available at http://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/tgeo
e-ISSN: 2622-9528 p-ISSN: 2301-606X Jurnal Tunas Geografi Vol. 09 No. 01 2020

ANALISIS POLA SPASIAL KEBAKARAN LAHAN DI KABUPATEN PULANG PISAU TAHUN 2001-2019

Frederik Samuel Papilaya

Program Studi Sistem Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana
Salatiga, Jawa Tengah

Email corresponding: samuel.papilaya@uksw.edu

Dikirimkan:	Diterima:	Diterbitkan:
14-03-2020	24-06-2020	27-07-2020

Abstract

*Forest and land fires have become a problem for the Republic of Indonesia in the last few decades. Statistically based on MODIS data for 19 years from 2001 to 2019, Central Kalimantan is the province with the most number of fires totaling 255,334 fire spot or 18% of fire occurance from 34 provinces in Indonesia. This study will look at spatial patterns and spatial correlations of forest and land fires in Pulang Pisau District from 2001 to 2019. Spatial patterns of hotspots were analyzed using a statistical Getis-Ord (Gi *) analysis, the relationship between hotspots was analyzed using Spatial Autocorrelation Moran's I (Index). The results of the hotspot analysis show the high significance of the hotspots that occurred in the subdistricts of Sebangau Kuala, Kahayan Kuala, Kahayan Hilir and Jabiren. The result of spatial autocorrelation of hotspots from 2001-2019 (except in 2010) is that hotspots pattern are clustered. Based on the findings it can be concluded statistically that 99% of the likelihood of a group fire event occurred intentionally. This hotspot incident that arose intentionally can be a clue for the Local Government to be able to better engage the community to prevent and overcome the hotspot by providing coaching and training*

***Keywords**: Pola Spasial, Hotspot, Spatial Autocorrelation, Pulang Pisau*

Abstrak

Kebakaran hutan dan lahan telah menjadi masalah bagi Republik Indonesia dalam beberapa dekade terakhir. Secara statistik berdasarkan data MODIS selama 19 tahun mulai dari tahun 2001 sampai 2019, Kalimantan Tengah merupakan provinsi yang paling banyak memiliki titik api sejumlah 255.334 titik atau sebesar 18% kejadian kebakaran hutan dan lahan dari 34 provinsi di Indonesia. Penelitian ini akan melihat pola spasial dan korelasi spasial kebakaran hutan dan lahan di Kabupaten Pulang Pisau pada tahun 2001 sampai 2019. Pola spasial hotspot dianalisa dengan menggunakan analisis Getis-Ord (Gi) statistic, hubungan antar titik api dianalisa dengan menggunakan Spatial Autocorrelation Moran's I (Index). Hasil analisis hotspot menunjukan signifikasi tinggi hotspot yang terjadi pada kecamatan Sebangau Kuala, Kahayan Kuala, Kahayan Hilir dan Jabiren. Hasil spatial autocorrelation kejadian titik api dari tahun 2001-2019 (kecuali tahun 2010) adalah titik api memiliki pola yang merupakan berkelompok (clustered). Berdasarkan temuan bisa disimpulkan secara statistik bahwa 99% kemungkinan kejadian titik api yang berkelompok tersebut terjadi secara disengaja. Kejadian titik api yang muncul secara disengaja ini dapat menjadi petunjuk bagi Pemerintah Daerah untuk dapat lebih mengajak masyarakat dalam mencegah dan menanggulangi titik api dengan memberikan pembinaan dan pelatihan.*

***Kata Kunci**: Pola Spasial, Hotspot, Spatial Autocorrelation, Pulang Pisau*

PENDAHULUAN

Kebakaran hutan dan lahan telah menjadi masalah bagi Republik Indonesia dalam beberapa dekade terakhir. Secara statistik berdasarkan data MODIS selama 19 tahun mulai dari tahun 2001 sampai 2019, Kalimantan Tengah merupakan provinsi yang paling banyak memiliki titik api sejumlah 255.334 titik atau sebesar 18% kejadian kebakaran hutan dan lahan dari 34 provinsi di Indonesia. Pada rentang waktu yang sama dari semua kabupaten yang berada di provinsi Kalimantan Tengah, di Kabupaten Pulang Pisau tercatat 48.614 titik api. Puncak titik api di Kabupaten Pulang Pisau berada di tahun 2015 sebanyak 8.997 titik api.

Kebakaran hutan dan lahan merupakan sebuah fenomena kompleks yang bisa terjadi secara natural seperti oleh sambaran petir, tapi sering kali pula kebakaran disebabkan oleh aktivitas manusia (Najafabadi, Gorgani, & Najafabadi, 2015). Kebakaran hutan dan lahan di Indonesia penyebabnya adalah 99% ulah manusia dan 1% nya adalah alam, baik itu karena ketidaksengajaan maupun secara disengaja untuk membuka lahan (Nugroho, 2019). Kebakaran yang disebabkan oleh manusia pada umumnya tidak terjadi secara acak, kebakaran tersebut biasanya akan mengikuti sebuah pola baik itu pola spasial maupun pola temporal. Contohnya kebakaran akan terjadi pada wilayah yang dekat dengan jalan atau di daerah semak (Costafreda-Aumedes, Comas, & Vega-Garcia, 2016).

Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer actice fire product NASA (MODIS) merupakan kumpulan data *remote sensing* titik api yang moderat dengan resolusi sensor sebesar 1 km (Giglio, Schroeder, & Justice, 2016). Keuntungan penggunaan data MODIS adalah resolusi temporal yang dimiliki MODIS yaitu 2 kali per hari. Resolusi temporal dan tingkat keyakinan data yang beragam membuat data MODIS dapat digunakan dengan baik untuk melakukan analisis titik api (Sabani, Rahmadewi, Rahmi, Priyatna, & Kurniawan, 2019).

Berdasarkan latar belakang maka penelitian ini akan melihat pola spasial dan korelasi spasial kebakaran hutan dan lahan di Kabupaten Pulang Pisau pada tahun 2001 sampai 2019. Pola spasial *hotspot* dianalisa dengan menggunakan analisis Getis-Ord (Gi*) *statistic*, hubungan antar titik api dianalisa dengan menggunakan *Spatial Autocorrelation* Moran's I (*Index*).

METODOLOGI PENELITIAN

Studi Area

Penelitan ini berfokus pada wilayah Kabupaten Pulang Pisau di Provinsi Kalimantan Tengah. Kabupaten Pulang Pisau menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) memiliki luas sebesar 899.700 hektar. Adapun tutupan lahan kebun sebesar 71.949 hektar dan luas hutan (hutan lindung, hutan produksi dan suaka alam) seluas 757.768 hektar. Berdasarkan data MODIS dengan semua tingkat *confidence*, Kabupaten Pulang Pisau mencatat 48.614 titik api. Puncak titik api di Kabupaten Pulang Pisau berada di tahun 2015 sebanyak 8.997 titik api.

Data Titik Api (MODIS)

Hotspot adalah hasil deteksi MODIS pada diambil dengan menggunakan resolusi piksel tertentu (1 km x 1 km), yang merupakan kemungkinan terbakar area tersebut pada saat satelit melintas pada kondisi yang relatif tidak tertutup awan dengan menggunakan algoritma tertentu. Algoritma MODIS menggunakan reflektansi pada panjang gelombang 4-, 11-, dan 12- µm untuk melakukan deteksi *brightness temperature*. Pada pengukuran siang hari modis juga memanfaatkan reflektansi pada panjang gelombang 0.65-, 0.86-, dan 2.1- µm untuk mengurangi kesalahan deteksi akibat pantulan sinar matahari dan tutupan awan seperti ditunjukan pada Tabel 1 (Giglio, 2018).

Tabel 1 Kanal MODIS yang digunakan untuk menganalisis hotpot

No. Kanal	Panjang Gelombang (µm)	Manfaat
1	0.65	Meminimalisir kesalahan deteksi akibat pantulan sinar matahari terhadap lautan (*sun glint*), pesisir, dan awan
2	0.86	Meminimalisir kesalahan deteksi akibat *sun glint* dan pesisir
7	2.1	Meminimalisir kesalahan deteksi akibat *sun glint* dan pesisir
21	4.0	Merupakan kanal yang mempunyai kisaran tinggi untuk deteksi kebakaran
22	4.0	Merupakan kanal yang mempunyai kisaran rendah untuk deteksi kebakara
31	11.0	Untuk deteksi kebakaran, serta meminimalisir kesalahan deteksi dari awan dan pembukaan hutan (*forest clearing*)
32	12.0	Untuk meminimalisir kesalahan deteksi akibat awan

Sumber: (Lapan, 2016)

Tingkat keyakinan titik api data MODIS terbagi menjadi tiga yaitu *low*, *nominal*, dan *high*, tingkat keyakinan/*confidence value* (C) dikalkulasi sebagai berikut: 0% <= C < 30% *low*, 30% <= C 80 *nominal*, 80% <= C <=100% *high* (Giglio, 2018). Pada penelitian tidak semua data hotspot akan digunakan, data yang digunakan adalah data dengan tingkat keyakinan *nominal* dan *high* saja. Hal ini dilakukan untuk mengurangi kesalahan dalam melakukan analisa.

Perhitungan Hot Spot

Untuk melihat statistik asosiasi klaster spasial dengan nilai yang tinggi (*hot spots*) dan nilai rendah (*cold spots*) digunakan Getis-Ord Gi* *statistic.* Nilai *z-score* (ukuran besaran jarak sebuah nilai dalam set data terhadap rata-rata satuan standart deviasi) serta nilai *p-value* (nilai signifikansi) akan memberikan informasi dimana klaster *hot spots* dan klaster *cold spots*. Hasil statistik ini menjadi signifikan karena dalam perhitungan apabila ada sebuah titik memiliki nilai yang tinggi seharusnya dikelilingi oleh titik-titik lain yang memiliki nilai yang tinggi pula. Statistik Getis-Ord dapat dihitung dengan:

$$G_j^* = \frac{\sum_{j=1}^{n} w_{i,j}x_j - \overline{X}\sum_{j=1}^{n} w_{i,j}}{S\sqrt{\frac{\left[n\sum_{j=1}^{n} w_{i,j}^2 - \left(\sum_{j=1}^{n} w_{i,j}\right)^2\right]}{n-1}}} \quad (1$$

$$\overline{X} = \frac{\sum_{j=1}^{n} x_j}{n} \quad (2$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n} x_j}{n} - \left(\overline{X}\right)^2} \quad (3$$

1, 2, 3) (Ord & Getis, 1992)

dimana x_j adalah atribut untuk titik i, $w_{i,j}$ adalah bobot spasial antar titik i dan j, n adalah total jumlah titik. Sedang G_j^* adalah z-score (Ord & Getis, 1992).

Spatial Autocorrelation

Korelasi diantara nilai-nilai variabel tunggal titik api yang dikaitkan dengan jarak dalam ruang geografis dapat dilihat dengan menggunakan statistik Morans'I, konsep ini dinamakan *spatial autocorrelation*. Morans'I akan mengkalkulasi *z-score* serta nilai *p-value*. Morans'I spatial autocorrelation dapat dihitung dengan:

$$I = \frac{n}{S_0}\frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{i,j}z_i z_j}{\sum_{i=1}^{n} z_i^2} \quad (4$$

$$S_0 = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{i,j} \quad (5$$

$$z_i = \frac{I - E[I]}{\sqrt{V[I]}} \quad (6$$

$$E[I] = -1/(n-1) \quad (7$$

$$V[I] = E[I^2] - E[I]^2 \quad (8$$

4, 5, 6, 7, 8) (Griffith, 2003)

dimana z_i adalah deviasi dari sebuah titik i dari nilai rata-rata ($x_i - X$), $w_{i,j}$ adalah bobot spasial antar titik i dan j, n adalah total jumlah titik, dan S_0 adalah agregasi dari semua pembobotan spasial (Griffith, 2003).

Signifikasi pola spasial dalam spatial autocorrelation Morans'I terbagi kedalam 3 bagian yaitu tersebar (*Dispersed*), acak (*Random*), dan berkelompok (*Clustered*). Secara statistik nilai signifikansi dan nilai kritis dapat dilihat dalam rentang yang dapat dilihat pada

Tabel 2.

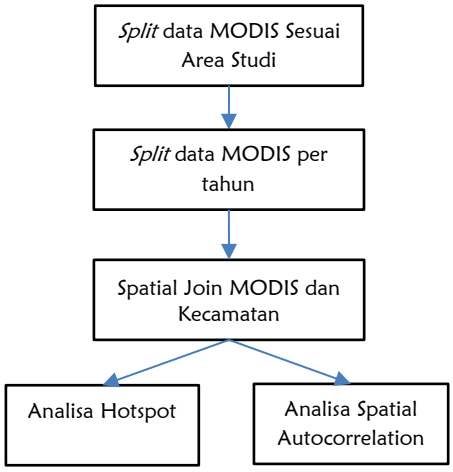
Tabel 2 Nilai Signifikasi

Significant	p-value	z-score
Disperse	0,01 to 0,10	-2,58 to -1,65
Random	...	-1,65 to 1,65
Clustered	0,01 to 0,10	> 1,65

Sumber: (Oyana & Margai, 2015)

Tahapan Analisa Pola Spasial

Untuk dapat pola spasial hotspot menggunakan analisis Getis-Ord (Gi*) statistic, dan korelasi titik api dengan menggunakan Spatial Autocorrelation Moran's I, maka pada penelitian ini terdapat tahapan seperti ditunjukan pada Gambar 1 Tahapan Analisa Pola Spasial.



Gambar 1 Tahapan Analisa Pola Spasial

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

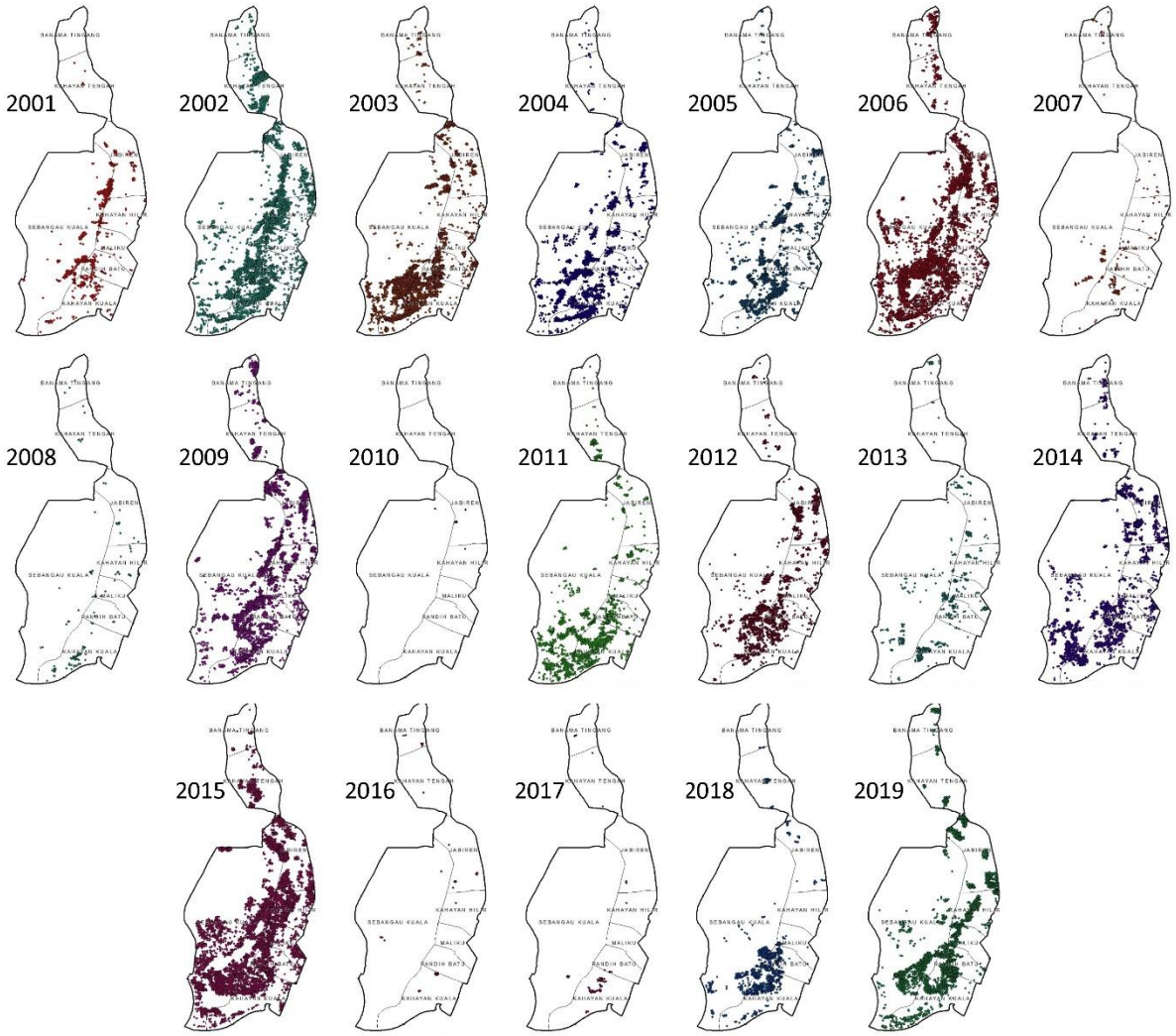
Secara umum kondisi titik api berdasarkan data MODIS dengan tingkat keyakinan *nominal* dan *high* pertiap kecamatan dari tahun 2001 sampai 2019 dapat ditunjukan pada

Tabel 3. Kejadian titik api paling banyak terdapat di Kecamatan Sebangau Kuala dengan jumlah 15.808 titik api.

Tabel 3 Perhitungan Titip Api (*confidence nominal* dan *high*) pada Tiap Kecamatan

Tahun	Kecamatan								
	Banama Tingang	Jabiren	Kahayan Hilir	Kahayan Kuala	Kahayan Tengah	Maliku	Pandih Batu	Sebangau Kuala	Total
2001	0	120	48	139	6	23	67	359	762
2002	29	830	651	1246	565	175	327	1250	5073
2003	9	249	68	805	15	132	102	1153	2533
2004	23	286	48	1286	30	207	333	1517	3730
2005	14	204	115	865	7	65	113	703	2086
2006	147	787	281	1121	104	185	350	2715	5690
2007	11	8	9	86	1	16	15	53	199
2008	3	10	13	67	7	5	4	15	124
2009	99	871	323	654	155	184	130	1361	3777
2010	0	6	1	0	0	0	0	1	8
2011	6	57	59	726	130	25	171	501	1675
2012	10	421	112	472	39	98	204	578	1934
2013	12	62	33	180	6	48	57	126	524
2014	61	550	117	475	69	118	206	953	2549
2015	25	1204	949	1293	473	486	458	3240	8128
2016	5	11	2	20	1	0	0	4	43
2017	2	3	1	45	2		4	5	62
2018	2	30	0	430	53	15	227	312	1069
2019	45	721	427	835	137	228	716	962	4071
Total	503	6430	3257	10745	1800	2010	3484	15808	44037

Sumber: Hasil penetilian, 2020



Gambar 2 Sebaran Titik Api dari Tahun 2001 sampai 2019

Pada tahun 2015 titik api muncul paling banyak sejumlah 8.128 titik pada kisaran bulan Juli sampai November 2015. Gambar 2 menunjukan sebaran titik api di Kabupaten Pulang Pisau pada tahun 2001-2019, terlihat sebaran titik api paling banyak muncul di tahun 2015. Berdasarkan data BPS curah hujan rata-rata di stasiun pengukuran terdekat (Palangkara Raya) pada Juli-September 2015 adalah 49,98 mm, dan pada bulan November saja adalah 430,8 mm.

Analisis *Hotspot*

Anailsis hotspot pada penelitian ini hanya mengambil sampel pada tahun 2015 saja. Dikarenakan tahun 2015 memiliki jumlah titik api terbesar selama 19 Tahun. Analisis dilakukan dengan menggunakan statistik Getis-Ord (Gi*), field analisis yang digunakan untuk membentuk hotspot adalah kanal 31 Modis (Bright_T31), yaitu temperatur kecerahan titik api yang diukur dalam Kelvin. Relasi spasial pada analisis ini adalah Fixed Distance Band, dimana Setiap fitur dianalisis dalam konteks fitur yang berdekatan. Fitur tetangga menerima bobot 1 dan memberikan pengaruh pada perhitungan untuk fitur target. Fitur tetangga di luar jarak kritis menerima bobot 0 dan tidak memiliki pengaruh pada perhitungan fitur target.

Pada

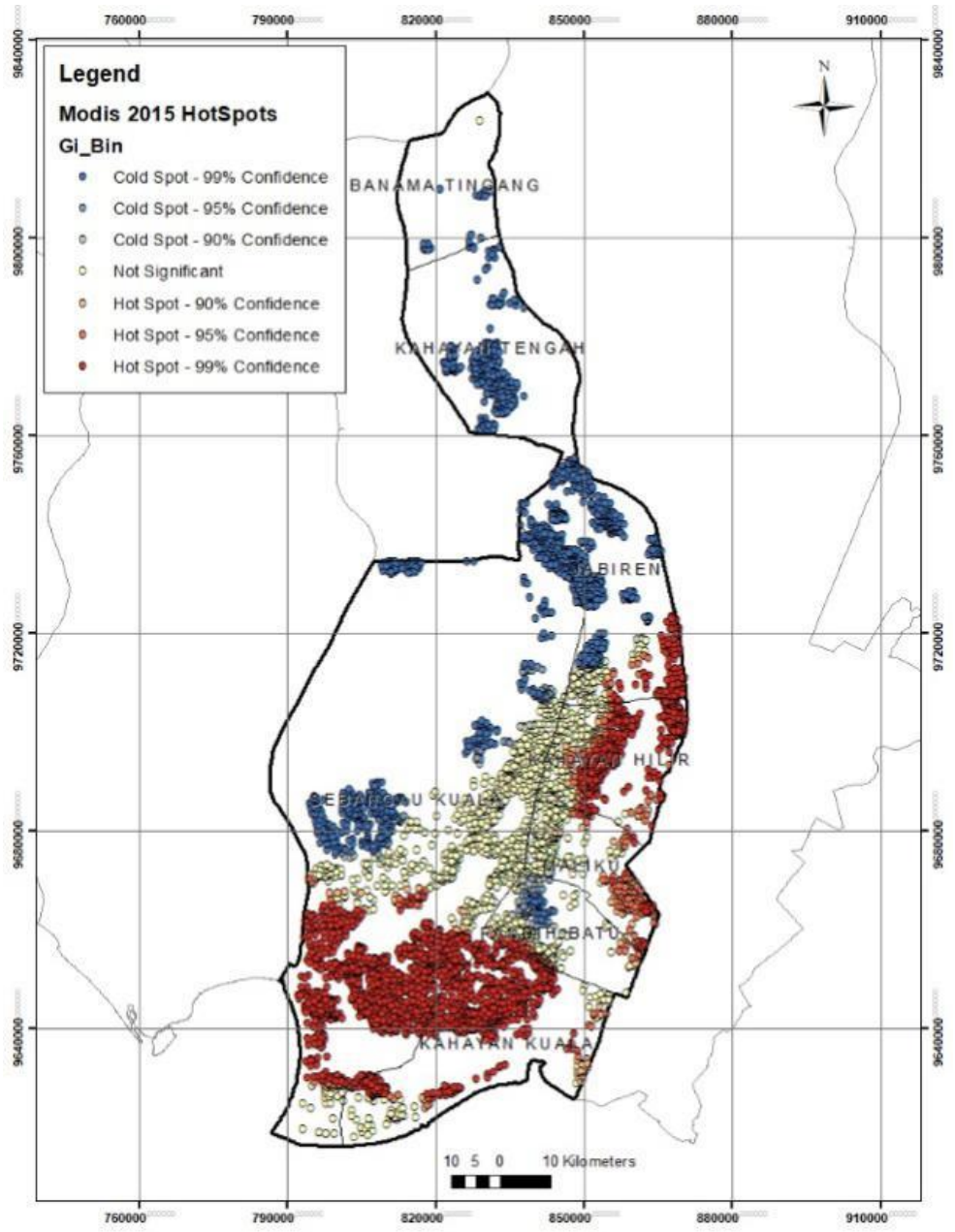
Tabel 4 Sampel Gi z-score, p-value dan Confidence titik api ditunjukan bahwa titik-titik api yang memiliki nilai z-*score* lebih besar dari 2,58 dan p-*value* lebih kecil dari 0,01 adalah klaster titik api yang mempuanyai signifikasi hotspot.

Tabel 4 Sampel Gi z-*score*, p-*value* dan Confidence titik api (H: *Hotspot*, C: *Coldspot*)

Bright_T31	Gi z-*score*	Gi p-*value*	*Confidence*
301,8	11,321624	0	H 99%
299,8	11,365648	0	H 99%
303,3	11,541148	0	H 99%
291,1	11,588161	0	H 99%
300,5	2,308662	0.020962	H 95%
300,7	2.529994	0.011406	H 95%
299,8	-0,72811	0,466546	C 99%
301,3	-0,625065	0,531928	C 99%

Sumber: Hasil penelitian, 2020

Hasil analisis hotspot yang ditunjukan pada Gambar 3, representasi Hotspot dengan confidence 99% diwakili dengan titik berwarna merah. Titik merah tersebut merupakan titik dengan nilai Gi *z-score* yang tinggi dan Gi *p-value* yang rendah. Nilai tersebut menunjukan signifikasi sebuat *hotspot* yang terjadi pada kecamatan Sebangau Kuala, Kahayan Kuala, Kahayan Hilir dan Jabiren.



Gambar 3 Hotspot Kabupaten Pulang Pisau Tahun 2015

Analisis *Spatial Autocorrelation*

Pola hubungan atau korelasi titik api di Kabupaten Pulang Pisau akan dianalisa dengan menggunakan statistik Morans'I. Analisa data MODIS dilakukan dengan membagi data menjadi data tahunan dari 2001 sampai tahun 2019. Hal ini dilakukan agar bisa melihat bagaimana pola kebakaran hutan dan lahan untuk setiap tahunnya.

Tabel 5 menunjukan hasil perhitungan analisa *spatial autocorrelation* Morans'I. Nilai Morans *Index* adalah pembobotan spasial yang memiliki standart nilai $-1 \leq I \leq 1$. Hasil analisa menunjukan bahwa nilai Moran dari keseluruhan tahun berada pada kisaran $0 \leq I \leq 1$. Hal ini menandakan adanya *spatial autocorrelation* untuk semua data pada tiap tahunnya dari tahun 2001-2019. Pada tahun 2010 terlihat Morans *Index* bernilai 0,08039, hal ini menunjukan bahwa walau nilai di tahun 2010 menunjukan korelasi positif, namun korelasi tersebut dapat dinilai lemah, karena nilai Moran *Index* mendekati nol.

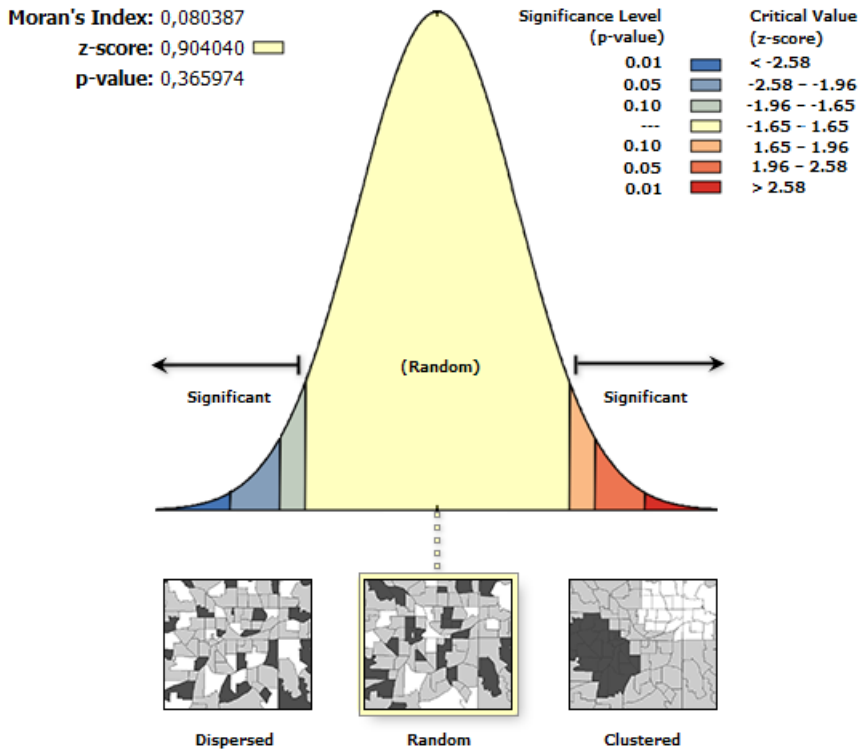
Tabel 5 Hasil Analisa *Spatial Autocorrelation* Morans'I

Tahun	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value	Distance Threshold
2001	0,17099	-0,00131	0,000159	13,660744	0	11934,9421 Meter

2002	0,41594	-0,0002	0,000078	47,082992	0	7692,3194 Meter
2003	0,24536	-0,0004	0,00002	54,811492	0	9763,4973 Meter
2004	0,26044	-0,00027	0,000027	50,038961	0	9142,1284 Meter
2005	0,23651	-0,00048	0,000019	54,050407	0	9315,3944 Meter
2006	0,33391	-0,00018	0,000058	43,939508	0	5250,1557 Meter
2007	0,18525	-0,00505	0,000945	6,189713	0	33377,9363 Meter
2008	0,34773	-0,00813	0,003383	6,118099	0	18820,6142 Meter
2009	0,30718	-0,00027	0,000018	73,259645	0	6143,0371 Meter
2010	0,08039	-0,14286	0,060979	0,90404	0,365974	17921,9940 Meter
2011	0,39049	-0,0006	0,000693	14,85129	0	8898,9249 Meter
2012	0,33261	-0,00052	0,000031	59,373639	0	8687,5736 Meter
2013	0,21016	-0,00191	0,000178	15,896889	0	15952,9075 Meter
2014	0,31062	-0,00039	0,000024	63,152001	0	8436,3857 Meter
2015	0,24013	-0,00012	0,000012	69,725781	0	14171,5483 Meter
2016	0,3707	-0,02381	0,011952	3,608651	0,000308	30517,1706 Meter
2017	0,21735	-0,01639	0,003607	3,891922	0,000099	35161,8955 Meter
2018	0,16447	-0,00094	0,000039	26,564066	0	11012,7881 Meter
2019	0,2653	-0,00025	0,000006	112,930177	0	11549,5297 Meter

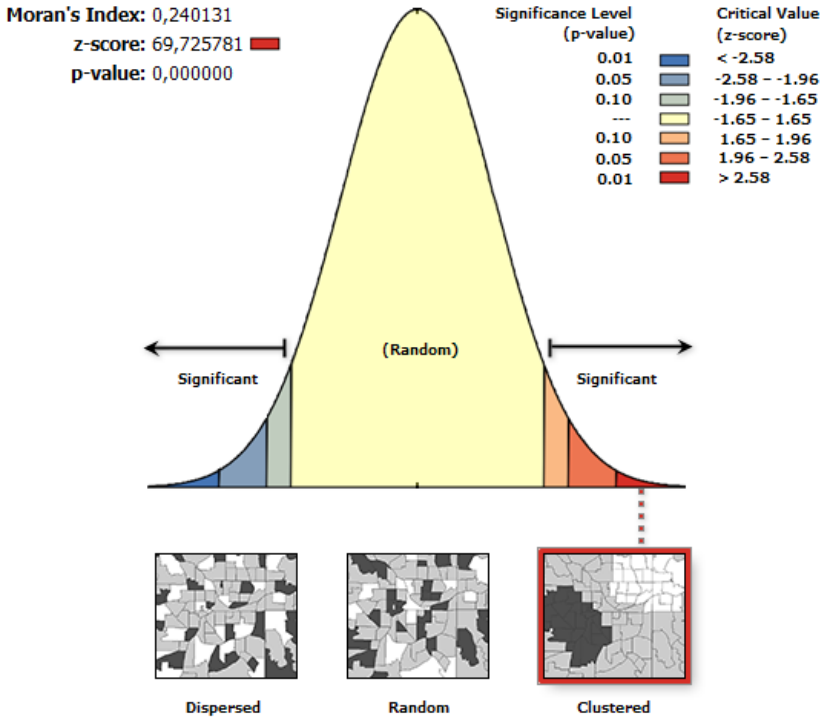
Sumber: Hasil penelitian, 2020

Dari keseluruhan data hanya data pada tahun 2010 yang memiliki z-*score* kurang dari 2,58, dan p-*value* lebih besar dari 0.01. Pada tahun 2010 hanya terdapat total 8 titik api. Dengan nilai p-value 0,90404 dan nilai z-score 0,365974 pada tahun 2010 kejadian titik api dapat asumsikan muncul secara acak (*Random*). Hal ini dapat dilihat dalam kurva pada Gambar 4 *Spatial Autocorrelation* Tahun 2010.



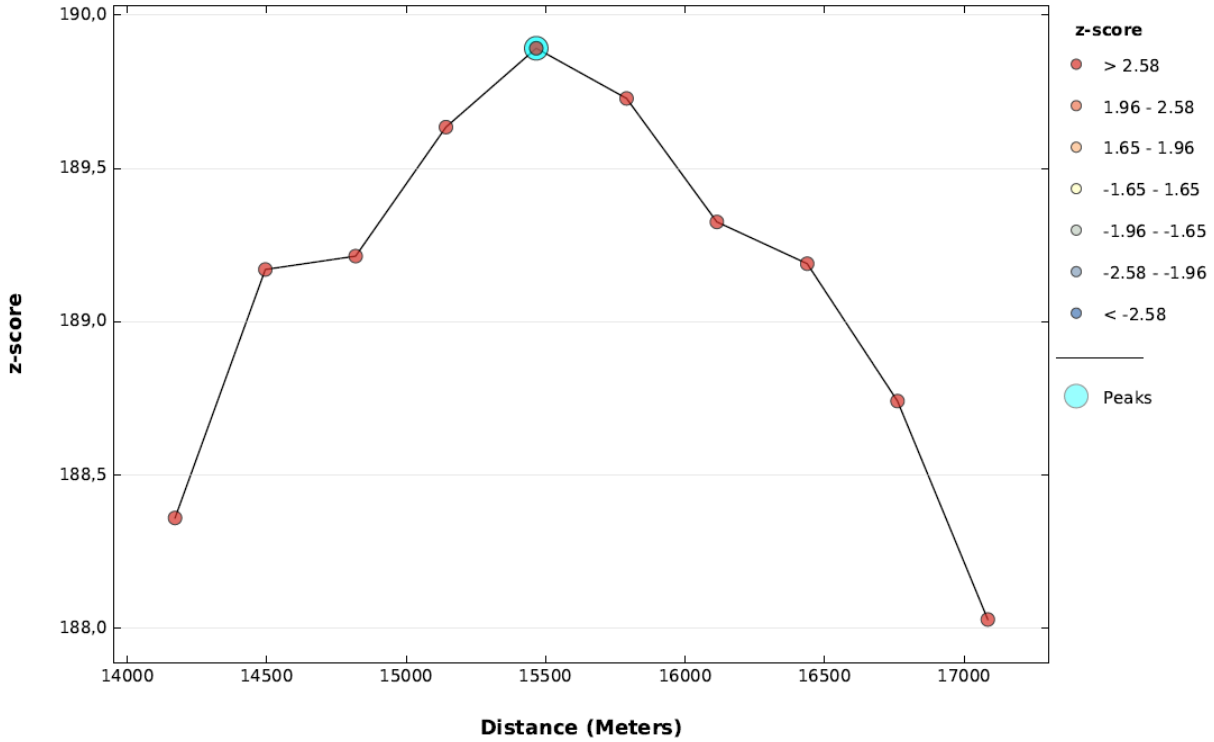
Gambar 4 *Spatial Autocorrelation* Tahun 2010

Gambar 5 menunjukan pola *spatial autocorrelation* kejadian titik api pada tahun 2015 yang merupakan berkelompok (*clustered*). Hasil ini ditandai dengan nilai p-*value* 0 dan z-*score* 69,725781. Nilai z-*score* 69,725781 membuat bahwa kemungkinan kejadian clustered ini hanya kurang dari 1% muncul karena kejadian muncul secara acak. Dalam bahasa lain bahwa terdapat 99% kemungkinan kejadian titik api yang berkelompok tersebut terjadi secara disengaja.



Gambar 5 *Spatial Autocorrelation* Tahun 2015

Morans'I juga dapat digunakan untuk melihat korelasi jarak persebaran titik api. Pada Gambar 6 hasil *spatial correlation by distance* untuk titik api pada tahun 2015 pengelompokan titik api memiliki puncak pada jarak 15.550 meter atau 15,55 kilometer.



Gambar 6 Spatial Autocorrelation by Distance Tahun 2015

Secara visual analisis hotspot mampu memberikan representasi lokasi dimana saja, namun untuk bisa mengetahui pola dari kejadian titik api perlu dilakukan analisis yang berkaitan dengan korelasi lokasi, jarak dan ketetanggaan dengan menggunakan spatial autocorrelation. Hasil dari analisis *spatial autocorrelation* yang dilakukan tahun 2001 sampai 2009, dan 2011 sampai 2019 kejadian titik api muncul secara berkelompok (*clustered*) dan dengan 99% kemungkinan titik api berkelompok ini tidak muncul karena kejadian yang acak. Hanya ditahun 2010 dimana jumlah titik api sedikit kejadian titik api muncul secara acak (random).

Partisipasi masyarakat sangat dibutuhkan untuk mendukung upaya Pemerintah dalam mengatasi kebakarah hutan dan lahan (Sawerah, Muljono, & Tjitropranoto, 2016). Kemungkinan 99% titik api berkelompok tidak muncul karena kejadian yang acak selain karena faktor rendahnya curah hujan juga dapat disebabkan oleh kesengajaan. Oleh karena itu Pemerintah Kabupaten Pulang Pisau selain mengingkatkan pengawasan juga perlu untuk mengajak dan meningkatkan kesadaran masyarakat dalam mencegah dan menanggulangi kebakaran hutan dan lahan dengan memberikan pembinaan dan pelatihan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian menggunakan data MODIS dari tahun 2001 sampai 2019 di wilayah Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan tengah dapat disimpulkan bahwa konsentrasi titik api tertinggi pada tahun 2015 terjadi pada Kecamatan Sebangau Kuala, Kahayan Kuala, Kahayan Hilir dan Jabiren. Konsentrasi tinggi ini dibuktikan dengan klaster titik api yang memiliki nilai z-*score* lebih besar dari 2,58 dan p-*value* lebih kecil dari 0,01 sehingga dapat diklasifikasikan sebagai kalster titik api yang mempunyai signifikasi hotspot tinggi.

Hasil analisis *spatial autocorrelation* terhadap keseluruhan data hanya data pada tahun 2010 yang memiliki z-score kurang dari 2,58, dan p-value lebih besar dari 0.01. Pada tahun 2010 hanya terdapat total 8 titik api. Dengan nilai p-value 0,90404 dan nilai z-score 0,365974 pada tahun 2010 kejadian titik api dapat dibilang muncul secara acak (Random). Kejadian titik api dari tahun 2001 sampai 2019 (kecuali tahun 2010) adalah titik api memiliki pola yang merupakan berkelompok (clustered).

Berdasarkan temuan bisa disimpulkan secara statistik bahwa 99% kemungkinan kejadian titik api yang berkelompok tersebut terjadi secara disengaja. Sedang berdasarkan jarak hasil *spatial correlation by distance* untuk titik api pada tahun 2015 menunjukan pengelompokan titik api memiliki puncak pada jarak 15.550 meter atau 15,55 kilometer.

Hasil penelitian yang menunjukan bahwa 99% kemungkinan kejadian titik api yang berkelompok terjadi secara disengaja dapat menjadi dorongan bagi Pemerintah Daerah Kabupaten Pulang Pisau untuk lebih secara aktif mengajak, membina dan melatih masyarakat agar lebih sadar untuk tidak melakukan pembakaran hutan dan lahan.

Saran bagi penelitian selanjutnya adalah penelitian dapat dilanjutkan dengan menambahkan variabel tutupan lahan. Sehingga penelitan selanjutnya dapat melihat pola spasial titik api berdasarkan jenis tutupan lahannya.

DAFTAR PUSTAKA

Costafreda-Aumedes, S., Comas, C., & Vega-Garcia, C. (2016). Spatio-temporal configurations of human-caused fires in spain through point patterns. *Forests*, *7*(9), 1–15. https://doi.org/10.3390/f7090185

Giglio, L. (2018). MODIS Collection 4 Active Fire Product User's Guide. In *NASA* (Vol. 1, Issue December).

Giglio, L., Schroeder, W., & Justice, C. O. (2016). The collection 6 MODIS active fire detection algorithm and fire products. *Remote Sensing of Environment*, *178*, 31–41. https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.02.054

Griffith, D. a. (2003). *Spatial Autocorrelation and Spatial Filtering: Gaining Understanding Through Theory and Scientific Visualization*. https://doi.org/10.1007/978-3-540-24806-4

Lapan. (2016). *Informasi Titik Panas (Hotspot) Kebakaran Hutan / Lahan*. *ISBN 978-6*. http://pusfatja.lapan.go.id/files_uploads_ebook/publikasi/Panduan_hotspot_2016 versi draft 1_LAPAN.pd

Najafabadi, A. T. P., Gorgani, F., & Najafabadi, M. O. (2015). Modeling forest fires in Mazandaran Province, Iran. *Journal of Forestry Research*, *26*(4), 851–858. https://doi.org/10.1007/s11676-015-0107-z

Nugroho, S. P. (2019). *BNPB: Penyebab kebakaran hutan dan lahan 99% karena ulah manusia*. BNPB. https://nasional.kontan.co.id/news/bnpb-penyebab-kebakaran-hutan-dan-lahan-99-karena-ulah-manusia

Ord, J. K., & Getis, A. (1992). The Analysis of Spatial Association. *Geographical Analysis*, *24*(3), 189–206. https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1992.tb00261.x

Oyana, T. J., & Margai, F. (2015). *Spatial Analysis: Statistics, Visualization, and Computational Methods*. CRC Press.

Sabani, W., Rahmadewi, D. P., Rahmi, K. I. N., Priyatna, M., & Kurniawan, E. (2019). Utilization of MODIS data to analyze the forest/land fires frequency and distribution (case study : Central Kalimantan Province). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *243*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/243/1/012032

Sawerah, S., Muljono, P., & Tjitropranoto, P. (2016). Partisipasi Masyarakat dalam Pencegahan Kebakaran Lahan Gambut di Kabupaten Mempawah, Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Penyuluhan*, *12*(1), 89–102.