

Pemodelan Spasial Daerah Rawan Kebakaran Hutan dan Lahan Pada Kabupaten Karo Menggunakan Metode *Analytical Hierarchy Process*

Muhammad Amsyar Koedadiri^{1*}, Agus Purwoko², Nurdin Sulistyono³

¹Program Studi Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Pedesaan, Universitas Sumatera Utara, Medan

^{2,3}Fakultas Kehutanan, Universitas Sumatera Utara, Medan

*Koresponden email: amsyarkudo@gmail.com

Diterima: 25 Maret 2024

Disetujui: 1 April 2024

Abstract

Karo Regency is in the Bukit Barisan range and most of its area is upland and riverine, and there are two active volcanoes. Forest and land fires are an important issue to pay attention to because of their impact on the environment, especially in Karo Regency because of its huge potential for nature tourism development. Geographic Information Systems (GIS) and Analytical Hierarchy Process (AHP) are used to identify vulnerable areas. The aim of this research is to identify vulnerable areas in Karo Regency. The results of this research show that an area of 102,598.04 ha (46.94%) is in the very high vulnerability category, 52,771.26 ha (24.14%) is in the high category, 39,220.70 ha (17.94%) is in the medium category, 22,069.91 ha (10.10%) is in the low category and 1,931.27 ha (0.88%) is in the very low category. A total of 293 hotspots are in very high vulnerability areas. 208 hotspots are in areas with a high level of vulnerability, 131 hotspots have a medium level of vulnerability and 27 hotspots have a low level of vulnerability.

Keywords: GIS, AHP, fire, hotspot, karo regency, susceptible area

Abstrak

Kabupaten Karo terletak pada jajaran Bukit Barisan dan sebagian besar wilayahnya merupakan daratan tinggi dan merupakan daerah hulu sungai serta terdapat dua gunung berapi aktif. Kebakaran hutan dan lahan adalah salah satu permasalahan yang penting untuk diperhatikan karena dampak yang ditimbulkannya terhadap lingkungan, khususnya pada Kabupaten Karo karena potensi pengembangan wisata alamnya yang begitu besar. Sistem Informasi Geografis (SIG) dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) digunakan dalam menentukan daerah rawan kebakaran. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi daerah rawan kebakaran pada Kabupaten Karo. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa seluas 102.598,04 Ha (46,94 %) kategori tingkat kerawanan sangat tinggi, 52.771,26 Ha (24,14 %) kategori tinggi, 39.220,70 Ha (17,94 %) kategori sedang, 22.069,91 Ha (10,10 %) kategori rendah dan 1.931,27 Ha (0,88 %) kategori sangat rendah. Sebanyak 293 titik api berada pada daerah dengan tingkat kerawanan yang sangat tinggi. 208 titik api berada pada daerah dengan tingkat kerawanan yang tinggi, 131 titik api pada tingkat kerawanan yang sedang dan 27 titik api berada pada tingkat yang rendah.

Kata kunci : SIG, AHP, kebakaran, titik api, kabupaten karo, daerah rawan kebakaran

1. Pendahuluan

Posisi strategis sumber daya hutan dalam konteks pembangunan daerah memiliki dua fungsi utama, yaitu yang pertama peran hutan dalam pembangunan ekonomi terutama dalam hal menyediakan barang dan jasa yang memberikan kontribusi terhadap pembangunan perekonomian nasional, daerah dan masyarakat. Kedua adalah peran hutan dalam pelestarian lingkungan hidup dengan menjaga keseimbangan sistem tata air, tanah dan udara sebagai unsur utama sebagai daya dukung lingkungan dalam sistem penyangga kehidupan. Pengelolaan hutan bertujuan untuk memperoleh manfaat optimal bagi sebesar-besarnya kemakmuran dan kesejahteraan masyarakat. Provinsi Sumatera Utara merupakan salah satu provinsi yang dikaruniai potensi sumber daya hutan yang melimpah, baik ditinjau dari gatra luas kawasan hutan maupun gatra keanekaragaman hayati.

Kabupaten Karo terletak pada jajaran Bukit Barisan dan sebagian besar wilayahnya merupakan daratan tinggi dan merupakan daerah hulu sungai serta terdapat dua gunung berapi aktif, sehingga rawan gempa vulkanik. Wilayah Administrasi Kabupaten Karo adalah seluas 2.127,25 km² atau 2,97% dari luas Provinsi Sumatera Utara. Kabupaten Karo berada pada ketinggian 200-1500 mdpl, dan sudah terkenal sebagai tempat peristirahatan sejak zaman Belanda dan setelah kemerdekaan Republik Indonesia kemudian

dikembangkan menjadi daerah tujuan wisata di Provinsi Sumatera Utara [1]. Objek pariwisata di Kabupaten Karo adalah panorama yang indah di daerah pegunungan, air terjun, air panas, dan kebudayaan yang unik. Kabupaten Karo terkenal sebagai daerah penghasil berbagai buah-buahan dan bunga-bunga, dan mata pencaharian penduduk yang terutama adalah usaha pertanian pangan, hasil hortikultura dan perkebunan rakyat.

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan salah satu sistem informasi yang berbasis komputer dalam menyimpan, mengelola dan menganalisis serta dapat memanggil data yang bereferensi geografis. SIG telah berkembang pesat dalam lima tahun terakhir ini [2]. Kebakaran hutan dan lahan memberikan dampak buruk tidak hanya bagi manusia tetapi juga memberikan dampak buruk bagi lingkungan. Hal ini sudah menjadi perhatian internasional sejak tahun 80-an. Kebakaran di Sumatera Utara sering kali terjadi pada kawasan atau lahan kering atau lahan basah yang terdegradasi. Asap yang ditimbulkan oleh kebakaran hutan dan lahan sering kali mengganggu aktifitas manusia disekitarnya. Kabupaten Karo merupakan salah satu dari 7 Kabupaten yang mengelilingi Danau Toba. Dimana Danau Toba merupakan salah satu dari 5 Destinasi Super Prioritas (DSP) yang telah ditetapkan oleh Pemerintah Pusat. Titik api (*Hotspot*) sering dijumpai pada Desa Tongging Kecamatan Merek dimana Desa ini merupakan salah satu desa yang dapat dikembangkan wisata alamnya dengan memanfaatkan bentuk *landscape* dari Danau Toba. Pada penataan ruang, ancaman seperti kebakaran hutan dan lahan dapat menjadi halangan atau hambatan dalam pengembangan suatu wilayah. Sehingga pengendalian kebakaran hutan dan lahan dalam pengelolaan kawasan hutan dan penataan ruang harus menjadi perhatian bersama khususnya para pemangku wilayah di Kabupaten Karo.

2. Metode Penelitian

Tempat dan Waktu Penelitian

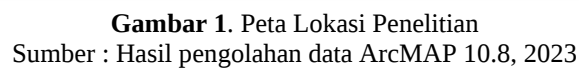
Penelitian ini dilaksanakan di wilayah administrasi Kabupaten Karo Provinsi Sumatera Utara selama 3 bulan, dimulai pada bulan April 2023 sampai dengan bulan Juni 2023. Wilayah administrasi Kabupaten Karo memiliki letak koordinat 02° 50' - 03° 19' Lintang Utara (LU) dan 97° 55' - 98° 38' Bujur Timur (BT) dengan luasan wilayah administrasi sebesar ± 218.591,174 Ha.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah *software* seperti Microsoft Excel dan Microsoft Word dalam merekapitulasi data, kamera digital untuk mendokumentasikan penelitian, ArcGIS 10.8 dan Expert Choice 11 (EC11) dalam pengolahan data. Metode *The Analytical Hierarchy Process* (AHP) digunakan dalam menentukan bobot pengaruh antara indikator dalam menilai daerah yang rawan atas kebakaran hutan dan lahan. *The Analytical Hierarchy Process* (AHP) merupakan salah satu model pengambilan keputusan multikriteria yang dapat membantu kerangka berpikir manusia di mana faktor logika, pengalaman pengetahuan, emosi dan rasa dioptimalkan ke dalam suatu proses sistematis [3].

Prinsip kerja AHP adalah penyederhanaan suatu persoalan kompleks yang tidak terstruktur dan dinamik menjadi bagian-bagiannya, serta menata dalam suatu hierarki. Kemudian tingkat kepentingan setiap variabel diberi nilai numerik secara subjektif tentang arti penting variabel tersebut secara relatif dibandingkan dengan variabel yang lain. Berbagai pertimbangan tersebut kemudian dilakukan sintesa untuk menetapkan variabel yang memiliki prioritas tinggi dan berperan untuk mempengaruhi hasil pada sistem tersebut [4]. Model *Analytical Hierarchy Process* (AHP) pertama yang dikembangkan oleh Thomas L. merupakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan pembobotan additive. Disebut additive karena operasi aritmatika untuk mendapatkan bobot totalnya adalah penjumlahan [5]

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) skala 1: 25.000, peta administrasi Kabupaten Karo skala 1: 25.000, peta penutupan lahan, peta jaringan sungai, peta jaringan jalan, peta pemukiman dan peta keterangan diperoleh dari Balai Pemantapan Kawasan Hutan dan Tata Lingkungan (BPKHTL) Wilayah I Medan. Data rekapan titik api/*hotspot* Indonesia tahun 2019-2023 yang diunduh dari Sistem Pemantauan Karhutla SiPongi⁺ Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan melalui laman <https://sipongi.menlhk.go.id/peta>.



Peta Penutupan Lahan.

**PETA PENUTUPAN LAHAN
KABUPATEN KARO**

Legenda

Batas Administrasi Kabupaten Karo	Batas Kecamatan Karo Utara, Karo Selatan
Tutupan Lahan	
[Green] Hutan Sekunder / Hutan Primer	[Yellow] Perkebunan Kelapa Sawit / Perkebunan Lain-lain
[Light Green] Kawasan Pertanian	[Brown] Permukiman
[Orange] Perikanan	[Pink] Tanah Pertanian
[Black] Jalan	[Blue] Air
[Dark Yellow] Area yang tidak terpetakan	[Grey] Topografi

Skala: 0 5 10 15 Km

Kab. Langkat, Kab. Deli Serdang, Kab. Simalungun, Danau Toba, Kota Samosir, Provinsi Aceh.

8640

Data penutupan lahan didapat dari Balai Pemetaan Kawasan Hutan dan Tata Lingkungan (BPKHTL) Wilayah I medan. Dalam menentukan nilai atau skor pada penutupan lahan, maka dilakukan pengkelasan ulang (*reclassify*) berdasarkan kerentanan jenis penutupan lahan terhadap terjadinya kebakaran. Nilai/ skor 5 diberikan kepada jenis penutupan lahan yang sangat rentan terhadap api dan nilai/ skor 1 pada jenis penutupan lahan yang sulit terbakar. Pertanian lahan kering dan semak belukar merupakan jenis penutupan lahan yang dikategorikan sebagai jenis penutupan lahan yang sangat peka terhadap api dengan luasan 136.622,773 Ha atau seluas 62,50 % dari wilayah administrasi Kabupaten Karo. Berbeda halnya dengan jenis penutupan lahan perkebunan dengan nilai/skor terkecil disebabkan kerentanan terhadap api dengan luas 704,553 Ha atau seluas 0,32 % dari wilayah administrasi Kabupaten Karo.

Tabel 1. Skor Penutupan Lahan Kabupaten Karo

Variabel	Klasifikasi	Luas (Ha)	(%)	Skor
Penutupan Lahan	Pertanian Lahan Kering & Semak/ Belukar	136.622,773	62,50	5
	Hutan Lahan Kering Sekunder, Hutan Tanaman & Pertanian Lahan Kering+Semak	46.114,795	21,10	4
	Pemukiman, Sawah, Tanah Terbuka, Tubuh Air & Semak Belukar	10.468,332	4,78	3
	Hutan Lahan Kering Primer	24.680,721	11,30	2
	Perkebunan	704,553	0,32	1
	Total	218.591,174	100	

Sumber : Hasil pengolahan data, 2023

Peta Jarak dari Sungai

Fungsi sungai dalam kebakaran hutan berkaitan dengan ketersediaan air untuk pemadaman kebakaran hutan. Dimana semakin jauh jarak hutan dengan sungai maka semakin rawan terjadi kebakaran hutan begitu juga sebaliknya. Sehingga walaupun hutan termasuk dalam wilayah bahaya kebakaran tinggi dengan jarak hutan dengan sungai dekat maka akan mempermudah dalam pemadaman kebakaran hutan sebelum api menyebar lebih luas. Serta dengan adanya sungai maka dapat digunakan sebagai langkah pertama dalam memadamkan api sebelum mobil pemadam kebakaran sampai di lokasi kebakaran [6]. Data jaringan sungai diproses dari Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) tahun 2016 yang didapat dari Balai Pemantapan Kawasan Hutan dan Tata Lingkungan (BPKHTL) Wilayah I Medan.

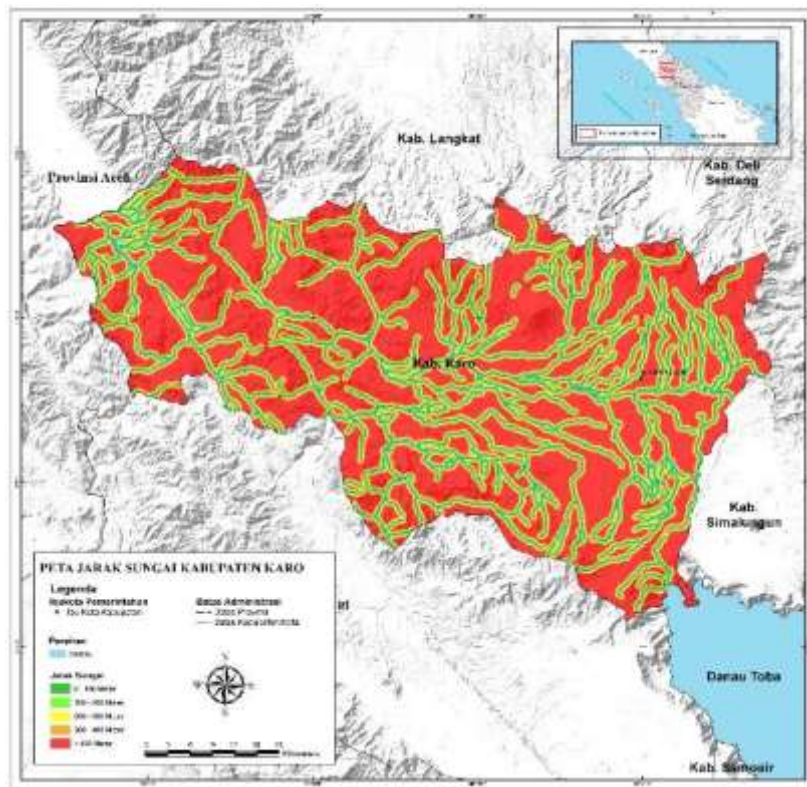
Berdasarkan data yang diperoleh, maka panjang aliran sungai yang membentang sepanjang Kabupaten Karo, mulai dari daerah hulu sampai dengan daerah hilir adalah sepanjang 1.468.761,06 meter. Dari Data seluruh jaringan sungai Kabupaten Karo tersebut dilakukan proses *multiplering buffer* dengan menggunakan ketentuan pengkelasan jarak dari sungai seperti pada **tabel 2**. Dalam pemberian nilai/skor, maka nilai/skor terendah pada daerah dengan jarak terdekat dari sungai (< 100 meter) dengan asumsi bahwa dengan mudahnya akses ke sumber air adalah faktor utama dalam memastikan ketersediaan air dalam memadamkan api maupun menghentikan penyebaran titik api [7]. *Vice Versa* untuk nilai/skor tertinggi pada daerah dengan jarak terjauh dari sungai (> 400 meter).

Tabel 2. Skor Jarak dari Sungai

Jarak Dari Sungai (m)	Kelas Kerawanan	Skor
0 - 100	Sangat Rendah	1
100 - 200	Rendah	2
200 - 300	Sedang	3
300 - 400	Tinggi	4
> 400	Sangat Tinggi	5

Sumber : Hasil pengolahan data, 2023

Dengan menggunakan pengkelasan **Tabel 2**, maka didapat hasil seperti yang ditampilkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Peta Jarak Sungai Kabupaten Karo
Sumber : Hasil pengolahan data ArcMAP 10.8, 2023

Peta Jarak dari Jalan.

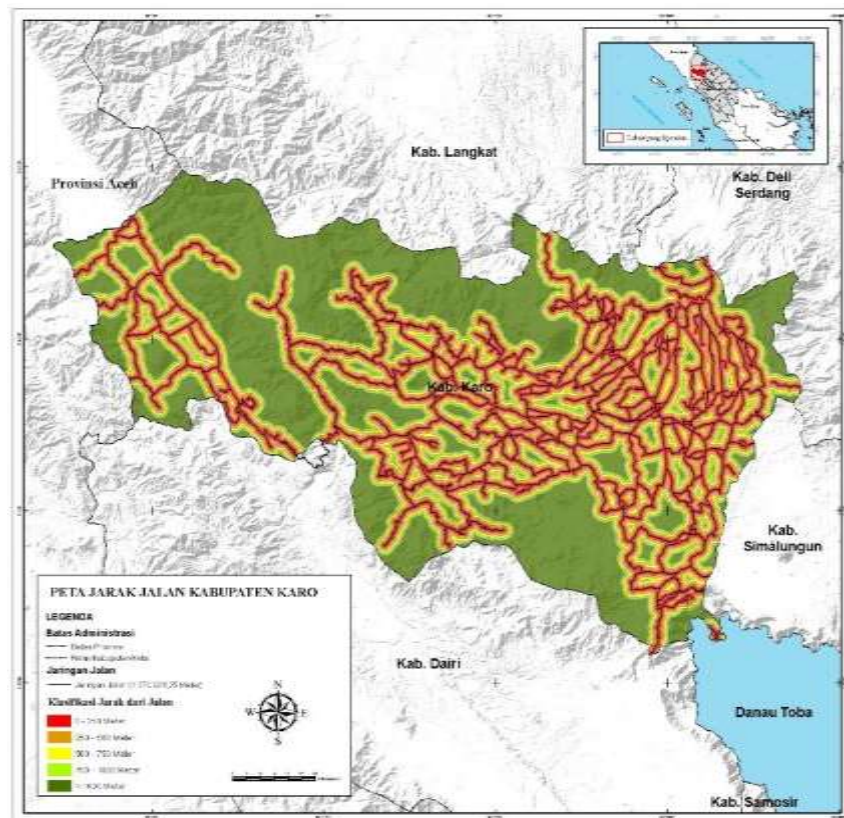
Jalan memberikan akses kepada masyarakat untuk berinteraksi dan melakukan aktivitasnya (pembukaan lahan) di dalam Kawasan yang dapat memicu kebakaran hutan dan lahan [8]. Disisi yang lain, jalan juga memberikan peran yang penting bagi manusia/ masyarakat dalam mengakses lokasi-lokasi yang terjadi kebakaran di kawasan maupun diluar kawasan, sehingga kebakaran dapat diatasi dengan cepat. Pemerintah Kabupaten Karo dalam hal ini memiliki jaringan jalan administrasi dengan panjang jaringan jalan 1.270.901,25 Meter yang membentang sepanjang Kabupaten Karo. Sama halnya dengan perolehan data untuk jaringan sungai, maka data jalan juga diperoleh dari Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Tahun 2016 yang didapatkan dari Balai Pemantapan Kawasan Hutan dan Tata Lingkungan (BPKH) Wilayah I Medan.

Tabel 3. Skor Jarak dari Sungai

Jarak Dari Jalan (m)	Kelas Kerawanan	Skor
0 – 250	Sangat Tinggi	5
250 - 500	Tinggi	4
500 - 750	Sedang	3
750 - 1000	Rendah	2
> 1000	Sangat Rendah	1

Sumber : Hasil pengolahan data, 2023

Pada data jalan dilakukan proses *multiplering buffer* dengan menggunakan klasifikasi jarak dari jalan pada **Tabel 3**. Pemberian nilai/skor tertinggi pada daerah yang terdekat dengan jalan dengan asumsi bahwa jalan merupakan akses utama bagi manusia sebagai pemicu sumber panas dalam berinteraksi dengan penutupan lahan (bahan bakar) dan pemberian nilai/skor terendah pada daerah yang jauh dari jalan. Daerah yang jauh dari jalan merupakan daerah yang susah dijangkau oleh manusia dalam beraktifitas sehari-hari, khususnya masyarakat pada Kabupaten Karo yang sebagian besar pekerjaannya berladang (Hortikultura). Dengan pembagian kelas seperti pada **Tabel 3**, pada aplikasi ArcMAP 10.8 maka dilakukan proses *geoprocessing* dan didapat hasil seperti yang ditampilkan pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Peta Jarak dari Jalan Kabupaten Karo
Sumber : Hasil pengolahan data ArcMAP 10.8, 2023

Peta Jarak dari Pemukiman.

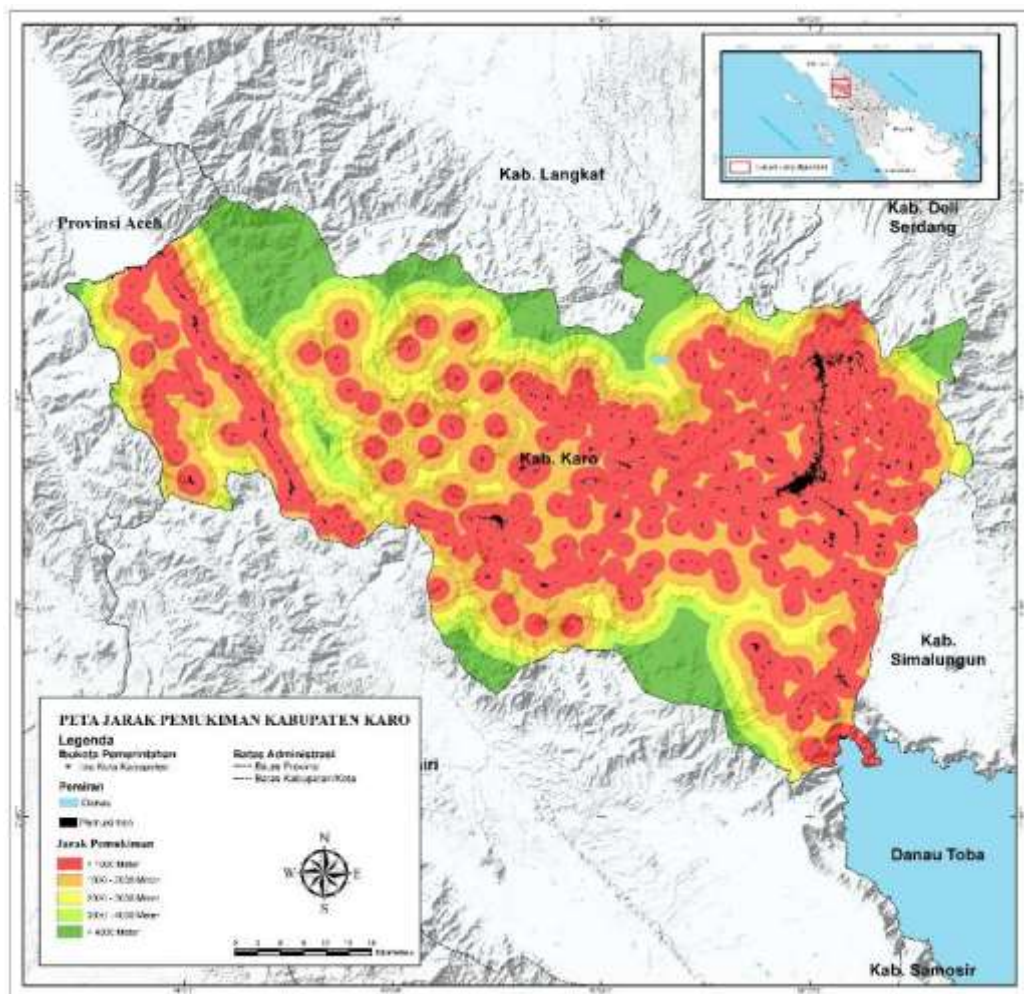
Hampir sama halnya dengan Jarak dari Jalan, kerentanan Jarak dari pemukiman juga dipengaruhi oleh aktivitas masyarakat [9]. Sehingga hal ini membuat daerah yang berdekatan pemukiman rentan akan kebakaran. Peta pemukiman juga diproses dari Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Tahun 2016 yang didapat dari Balai Pemantapan Kawasan Hutan dan Tata Lingkungan (BPKHTL) wilayah I Medan.

Tabel 4. Skor Jarak dari Sungai Pemukiman

Jarak Dari Pemukiman (m)	Kelas Kerawanan	Skor
< 1000	Sangat Tinggi	5
1000 - 2000	Tinggi	4
2000 - 3000	Sedang	3
3000 - 4000	Rendah	2
> 4000	Sangat Rendah	1

Sumber : Hasil pengolahan data, 2023

Pada data pemukiman yang diperoleh dari Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) dilakukan proses *multiplering buffer* dengan menggunakan ketentuan pengkelasan pada **tabel 4**. Nilai/ skor yang tertinggi diberikan pada daerah yang terdekat dengan pemukiman dan nilai/skor terendah pada daerah yang berada paling jauh dari pemukiman. Daerah yang dekat dengan pemukiman diindikasikan sebagai daerah yang rentan terhadap rawan kebakaran diakibatkan oleh akses manusia dalam beraktifitas khususnya masyarakat Kabupaten Karo yang berladang pada daerah yang dekat dengan tempat tinggal. Pembukaan lahan akibat pertambahan penduduk memiliki pengaruh terhadap laju perubahan penggunaan kawasan hutan.



Gambar 5. Peta Jarak dari Pemukiman Kabupaten Karo

Sumber : Hasil pengolahan data ArcMAP 10.8, 2023

Peta Kelerengan

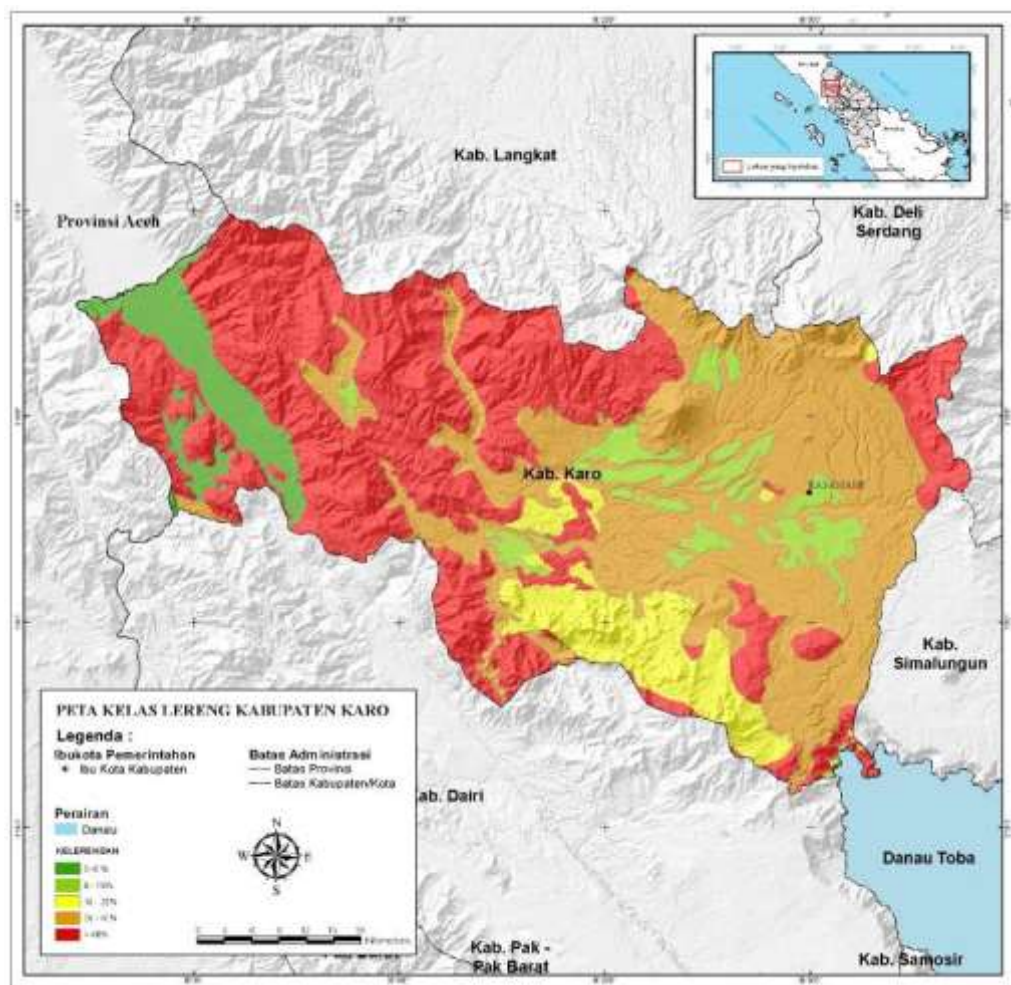
Penyebaran jalur api dan sifat-sifat api yang lainnya dapat dipengaruhi oleh kelerengan. Api menjalar lebih cepat ke arah atas lereng dibandingkan ke arah bawah lereng. Kecepatan penyebaran jalur api dalam menaiki lereng sampai dengan 20° relatif akan sama, akan tetapi perubahan kecepatan penyebaran jalur api pada kelerengan 30° akan mengalami perubahan yang signifikan [10]. Topografi merupakan salah satu faktor yang berperan penting dalam kebakaran hutan dan lahan dikarenakan oleh kondisi bentukan alam/ *landscape* Kabupaten Karo didominasi oleh kemiringan lereng curam dan sangat curam.

Data kelerengan diperoleh dari *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)*. Data topografi yang dikirimkan oleh SRTM adalah data elevasi digital pertama yang homogen, konsisten, dan beresolusi tinggi dengan cakupan yang hampir global. Meskipun SRTM dianggap sebagai langkah maju yang besar dalam menyediakan kumpulan data elevasi digital global yang konsisten, masih ada aplikasi dan wilayah yang tidak dapat dijangkau SRTM [11]. Pembuatan peta kelerengan dari DEM SRTM merupakan informasi mengenai mengenai objek paling luar dari permukaan bumi [12]. Setelah itu dilakukan proses selanjutnya pada aplikasi SIG dan dilakukan proses pengkelasan/ *Reclassify* sesuai **Tabel 5**.

Tabel 5. Skor Kelerengan

Kemiringan Lereng (%)	Kelas Kerawanan	Luas (Ha)	Skor
0 - 8	Datar	11.958,88	1
8 - 15	Landai	12.938,30	2
15 - 25	Agak Curam	18.327,42	3
25 - 40	Curam	80.425,99	4
> 40	Sangat Curam	94.939,58	5

Sumber : Hasil pengolahan data, 2023



Gambar 6. Peta Jarak Kelerengan Kabupaten Karo
Sumber : Hasil pengolahan data ArcMAP 10.8, 2023

Pembobotan (Weighting)

Dalam menentukan nilai kerawanan, maka dibutuhkan pembobotan untuk masing-masing parameter dengan menggunakan Metode *Pairwise Comparison* dalam Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Hasil Perbandingan diperoleh melalui kuisioner yang diisi penilaiannya oleh para responden/ expert dengan nilai/ skor pada setiap parameter [13]. Data hasil dari kuisioner tersebut selanjutnya diproses dengan menggunakan aplikasi *Expert Choice 11 (EC11)* untuk menentukan bobot prioritas dari setiap parameter. Untuk pemilihan responden/ expert diutamakan kepada mereka yang berada dilapangan dan memahami kondisi lapangan khususnya di Kabupaten Karo.

Tabel 6. Responden/ Expert dalam Penelitian.

No.	Expert	Profesi
1.	Expert A	Kepala DAOPS Manggala Agni Sumatera I/ Sibolangit, DITJEN Pengendalian Perubahan Iklim, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
2.	Expert B	Kepala Seksi Perencanaan UPTD. KPH Wilayah XV Kabanjahe Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Sumatera Utara
3.	Expert C	Kepala Seksi Perlindungan dan Pemberdayaan Masyarakat UPTD. KPH Wilayah XV Kabanjahe Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan

Sumber : Hasil pengolahan data, 2023

Pada aplikasi *Expert Choice 11 (EC11)* penggabungan hasil dari ketiga expert di *Combine* dengan menggunakan prinsip Geometric Mean sehingga tampilan yang didapatkan seperti pada **Gambar 7**.

Synthesis: Summary



Gambar 7. Hasil Pembobotan

Sumber : Hasil pengolahan data *Expert Choice 11*, 2023

Berdasarkan ketentuan batasan nilai *Consistency Ratio* yaitu $CR \leq 0.1$, maka hasil dari pembobotan tersebut berada dibawah nilai 0.1 yaitu: 0,03 maka nilai pembobotan untuk setiap parameter dalam menentukan daerah rawan kebakaran pada Kabupaten Karo dapat digunakan.

Tabel 7. Pembobotan Parameter

No.	Parameter	Bobot
1.	Penutupan Lahan	0.338
2.	Jarak dari Pemukiman	0.353
3.	Jarak dari Sungai	0.086
4.	Jarak dari Jalan	0.144
5.	Kelerengan	0.080

Sumber : Hasil pengolahan data, 2023

Peta Rawan Kebakaran Hutan dan Lahan

Dengan menggunakan data atau nilai pembobotan yang diperoleh dengan menggunakan metode AHP, maka penentuan nilai kerawanan kebakaran hutan dan lahan dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$S = (0.338 \times PL) + (0.353 \times JP) + (0.086 \times JS) + (0.144 \times JJ) + (0.080 \times K) \dots\dots\dots (1)$$

dimana S merupakan nilai kerawanan kebakaran hutan dan lahan, PL merupakan skor setiap klasifikasi jenis Penutupan Lahan, JP merupakan skor setiap klasifikasi Jarak dari Pemukiman, JS merupakan skor setiap klasifikasi Jarak dari Sungai, JJ merupakan skor setiap klasifikasi Jarak dari Jalan dan K merupakan skor setiap klasifikasi kemiringan lereng.

Pada penelitian ini, pengelompokan nilai dibagi kedalam 5 kelas, yakni: sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Hasil dari peta kerawanan kebakaran hutan dan lahan akan ditampilkan dalam gradasi warna pada setiap kelasnya [14]. Untuk menentukan interval kelas nilai kebakaran hutan dan lahan, digunakan persamaan sebagai berikut:

$$KI = \frac{(K_{max} - K_{min})}{n} \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

K_{max} : Nilai tertinggi/ maksimal pada setiap jenis parameter

K_{min} : Nilai terendah/ minimum pada setiap jenis parameter

n : Jumlah Kelas

Sehingga didapat hasil:

$$KI = (5,005-1)/5 \\ = 0.801$$

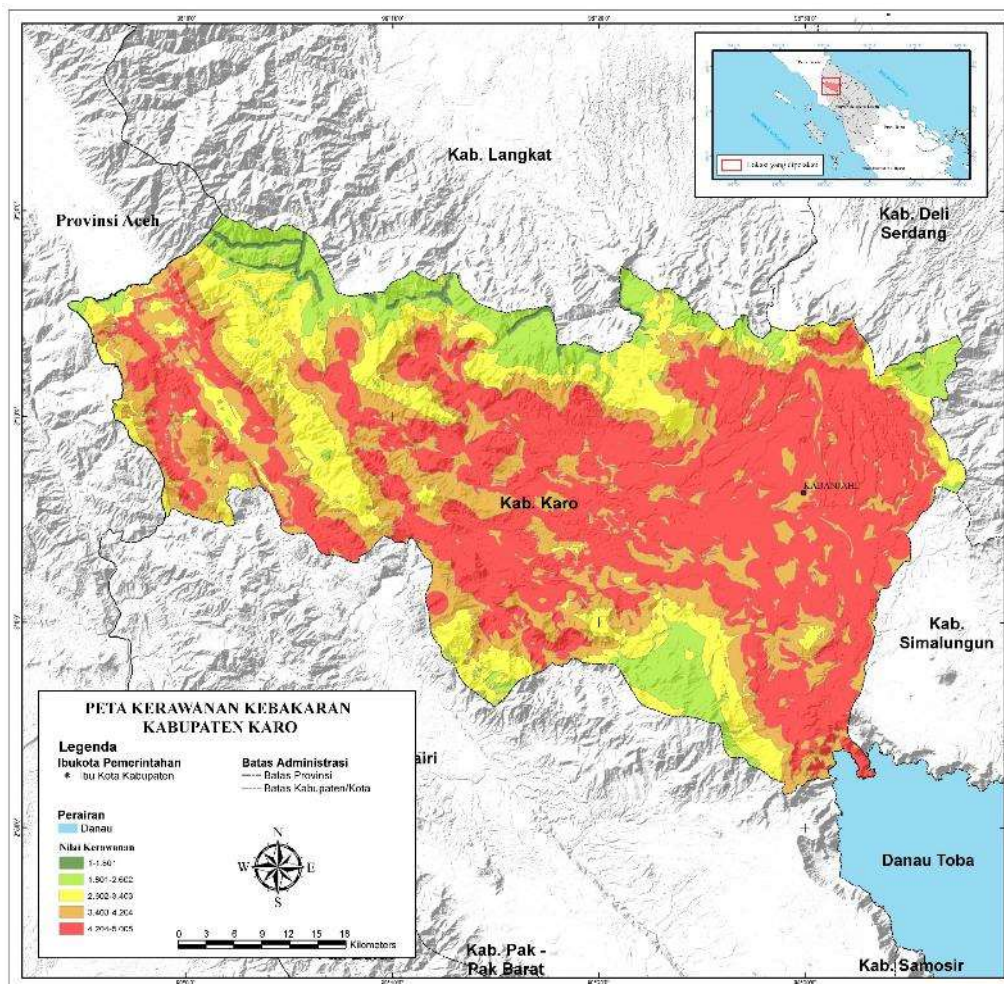
Berdasarkan hasil perhitungan, nilai bahaya tertinggi yang didapat adalah sebesar 5.005, sedangkan untuk nilai bahaya terendah adalah 1. Untuk interval jarak pada setiap kelas adalah 0.801 sehingga diperoleh nilai kerawanan pada setiap kelas seperti pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Nilai Klasifikasi Tingkat Kerawanan Kebakaran

No	Nilai Kerawanan (K)	Tingkat Kerawanan
1	1 – 1.801	Sangat Rendah
2	1.801 – 2.602	Rendah
3	2.602 – 3.403	Sedang
4	3.403 – 4.204	Rawan
5	4.204 – 5.005	Sangat Rawan

Sumber : Hasil pengolahan data, 2023

Dengan menggunakan aplikasi ArcMAP 10.8, kelima parameter yang sudah diberikan nilai/ skor pada setiap kelasnya akan diberikan bobot sesuai dengan hasil pembobotan dari para expert untuk setiap jenis parameter. Setelah semua nilai dan bobot dijumlahkan dengan proses *overlay* maka tahap selanjutnya adalah *reclassify* kembali nilai yang diperoleh sesuai dengan nilai kerawanan masing-masing kelas. Sehingga didapatkan hasil daerah kerawanan hutan dan lahan pada Kabupaten Karo seperti yang ditampilkan pada **Gambar 8**.



Gambar 8. Peta Daerah Kerawanan Kebakaran Kabupaten Karo

Sumber : Hasil pengolahan data ArcMAP 10.8, 2023

Dari **Gambar 8** dapat dilihat bahwa lebih dari 40 % wilayah administrasi Kabupaten Karo masuk kedalam daerah dengan nilai kerawanan yang sangat tinggi.

Tabel 9. Daerah Rawan Kebakaran Hutan dan Lahan Kabupaten Karo

No.	Nilai Kerawanan (K)	Tingkat Kerawanan Kebakaran	Luas (Ha)	Luas (%)
1.	1 – 1.801	Sangat Rendah	1.931,27	0,88
2.	1.801 – 2.602	Rendah	22.069,91	10,10
3.	2.602 – 3.403	Sedang	39.220,70	17,94
4.	3.403 – 4.204	Tinggi	52.771,26	24,14
5.	4.204 – 5.005	Sangat Tinggi	102.598,04	46,94

Sumber : Hasil pengolahan data, 2023

Kecamatan Merek merupakan kecamatan yang memiliki luasan yang paling besar dalam kategori sangat tinggi/ sangat rawan untuk kebakaran hutan dan lahan, yaitu seluas 11.976,79 Ha. Untuk kategori Tinggi, Rendah dan Sangat Rendah, Kecamatan Mardinding menjadi kecamatan paling besar dengan luasan daerah untuk kategori tinggi dengan besaran luas sebesar 8.616,22 Ha. Hal yang sama juga untuk kategori daerah dengan tingkat kerawanan sedang hingga kategori sangat rendah, Kecamatan Mardinding memiliki luasan terbesar dengan luas 10.178,8 ha untuk yang sedang, 5.499,94 Ha untuk yang rendah dan 989,47 Ha untuk yang sangat rendah.

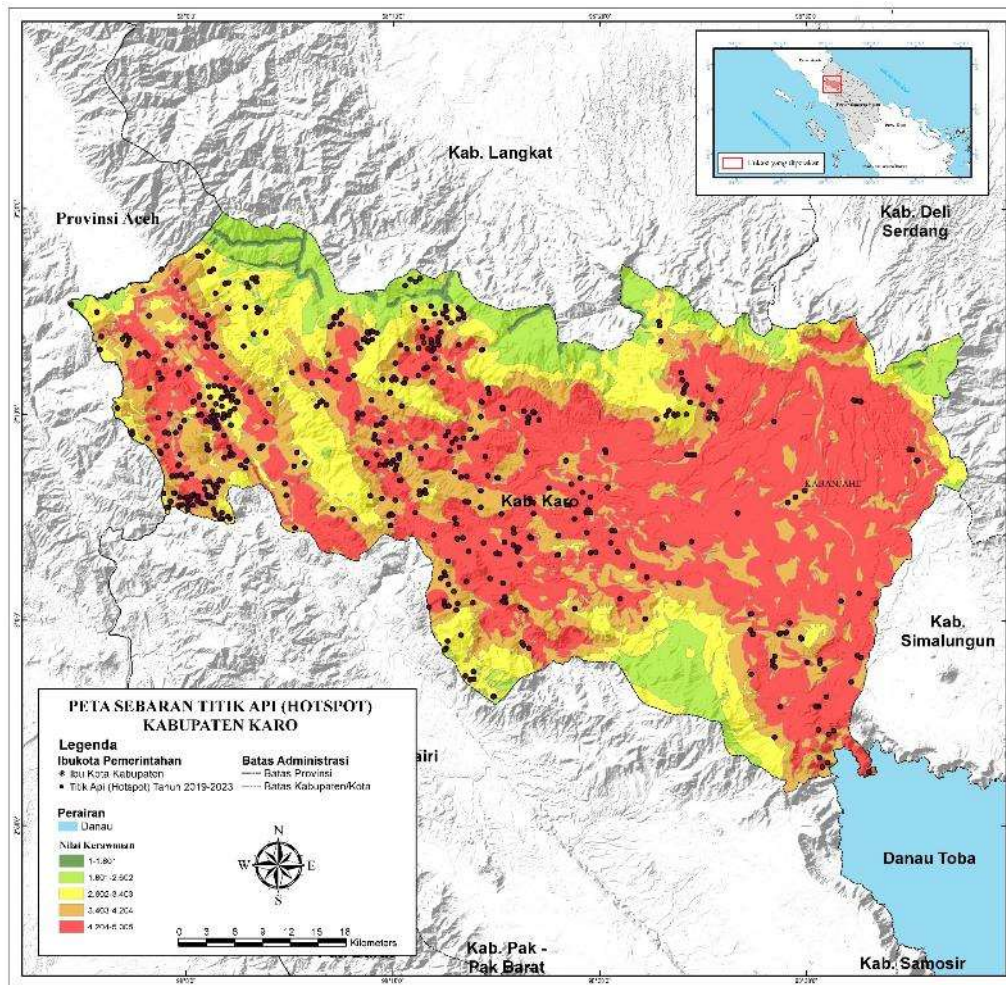
Tabel 10. Daerah Rawan Kebakaran Hutan dan Lahan di setiap Kecamatan

Kecamatan	Tingkat Nilai Kebakaran				
	Sangat Rendah (Ha)	Rendah (Ha)	Sedang (Ha)	Tinggi (Ha)	Sangat Tinggi (Ha)
Mardinding	989,47	5.499,94	10.178,18	8.616,22	7.902,38
Laubaleng	71,92	647,49	5.488,07	6.850,78	5.811,96
Tigabinanga	-	9,29	1.143,36	6.435,55	9.697,87
Juhar	-	2.411,78	5.129,56	6.445,28	7.818,09
Munte	-	522,89	910,09	3.130,23	9.179,99
Kutabuluh	534,24	4.974,51	4.285,14	5.096,89	8.676,78
Payung	-	-	80,72	695,63	2.308,58
Tiganderket	255,91	2.767,51	3.566,61	1.677,65	4.332,09
Simpang Empat	-	-	17,39	789,71	6.496,16
Naman Teran	21,10	661,20	2.157,33	1.890,41	3.219,54
Merdeka	-	80,83	740,18	712,31	1.814,51
Kabanjahe	-	-	-	611,17	3.709,55
Berastagi	-	-	89,09	793,25	2.357,67
Tiga Panah	-	-	-	1.284,88	8.274,83
Dolat Rakyat	-	3,47	190,52	160,38	1.952,57
Merek	-	2.501,08	3.823,21	6.082,97	11.976,79
BarusJahe	58,63	1.989,91	1.421,25	1.497,94	7.068,66
Karo	1.931,27	22.069,91	39.220,70	52.771,26	102.598,04

Sumber : Hasil pengolahan data, 2023

Sebaran Titik Api (Hotspot)

Pada hal kebakaran hutan dan lahan, Sistem informasi geografis (SIG) dapat digunakan dalam memprediksi daerah rawan kebakaran dengan menghitung jumlah daerah yang mudah terbakar melalui sebaran titik api. Data sebaran titik api di peroleh dari satellite NOAA melalui website SIPONGI Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Titik api (Hostpot) merupakan sebuah pixel yang memiliki suhu/ temperature diatas ambang batas tertentu yang dapat digunakan sebagai indikator terjadinya kebakaran hutan dan lahan. Confidence level adalah nilai yang dapat memperlihatkan tingkat kepercayaan bahwasanya titik api yang sedang diamati dari satellite adalah benar-benar merupakan kejadian kebakaran hutan dan lahan. Semakin tinggi nilai dari tingkat kepercayaan, maka akan semakin tinggi pula potensi bahwa titik api tersebut merupakan kebakaran hutan dan lahan yang terjadi dilapangan [15].



Gambar 9. Peta Sebaran Titik Api (Hotspot) Kabupaten Karo

Sumber : Hasil pengolahan data ArcMAP 10.8, 2023

Terlihat bahwa titik api/ *Hotspot* pada Kabupaten Karo banyak terdapat di Kecamatan Mardinding dan Kecamatan Laubaleng. Hal ini dapat disebabkan oleh sebagian besar kegiatan masyarakat pada dua kecamatan tersebut adalah melakukan pembakaran dalam hal mempersiapkan dalam berladang maupun berkebun[15]. Gunung Sinabung mengalami erupsi pada tahun 2019 hingga tahun 2023, sehingga hal ini ditangkap oleh satelit sebagai titik api/*hotspot* pada Kabupaten Karo dimana lokasi atau daerah Gunung Sinabung merupakan area dengan tingkat kerawanan sedang berdasarkan hasil analisis daerah rawan kebakaran.

Tabel 11. Sebaran Titik Api di Kabupaten Karo pada setiap Tingkat Kerawanan

Nilai Kerawanan	Tingkat Kerawanan	Luas (Ha)	Sebaran Titik Api	Ratio (%)
1-1,801	Sangat Rendah	1.931,27	0	0
1,801-2,602	Rendah	22.069,91	27	4,09
2,602-3,403	Sedang	39.220,70	131	19,88
3,403-4,204	Tinggi	52.771,26	208	31,56
4,204-5,005	Sangat Tinggi	102.598,04	293	44,47

Sumber : Hasil pengolahan data, 2023

4. Kesimpulan

Dari hasil dari penelitian yang dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan yang dapat disampaikan antara lain, yaitu berdasarkan hasil pemodelan analisis daerah rawan kebakaran pada Kabupaten Karo menunjukkan seluas 102.598,04 Ha atau 46,94 % dari wilayah administrasi Kabupaten Karo dikategorikan sebagai daerah dengan tingkat kerawanan kebakaran yang sangat tinggi. 52.771,26 Ha atau 24,14 % dikategorikan sebagai daerah tingkat kerawanan kebakaran yang tinggi. 39.220,70 Ha atau

17,94 % dikategorikan sebagai daerah dengan tingkat kerawanan kebakaran yang sedang. 22.069,91 Ha atau 10,10 % dikategorikan sebagai daerah dengan tingkat kerawanan kebakaran yang rendah. Sebanyak 1.931,27 Ha atau 0,88 % dikategorikan sebagai daerah dengan tingkat kerawanan kebakaran yang sangat rendah. Dari hasil proses *overlay* antara Peta Kerawanan Kebakaran dan sebaran titik api (*Hotspot*) tahun 2019-2023 pada Kabupaten Karo menunjukkan bahwasanya sebanyak 293 titik api berada pada daerah dengan tingkat kerawanan yang sangat tinggi. Ada 208 titik api berada pada daerah dengan tingkat kerawanan yang tinggi, 131 titik api pada tingkat kerawanan yang sedang dan 27 titik api berada pada tingkat yang rendah.

5. Saran

Berdasarkan hasil dan kesimpulan pada penelitian, maka perlu adanya rencana pengelolaan dan pengembangan Kabupaten Karo yang bersifat partisipatif dan berbasis daerah rawan kebakaran dari berbagai pihak sebagai strategi pencegahan dan pengendalian kebakaran hutan dan lahan serta dalam pengembangan kedepannya perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang analisis daerah rawan kebakaran hutan dan lahan dengan menggunakan data citra yang detail agar dapat dilakukan prediksi perubahan lahan dalam menentukan prediksi permodelan daerah rawan kebakaran hutan dan lahan lebih lanjut.

6. Referensi

- [1] Badan Pusat Statistik (BPS) 2023, "Kabupaten Karo Dalam Angka 2023," Kabanjahe, 2023.
- [2] K. M. Wibowo, I. Kanedi, and J. Jumadi, "Sistem Informasi Geografis (SIG) Menentukan Lokasi Pertambangan Batu Bara Di Provinsi Bengkulu Berbasis Website," *Jurnal Media Infotama*, vol. Vol.11 No.1, 2015.
- [3] N.Namida Oliviani, H. Rafi, M. Febri Hariyadi, and N. El Maidah, "Perbandingan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Himpunan Keanggotaan Fuzzy pada Penilaian Kinerja Dosen," 2018.
- [4] J. B. Mangare, "Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process Untuk Pemilihan Sistem Pengamanan Pantai," *Jurnal Sipil Statik*, vol. 4, no. 11, pp. 701–704, 2016.
- [5] L. Vargas and C. St, "The Analytic Hierarchy Process," 2022. [Online]. Available: <http://www.springer.com/series/6161>
- [6] R. P. Setiawan and D. Andalusia, "Arahan Distribusi Lokasi Pos Pemadam Kebakaran Berdasarkan Kawasan Potensi Risiko Bencana Kebakaran di Kota Surabaya," *Jurnal Teknik Pomits*, vol. 2, 2013.
- [7] N. A. Pratiwi and H. Koesyanto, "Manajemen Sistem Kebakaran di Pasar," *Higeia Journal Of Public Health Research And Development*, vol. 5, 2020, doi: 10.15294/higeia/v5i1/35734.
- [8] B. Hero Saharjo and dan Uswatun Hasanah, "Analisis Faktor Penyebab Terjadinya Kebakaran Hutan Dan Lahan Di Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah," *Journal of Tropical Silviculture*, vol. 14, no. 01, pp. 25–29, 2023, [Online]. Available: <https://dataonline.bmkg.go.id/>
- [9] E. Mapilata, "Analisis Daerah Rawan Kebakaran Hutan Dan Lahan Dalam Penataan Ruang (Studi Kasus: Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah) EKO MAPILATA," 2013.
- [10] L. Syaufina and S. Fitriana, "Faktor Penyebab Dan Upaya Pengendalian Kebakaran Hutan Di KPH Majalengka," *Jurnal Silvikultur Tropika*, vol. 12, no. 3, 2021.
- [11] Y. Liping, M. Xingmin, and Z. Xiaoqiang, "SRTM DEM and its application advances," *Int J Remote Sens*, vol. 32, no. 20 July 2011, pp. 3875–3896, 2011.
- [12] Mahmudi, S. Subiyanto, and B. D. Yuwono, "Analisis Ketelitian Dem Aster Gdem, Srtm, Dan Lidar Untuk Identifikasi Area Pertanian Tebu Berdasarkan Parameter Kelerengan," *Jurnal Geodesi Undip*, vol. 4, 2015.
- [13] A. Dwi Komara, E. C. Djamal, and F. Renaldi, "Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Prioritas Pemadaman Hotspot Kebakaran Hutan dan Lahan Menggunakan Metode Analytic Hierarchy Process dan Weighted Product," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Infromasi*, vol. Volume 2 Nomor 3, 2016.
- [14] R. Heryani, Paharuddin, and A. Samsu, "Analisis Kerawanan Banjir Berbasis Spasial Menggunakan Analytical Hierarchy Process (AHP) Kabupaten Maros," Makassar, 2020.
- [15] E. Derik, D. Suharjito, and L. Syaufina, "The changes from Swidden Agriculture to Plantation and Its Impact on Forest and Land Fires in Riau Province," *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, vol. 9, no. 2, pp. 314–325, Sep. 2019, doi: 10.29244/jpsl.9.2.314-325.