). Deteksi kebakaran hutan dan lahan menggunakan citra satelit himawari-8 di Kalimantan Tengah. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 20(2). <https://doi.org/10.29122/jstm.v20i2.3884>
- Septianingrum, R. (2018). Dampak Kebakaran Hutan di Indonesia Tahun 2015 dalam Kehidupan Masyarakat. *Agric Ecosyst Environ*, 1(82). <https://www.researchgate.net/profile/Risma-Septianingrum/publication/>
- Sutaryono, S., Nurrokhman, A., & Lestari, N. D. (2021). Penguatan pelaksanaan penertiban pemanfaatan ruang pasca terbitnya Undang-Undang Cipta Kerja. *Jurnal Pengembangan Kota*, 9(2). <https://doi.org/10.14710/jpk.9.2.154-165>
- Tarigan, M. L., Nugroho, D., Firman, B., & Kunarso, A. (2015). *Dokumen Standar Operasional Prosedur (SOP) untuk Pelaksanaan dan Pengelolaan Jaringan Data Spasial Kehutanan (JDSK) di Provinsi Sumatera Selatan*. <http://www.bioclimate.org>
- Tyukavina, A., Potapov, P., Hansen, M. C., Pickens, A. H., Stehman, S. V., Turubanova, S., Parker, D., Zalles, V., Lima, A., Kommareddy, I., Song, X.-P., Wang, L., & Harris, N. (2022). Global Trends of Forest Loss Due to Fire From 2001 to 2019. *Frontiers in Remote Sensing*, 3. <https://doi.org/10.3389/frsen.2022.825190>
- Wahidin, A. A., Sutaryono, S., & Riyadi, R. (2019). Pertimbangan Teknis Pertanahan sebagai Instrumen Pengendalian Pemanfaatan Ruang di Kantor Pertanahan Kabupaten Mamuju. *Tunas Agraria*, 2(2). <https://doi.org/10.31292/jta.v2i2.31>
- Wiri, Astiani, D., & Fernando, T. (2017). Kehilangan biomassa gambut akibat kebakaran hutan. *Jurnal Hutan Lestari*, 5(3). <http://dx.doi.org/10.26418/jhl.v5i3.21713>
- Yulianti, N., Kusin, K., Murni, E., Barbara, B., Naito, D., Kozan, O., Jagau, Y., Kulu, I. P., Adji, F. F., & Susetyo, K. E. (2020). Preliminary analysis of cause-effect on forest-peatland fires prior to 2020 in Central Kalimantan. *Ecotrophic : Jurnal Ilmu Lingkungan*, 14(1). <https://doi.org/10.24843/ejes.2020.v14.i01.p06>