

# Tingkat Ancaman Multi Bencana Alam di Kabupaten Karanganyar

## *Multi Natural Disaster Threat Level in Karanganyar Regency*

Ryan Daffa Hantoro<sup>1\*</sup>, Istijabatul Aliyah<sup>1</sup>, Tendra Istanabi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

\*Penulis korespondensi. e-mail: ryandaffahan25@gmail.com

(Diterima: 25 Agustus 2023; Disetujui: 18 September 2023)

### Abstrak

Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah mencakup dataran rendah hingga dataran tinggi Gunung Lawu. Keberagaman alam tersebut membawa berbagai ancaman bencana alam. Berdasarkan data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Karanganyar, terdapat lima jenis bencana alam yang pernah terjadi di Kabupaten Karanganyar yaitu tanah longsor, banjir, kekeringan, kebakaran hutan dan lahan, serta cuaca ekstrim. Salah satu bentuk mitigasi bencana untuk menghadapi berbagai macam ancaman bencana alam di Kabupaten Karanganyar adalah dengan menggunakan pemetaan ancaman multi bencana alam. Pemetaan multi bencana alam dapat menunjukkan lokasi kritis tingkat ancaman dari salah satu bencana atau lebih. Pemetaan ancaman multi bencana Kabupaten Karanganyar disusun dengan melakukan serangkaian tahapan yaitu membuat peta ancaman dari masing-masing jenis bencana berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) yang kemudian digabungkan dengan spatial overlay. Metode yang digunakan adalah skoring dan pembobotan serta overlay antar variabel ancaman bencana menggunakan modifikasi rumusan dari Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Nomor 2 Tahun 2012 untuk mendapatkan bobot setiap ancaman multi bencana Kabupaten Karanganyar. Penelitian ini menghasilkan bahwa wilayah Kabupaten Karanganyar didominasi oleh ancaman multi bencana alam dengan tingkat sedang dengan luas 49% dari luas total, tingkat tinggi dengan luas 35%, tingkat sangat tinggi dengan luas 9%, tingkat rendah dengan luas 6%, dan tingkat sangat rendah dengan luas 1% dari luas total.

**Kata kunci:** ancaman; Kabupaten Karanganyar; multibencana

### Abstract

Karanganyar Regency, located in Central Java Province, encompasses from lowlands to the highlands of Mount Lawu. This natural diversity also brings various threats of natural disasters. According to data from the Regional Board for Disaster Management (Badan Penanggulangan Bencana Daerah or BPBD) of Karanganyar Regency, there have been five types of natural disasters that have occurred in the area, namely landslides, floods, droughts, forest and land fires, and extreme weather. To mitigate these disasters, a multi natural-disaster threat mapping approach is being used in Karanganyar Regency. This mapping technique allows the identification of critical hazard areas for one or more types of disasters. The process of creating this multi-disaster threat map involves several stages. Firstly, hazard maps for each disaster are created using Geographic Information System (GIS). These individual hazard maps are then combined using a spatial overlay technique. The scoring and weighting method, along with the modification of the formulation of Decree of the Head of National Disaster Management Agency (Badan Nasional Penanggulangan Bencana or BNPB) Number 02 of 2012, are used to determine the weights for each multi-disaster threat in Karanganyar Regency. The results of this research show that a moderate level of natural disaster multi-threat dominates the area, covering 49% of the total area. The second largest category is a high level threat, accounting for 35% of the total area. Very high level threats cover 9% of the area, while low level threats account for 6%, and very low level threats cover only 1% of the total area.

**Keywords:** Karanganyar Regency; multidisaster; threats

## 1. PENDAHULUAN

Kabupaten Karanganyar merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Tengah yang memiliki kondisi morfologi dataran rendah hingga dataran tinggi. Hal tersebut dikarenakan wilayah Kabupaten Karanganyar mencakup dari lembah hingga ke dataran tinggi Gunung Lawu. Berdasarkan data yang bersumber dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Karanganyar, kondisi morfologi Kabupaten Karanganyar terdiri dari daerah datar, bergelombang, curam, dan sangat curam. Kabupaten Karanganyar memiliki ketinggian antara 80 sampai 2.000 mdpl dengan rata-rata  $\pm 511$  mdpl (BPBD Kabupaten Karanganyar, 2019). Gambar 1 berikut merupakan peta morfologi Kabupaten Karanganyar untuk memvisualisasikan kondisi karakteristik alam Kabupaten Karanganyar.



## 2.1 BENCANA

Bencana adalah peristiwa yang datang tiba-tiba dan dapat mengacaukan fungsi normal masyarakat atau komunitas seperti timbulnya korban jiwa, kerusakan atau kerugian infrastruktur, gangguan pelayanan umum, dan gangguan kehidupan masyarakat (Kollek, 2012). Kollek (2012) menjelaskan bahwa peristiwa-peristiwa ini di luar kapasitas masyarakat untuk mengatasinya sehingga memerlukan bantuan dari luas masyarakat. Menurut Wijayanto (2012), bencana merupakan suatu gangguan serius terhadap masyarakat yang menimbulkan kerugian secara meluas di kehidupan dan penghidupan yang disebabkan oleh faktor alam atau faktor nonalam.

Menurut Amhar & Darmawan (2007), terdapat tiga jenis bencana berdasarkan penyebabnya, yaitu bencana geologis, bencana meteorologis, dan bencana anthropogenesis. Bencana geologis dan bencana meteorologis memiliki persamaan, yaitu penyebab dari timbulnya bencananya adalah karena faktor alam. Perbedaannya adalah bencana geologis terjadi karena gerakan atau aktivitas dari dasar bumi yang muncul ke permukaan, sedangkan bencana meteorologi disebabkan oleh fenomena di atmosfer. Menurut Undang-undang nomor 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana Penyebab terjadinya bencana, bencana dapat ditimbulkan oleh tiga faktor, yaitu bencana alam, bencana nonalam, dan bencana sosial. Bencana alam merupakan bencana yang ditimbulkan karena faktor karakteristik alam, seperti gempa bumi, kekeringan, tanah longsor, banjir, cuaca ekstrem (angin ribut), kebakaran hutan dan lahan, serta tsunami. Bencana nonalam merupakan peristiwa bencana yang disebabkan oleh peristiwa gagal teknologi, epidemi, dan wabah penyakit. Bencana sosial merupakan peristiwa bencana yang disebabkan oleh peristiwa konflik sosial, seperti kegaduhan antar kelompok atau komunitas masyarakat.

## 2.2 ANCAMAN BENCANA ALAM

Bencana alam adalah suatu peristiwa yang membahayakan komunitas manusia yang terjadi akibat adanya fenomena alam. Menurut Carter (1991) dari segi waktu, bencana timbul secara tiba-tiba sehingga berpotensi menyebabkan kerugian material dan atau nonmaterial karena kurang siap dalam menghadapi bencana. Definisi tersebut sejalan dengan definisi dalam Undang-Undang Nomor 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, yaitu bencana alam merupakan berbagai peristiwa alam yang dipicu karena faktor alam dan terjadi secara tiba-tiba sehingga dapat mengganggu kehidupan dan penghidupan.

Pengertian ancaman (*hazard*) menurut Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, yaitu suatu kejadian yang dapat menimbulkan bencana. Dengan kata lain, ancaman bencana merupakan fenomena alam atau buatan yang memiliki potensi untuk mengancam kehidupan manusia (Awatona, 1997). Menurut Husein & Onasis (2017), ancaman bencana alam adalah karakteristik dasar suatu wilayah yang rentan mengalami suatu proses alami yang berpotensi timbul suatu bencana alam. Ancaman bencana alam menurut Suherlan dalam Darmawan & Suprayogi (2017), yaitu suatu kondisi wilayah yang berpotensi terjadi suatu bencana alam berdasarkan faktor alam. Berdasarkan tinjauan dari definisi bencana dan ancaman, dapat disimpulkan bahwa ancaman bencana alam merupakan karakteristik alam di suatu kawasan yang dapat menimbulkan suatu bencana alam.

## 2.3 FAKTOR BENCANA ALAM

Penelitian ini berfokus untuk mengetahui tingkat ancaman multi bencana alam di Kabupaten Karanganyar sehingga diperlukan tinjauan teori mengenai variabel penyebab bencana alam di Kabupaten Karanganyar yang meliputi longsor, banjir, kekeringan, kebakaran hutan dan lahan, serta cuaca ekstrem. Variabel penyebab bencana alam yang dikumpulkan digunakan untuk mengetahui keterkaitan variabel ancaman bencana alam dengan tingkat ancaman bencana alam.

Dikutip dari laman web Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), longsor merupakan gerakan massa tanah, batuan, ataupun keduanya, yang menuruni atau kelar lereng karena kurang stabilnya tanah atau batuan penyusun lereng. Faktor-faktor yang menyebabkan ancaman bencana longsor yaitu kondisi kemiringan lereng, geologi, penggunaan lahan, dan curah hujan (Darmawan, 2008). Darmawan (2008) menjelaskan bahwa kemiringan lereng berpengaruh terhadap ancaman bencana longsor karena semakin curam kemiringan lereng, maka kestabilan tanah atau batuan penyusunnya akan semakin kurang stabil. Sujiman (2016) menjelaskan formasi geologi dapat berpengaruh terhadap ancaman bencana longsor karena batuan geologi memiliki kekuatan tarik-menarik antarbatuan yang dapat memengaruhi kestabilan lereng. Penggunaan lahan menjadi penyebab ancaman bencana longsor. Menurut Nasiah & Mangunsukardjo (2000) dan Bruschi et al. (2013), perubahan lahan tanpa mempertimbangkan daya dukung lingkungan sekitar dapat mengakibatkan degradasi lahan sehingga dapat memicu terjadinya erosi, sedimentasi, dan longsor. Nugroho et al. (2014) menjelaskan bahwa curah hujan dapat memicu ancaman bencana longsor karena meningkatnya intensitas curah hujan dapat menghancurkan

partikel-partikel tanah dan akan menyebabkan kondisi tanah menjadi kurang stabil. Hal ini disebabkan karena energi kinetik akibat curah hujan yang jatuh di permukaan tanah.

Banjir merupakan suatu peristiwa tinggi muka air pada sungai melebihi batas normal sehingga menyebabkan luapan air di dataran yang dapat mengancam manusia. Faktor-faktor yang menyebabkan ancaman bencana banjir, yaitu ketinggian topografi, curah hujan, penggunaan lahan, dan jenis tanah (Darmawan, 2008). Darmawan (2008) menjelaskan bahwa dataran rendah menghadapi ancaman bencana banjir lebih besar karena dataran rendah memiliki debit limpasan air dari dataran tinggi. Selain faktor ketinggian topografi, curah hujan juga berpengaruh terhadap ancaman bencana banjir karena intensitas curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan volume air di sungai meningkat dan sistem drainase tidak mampu menampung volume air tersebut (Sitorus et al., 2021). Osuagwu et al. (2018) menjelaskan bahwa penggunaan lahan dapat menjadi ancaman bencana banjir karena jenis penggunaan lahan dapat berpengaruh terhadap infiltrasi dari limpasan air. Begitu juga dengan jenis tanah menurut Harto (1993), setiap jenis tanah memiliki daya serap air berbeda yang berpengaruh terhadap daya serap limpasan air.

Kekeringan merupakan kondisi suatu wilayah yang mengalami kekurangan persediaan air atau kelembaban di bawah batas normal dalam jangka waktu tertentu (Raharjo, 2010 dalam Pratiwi et al., 2016). Menurut Darmawan (2008), faktor-faktor penyebab ancaman kekeringan yaitu indeks vegetasi, curah hujan, jenis tanah, dan penggunaan lahan. Ia menjelaskan indeks vegetasi atau *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) memiliki keterkaitan dengan kondisi ketersediaan dan kondisi hidrologi di suatu kawasan. Menurut Lillesand & Kiefer (1997) dalam Fadlillah et al. (2018), indeks vegetasi dapat menggambarkan tingkat kehijauan di suatu kawasan. Semakin hijau suatu kawasan maka semakin banyak ketersediaan air di kawasan tersebut. Selain indeks vegetasi, curah hujan juga berpengaruh terhadap ancaman bencana kekeringan karena curah hujan yang tinggi dapat memberikan penambahan volume air sehingga dapat menambah ketersediaan air di suatu kawasan (Mishra & Cherkauer, 2010). Jenis tanah juga berpengaruh terhadap ancaman bencana kekeringan karena setiap jenis tanah memiliki karakteristik struktur dan tekstur berbeda yang berpengaruh terhadap kelembaban tanah (Buckman & Brady, 1972). Eagleson (2005) menjelaskan jenis penggunaan lahan dapat berpengaruh terhadap ancaman bencana kekeringan karena tutupan lahan yang bervegetasi memiliki kemampuan infiltrasi tanah yang lebih optimal sehingga dapat memengaruhi kandungan air dalam tanah.

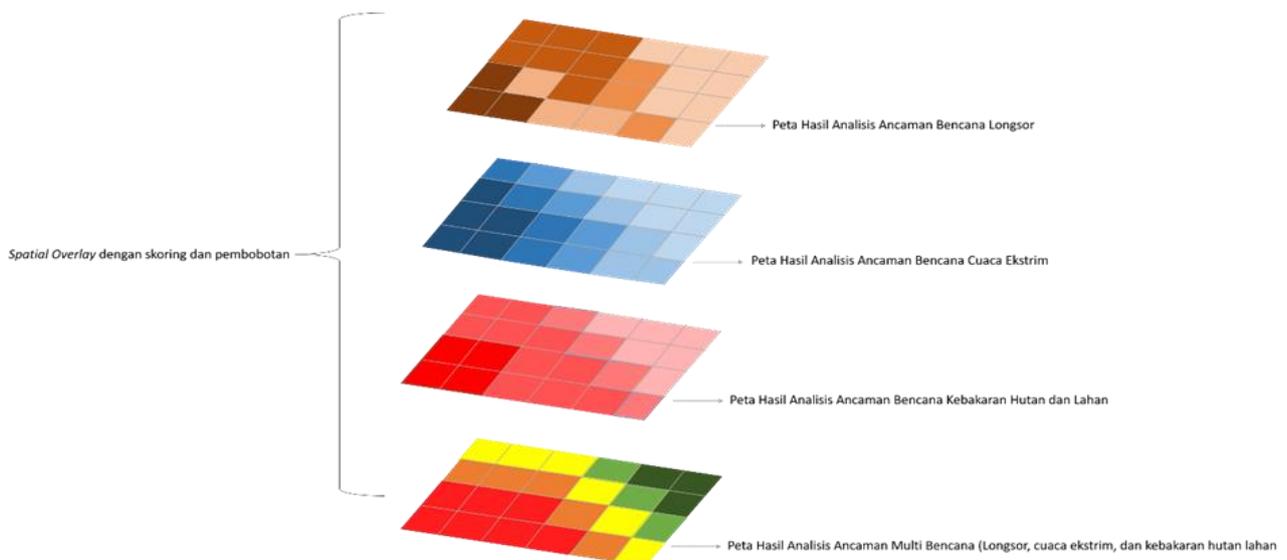
Kebakaran hutan dan lahan merupakan kondisi dimana api membakar vegetasi yang terdapat di hutan maupun lahan sehingga menjalar bebas (Syaufina, 2008). Menurut Suparni (2014), faktor-faktor ancaman kebakaran hutan dan lahan yaitu penggunaan lahan, curah hujan, jarak dari permukiman, dan ketinggian tempat. Ruecker (2002) dalam Suparni (2014) menjelaskan setiap jenis penggunaan lahan memiliki kadar air yang berbeda, semakin kering kadar air suatu jenis penggunaan lahan, maka semakin mudah lahan tersebut terbakar. Suparni (2014) menyatakan bahwa ketinggian tempat atau topografi berpengaruh terhadap ancaman bencana kebakaran hutan dan lahan karena semakin rendah topografi maka semakin mudah hutan atau lahan diakses oleh manusia untuk kegiatan perladangan dan pembukaan hutan. Selain karena mudah diakses oleh manusia, penyebab kebakaran hutan dan lahan adalah suhu rata-rata yang cenderung lebih rendah dan kelembapan udara yang cenderung lebih tinggi pada kawasan dengan ketinggian lebih tinggi. Hal tersebut dapat memengaruhi kelembaban dan kekeringan pada bahan bakar (seperti vegetasi) di hutan atau lahan yang merupakan faktor penting dalam memicu atau menghambat kebakaran hutan dan lahan (Ruecker dalam Sabaraji, 2005). Curah hujan juga menjadi salah satu variabel ancaman kebakaran hutan dan lahan karena dapat memengaruhi tingkat kadar air dan kelembaban suatu kawasan (Chandler et al., 1983). Jarak dari permukiman menjadi parameter ancaman bencana kebakaran hutan dan lahan karena semakin dekat jarak dari permukiman maka semakin dekat dengan kegiatan manusia sehingga bahaya terhadap bencana kebakaran hutan dan lahan (Arianti, 2006 dalam Suparni, 2014).

Angin ribut (cuaca ekstrem) adalah kejadian luar biasa yang berkaitan dengan angin puting beliung, angin tornado, dan badai siklon tropis. Menurut Darmawan et al. (2020), faktor-faktor yang dapat menyebabkan ancaman bencana angin ribut, yaitu penggunaan lahan, curah hujan, dan kemiringan lereng. Ilham & Kadir (2009) menjelaskan bahwa tutupan lahan memiliki dampak pada pembentukan angin puting beliung karena keberadaan vegetasi pada lahan dapat mengurangi iklim mikro lokal sehingga angin puting beliung cenderung terjadi lebih jarang. Ilham & Kadir (2009) menjelaskan bahwa tingginya curah hujan dapat berpengaruh pada suhu dan kelembapan udara di sekitarnya. Hal ini dapat memengaruhi pola pergerakan angin dan meningkatkan potensi ancaman angin ribut. Kemiringan lereng berpengaruh karena angin akan lebih kuat ketika berhembus dari kemiringan lereng yang curam ke lereng yang landai, sehingga daerah dengan kemiringan lereng yang landai memiliki potensi ancaman angin puting beliung yang lebih besar.

## **2.4 ANCAMAN MULTI BENCANA ALAM**

Menurut United Nations International Strategy for Disaster Reduction, ancaman multi bencana alam merupakan gabungan dari berbagai macam jenis ancaman bencana yang terjadi di suatu wilayah yang sama. Novitasari et al. (2015) mengartikan multibencana (*multihazard*) sebagai penggabungan berbagai bahaya bencana, baik yang disebabkan oleh aktivitas manusia maupun oleh kejadian alamiah. Novitasari et al. (2015) melanjutkan bahwa dari segi waktu kejadian, multi bencana alam dapat terjadi secara bersamaan atau dalam waktu yang berbeda. Gabungan bahaya ini dapat menyebabkan kerusakan pada infrastruktur, lingkungan, dan menimbulkan kerugian ekonomi serta sosial (Mufti, 2013). Dengan demikian, ancaman multibencana mengacu pada situasi di mana beberapa jenis bencana terjadi dalam satu kawasan yang sama, termasuk bencana alam dan bencana akibat aktivitas manusia yang berpotensi mengancam kehidupan manusia. Menurut Pratiwi et al. (2016), informasi multi bencana alam dapat tervisualisasikan secara spasial melalui peta sehingga informasi tersebut dapat menyajikan lokasi kritis salah satu bencana atau lebih berpotensi terjadi yang disebabkan oleh faktor alam. Amhar & Darmawan (2007) menyampaikan bahwa informasi yang terjadi di peta ancaman multi bencana alam dapat digunakan oleh pemangku kebijakan untuk mengambil langkah pencegahan terjadinya berbagai ancaman bencana yang dapat terjadi secara bersamaan.

Berdasarkan tinjauan teori yang dijabarkan di atas, peneliti memvisualisasikan definisi multi bencana alam melalui ilustrasi Gambar 3. Sebagai contoh, kawasan X memiliki karakteristik alam tertentu sehingga kawasan X ini terdapat ancaman bencana longsor, cuaca ekstrem, dan kebakaran hutan. Peneliti memvisualisasikan suatu kawasan dalam bentuk grid (kotak-kotak). Semakin tua gradasi warna, maka semakin tinggi tingkat ancaman suatu bencana di kawasan X. Hasil pemetaan ancaman bencana longsor, cuaca ekstrem, serta kebakaran hutan dan lahan akan digabungkan untuk menghasilkan pemetaan tingkat ancaman multi bencana alam di kawasan X. Pada ilustrasi berikut, simbol warna merah menunjukkan tingkat ancaman bencana alam yang sangat tinggi, warna jingga tingkat tinggi, warna kuning tingkat sedang, warna hijau muda tingkat rendah, serta warna hijau tua tingkat sangat rendah.



Gambar 3. Ilustrasi Multi Bencana Alam

### 3. METODE PENELITIAN

Berdasarkan variabel-variabel ancaman bencana yang telah dijabarkan pada bab tinjauan pustaka, peneliti memerlukan data-data karakteristik alam di Kabupaten Karanganyar untuk analisis melalui Sistem Informasi Geografis (SIG). Ruang lingkup waktu data yang diperlukan oleh penelitian ini adalah dari tahun 2013-2023, sedangkan ruang lingkup wilayah mencakup wilayah administratif Kabupaten Karanganyar. Beberapa data sudah tersedia di Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (DPUPR) Kabupaten Karanganyar, seperti data penggunaan lahan, curah hujan, formasi geologi, morfologi, serta jenis tanah. Selain itu, terdapat data jenis hutan yang bersumber dari WEBGIS Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). Di sisi lain, terdapat data yang perlu diolah untuk menghasilkan bentuk data lain seperti data Digital Elevation Model (DEM) yang bersumber dari Ina-Geoportal yang kemudian diolah untuk menghasilkan data kemiringan lereng. Data LANDSAT-8 yang bersumber dari USGS digunakan untuk menghasilkan data kerapatan vegetasi atau *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI).

Metode analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini dengan *spatial overlay* melalui SIG untuk menghasilkan peta tingkat multi bencana alam. Langkah awal yang harus dilakukan adalah melakukan pemetaan setiap jenis bencana alam

di Kabupaten Karanganyar yang meliputi bencana longsor, banjir, kekeringan, kebakaran hutan dan lahan, serta cuaca ekstrem. Setiap jenis bencana memiliki pembobotan parameternya masing-masing. Faktor-faktor yang dapat memengaruhi tingkat ancaman bencana longsor, yaitu kemiringan lereng, geologi, penggunaan lahan, dan curah hujan (Darmawan, 2008). Klasifikasi pembobotan ancaman bencana longsor dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Parameter Ancaman Bencana Longsor**

Parameter	Bobot
Kelerengan	0,3
Geologi	0,3
Penggunaan Lahan	0,2
Curah Hujan	0,2

Sumber: Darmawan, 2008

Faktor-faktor yang dapat memengaruhi tingkat ancaman bencana banjir, yaitu ketinggian tanah, curah hujan, penggunaan lahan, dan jenis tanah (Darmawan, 2008). Klasifikasi pembobotan ancaman bencana banjir dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Parameter Ancaman Banjir**

Parameter	Bobot
Ketinggian Tanah	0,25
Curah Hujan	0,25
Tata Guna Lahan	0,25
Jenis Tanah	0,25

Sumber: Darmawan, 2008

Faktor-faktor yang dapat memengaruhi tingkat ancaman bencana kekeringan, yaitu indeks vegetasi, curah hujan, jenis tanah, dan penggunaan lahan (Darmawan, 2008). Klasifikasi pembobotan ancaman bencana kekeringan dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Parameter Ancaman Kekeringan**

Parameter	Bobot
Indeks Vegetasi	0,35
Curah Hujan	0,35
Jenis Tanah	0,15
Penggunaan Lahan	0,15

Sumber: Darmawan, 2008

Faktor-faktor yang dapat memengaruhi tingkat ancaman bencana kebakaran hutan dan lahan, yaitu penggunaan lahan, curah hujan, ketinggian tanah, dan jarak permukiman (Suparni, 2014). Klasifikasi pembobotan ancaman bencana kebakaran hutan dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Parameter Ancaman Kebakaran Hutan**

Parameter	Bobot
Penggunaan Lahan	0,4
Curah Hujan	0,3
Ketinggian Tanah	0,2
Jarak Permukiman	0,1

Sumber: Suparni, 2014

Faktor-faktor yang dapat memengaruhi tingkat ancaman bencana angin ribut (cuaca ekstrem), yaitu penggunaan lahan, curah hujan, dan kemiringan lereng (BNPB, 2010). Klasifikasi pembobotan ancaman bencana angin ribut dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Parameter Ancaman Bencana Angin Ribut**

Parameter	Bobot
Penggunaan Lahan	33%
Curah Hujan	33%
Kemiringan Lereng	33%

Sumber: BNPB, 2010

Penentuan area ancaman multi bencana alam di Kabupaten Karanganyar dilakukan berdasarkan pembobotan setiap bencana dan skoring setiap tingkatan ancaman bencana. Nilai pembobotan setiap bencana mengacu pada Peraturan

Kepala BNPB nomor 2 tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana. Tabel 6 berikut menunjukkan pembobotan setiap ancaman bencana.

**Tabel 6. Parameter Ancaman Bencana Angin Ribut**

No	Jenis Ancaman	Bobot (%)
1	Banjir	0,1064
2	Gempa Bumi	0,1064
3	Tsunami	0,0638
4	Kebakaran Gedung dan Permukiman	0,0638
5	Kekeringan	0,0638
6	Cuaca Ekstrem	0,0638
7	Tanah Longsor	0,1064
8	Letusan Gunung Api	0,1064
9	Gelombang Ekstrem dan Abrasi	0,0638
10	Kebakaran Hutan dan Lahan	0,0638
11	Kegagalan Teknologi	0,0638
12	Konflik Sosial	0,0638
13	Epidemi dan Wabah Penyakit	0,0638

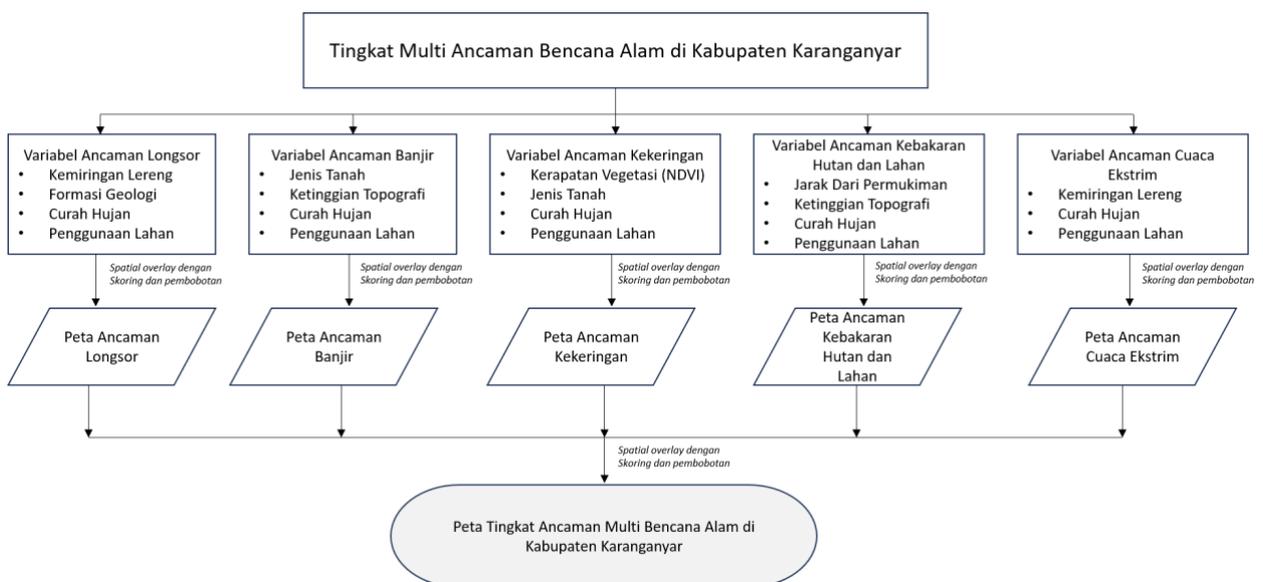
Sumber: Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2012

Ruang lingkup penelitian ini hanya meliputi bencana alam, seperti longsor, banjir, kekeringan, kebakaran hutan dan lahan, serta cuaca ekstrem, maka diperlukan modifikasi untuk menyesuaikan nilai bobot dari setiap jenis bencana yang tertulis pada Tabel 6 diatas. Perhitungan bobot dari kelima bencana tersebut dilakukan dengan menggunakan perhitungan dengan perumpamaan nilai 1 untuk bencana tanah longsor dan banjir, serta nilai 0,5 untuk kekeringan, kebakaran hutan dan lahan, serta cuaca ekstrem. Tabel 7 berikut merupakan hasil bobot untuk setiap bencana.

**Tabel 7. Indeks Bobot Multi Bencana**

Jenis Ancaman Bencana	Bobot
Longsor	0,286
Banjir	0,286
Kekeringan	0,142
Kebakaran Hutan dan Lahan	0,142
Cuaca Ekstrem	0,142

Berdasarkan uraian pengumpulan dan analisis data yang telah dijabarkan di atas, berikut merupakan ilustrasi alur penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti untuk mengetahui tingkat ancaman multi bencana alam di Kabupaten Karanganyar.



**Gambar 4. Alur Penelitian**

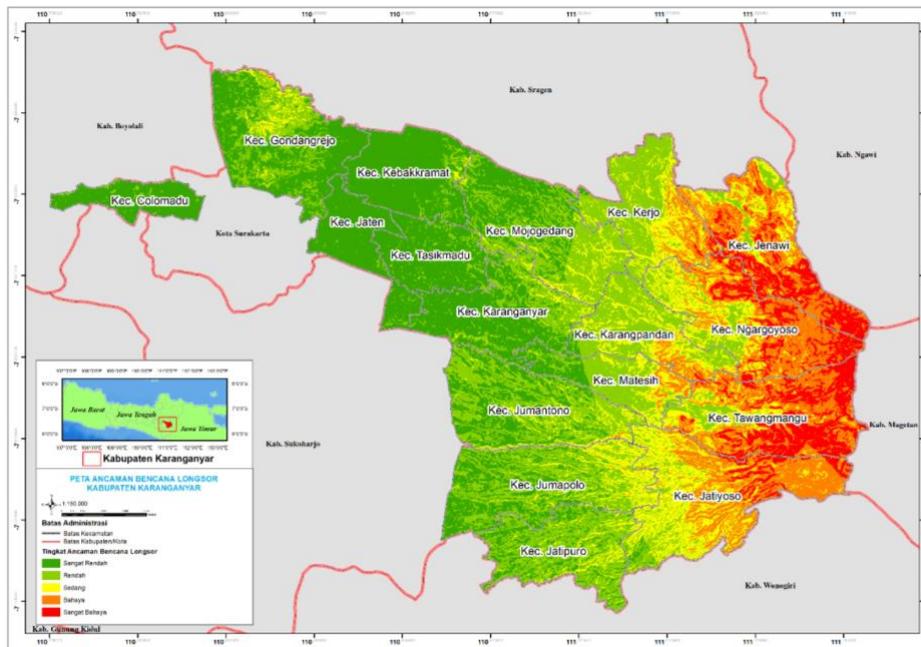
#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 ANALISIS ANCAMAN BENCANA LONGSOR KABUPATEN KARANGANYAR

Hasil *spatial overlay* dan pembobotan parameter kemiringan lereng, formasi geologi, curah hujan, dan penggunaan lahan menghasilkan luasan area ancaman longsor yang ditampilkan melalui Tabel 8. dan Gambar 5.

**Tabel 8. Hasil Analisis Luas Area Ancaman Bencana Longsor Kabupaten Karanganyar**

Tingkat Ancaman Bencana Longsor	Luas	
	Hektar	Persentase
Sangat Rendah	25681,09568	32%
Rendah	25855,03985	32%
Sedang	12177,23327	15%
Tinggi	10969,22798	14%
Sangat Tinggi	5718,891246	7%



**Gambar 5. Peta Hasil Ancaman Bencana Longsor Kabupaten Karanganyar**

Kelas ancaman sangat rendah memiliki luas 25681,09568 Ha atau 32% dari luas total, sedangkan kelas ancaman rendah memiliki luas 25855,03985 atau 32% dari luas total. Area yang berada dalam ancaman ancaman longsor sangat rendah memiliki karakteristik alam berupa kemiringan lereng datar hingga landai (0-15%), curah hujan tahunan 1500-2500 mm/tahun, penggunaan lahan didominasi oleh sawah, kebun, dan permukiman, serta didominasi formasi geologi yang stabil, yaitu lahar lawu, aluvial, aluvium tua, gunung api merapi, dan notopuro. Kemiringan lereng sangat berpengaruh menimbulkan ancaman bencana longsor. Kemiringan lereng datar hingga landai tidak memiliki ancaman yang besar.

Kelas ancaman sedang memiliki luas area 12177,23327 Ha atau 15% luas total. Area yang berada dalam ancaman ancaman longsor sedang memiliki karakteristik alam berupa kemiringan lereng agak curam (15-25%), curah hujan tahunan 2500-3000 mm/tahun, penggunaan lahan kebun, sawah, tegalan, semuka, dan permukiman, serta didominasi formasi geologi yang agak stabil berupa andesit, batuan gunungapi lawu, breksi jobolarangan, dan lava sidoramping lahar lawu.

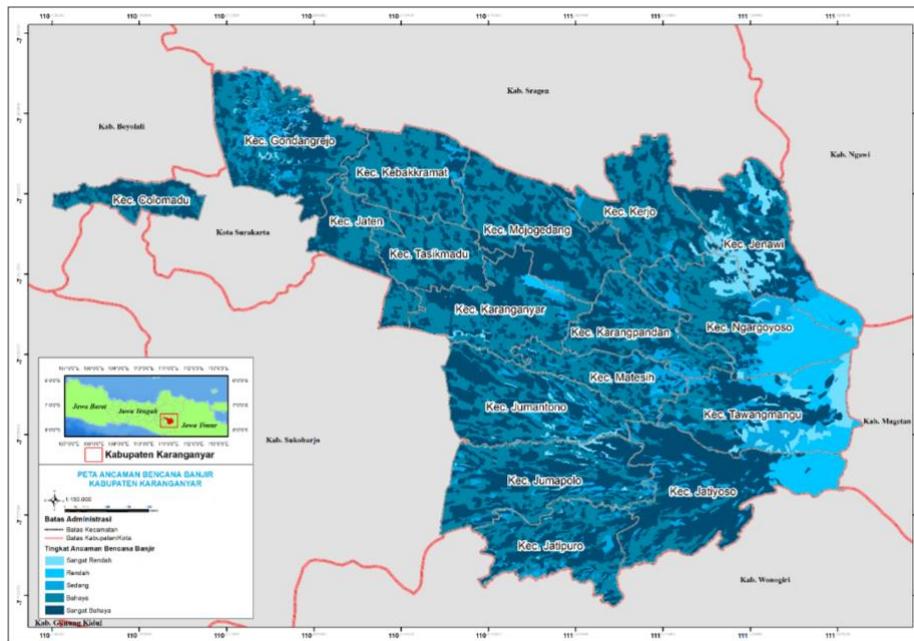
Kelas ancaman tinggi hingga sangat tinggi memiliki luas area 10969,22798 Ha atau 14% luas total, sedangkan kelas ancaman sangat tinggi 5718,891246 Ha atau 7% dari luas total. Area yang berada dalam ancaman ancaman longsor tinggi hingga sangat tinggi memiliki karakteristik alam berupa kemiringan lereng yang curam hingga sangat curam (25% hingga > 45%), curah hujan tahunan 3000-4000 mm/tahun, penggunaan lahan berupa permukiman, hutan, sawah, kebun, dan semak, serta formasi geologi yang agak stabil, yaitu breksi jobolarangan, batuan gunung api lawu, lava sidoramping, dan lava jobolarangan. Kemiringan lereng yang curam hingga sangat curam menyebabkan ancaman tanah longsor semakin besar. Selain itu, variabel lain seperti curah hujan yang tinggi, kemampuan infiltrasi tanah dari jenis penggunaan lahan, serta formasi geologi yang agak stabil dapat mendukung dalam peningkatan ancaman bencana longsor.

#### 4.2 ANALISIS ANCAMAN BENCANA BANJIR KABUPATEN KARANGANYAR

Hasil *spatial overlay* dan pembobotan parameter ketinggian tanah, curah hujan jenis tanah, dan penggunaan lahan ditampilkan melalui Tabel 9 serta Gambar 6.

**Tabel 9. Hasil Analisis Luas Area Ancaman Bencana Banjir Kabupaten Karanganyar**

Tingkat Ancaman Bencana Banjir	Luas	
	Hektar	Persentase
Sangat Rendah	3038,320068	4%
Rendah	4943,490234	6%
Sedang	6057,950195	7%
Tinggi	31836,40039	40%
Sangat Tinggi	34371,80078	43%



**Gambar 6. Peta Hasil Analisis Bencana Banjir Kabupaten Karanganyar**

Kelas ancaman banjir dengan tingkat sangat rendah memiliki luas 3038,320068 Ha atau 4% dari luas total, sedangkan ancaman banjir dengan tingkat rendah memiliki luas 4943,490234 Ha atau 6% dari luas total. Area yang berada dalam ancaman banjir dengan tingkat rendah hingga sangat rendah memiliki karakteristik berupa ketinggian topografi > 1000 mdpl. Ketinggian topografi tersebut merupakan puncak Gunung Lawu. Karakteristik jenis tanah di puncak Gunung Lawu berupa tanah yang peka terhadap air, yaitu tanah andosol. Intensitas hujan di puncak Gunung Lawu tergolong tinggi yaitu 3500-4000 mm/tahun. Penggunaan lahan di puncak didominasi oleh hutan yang memiliki kemampuan infiltrasi tanah yang besar. Topografi yang tinggi serta daya infiltrasi tanah yang besar berpengaruh dalam menimbulkan ancaman banjir yang rendah hingga sangat rendah, walaupun intensitas curah hujan yang tinggi dan jenis tanah yang peka terhadap air.

Kelas ancaman banjir tingkat sedang memiliki luas 6057,950195 Ha atau 7% dari luas total. Area ancaman bencana banjir tingkat sedang tersebar di dataran tinggi dan dataran rendah. Penyebab ancaman bencana banjir dengan tingkat sedang di dataran tinggi karena intensitas curah hujan cukup tinggi, yaitu 2500-3000 mm/tahun dan jenis penggunaan lahan berupa sawah dan permukiman yang berpengaruh terhadap daya infiltrasi. Namun, area tersebut memiliki kemampuan mengalir air yang baik karena karakteristik topografi yang tinggi (500-1000 mdpl) dan tingkat kepekaan tanah yaitu berupa jenis tanah latosol dan mediteran. Area ancaman banjir tingkat sedang yang tersebar di dataran rendah memiliki karakteristik alam dengan ketinggian topografi yang rendah (<100 mdpl) dan jenis penggunaan lahan dengan kemampuan infiltrasi rendah, yaitu permukiman, sawah, dan sungai. Karakteristik berpotensi untuk air menggenang di daratan. Intensitas curah hujan sangat rendah (1500-2000 mm/tahun), jenis tanah cukup peka terhadap air, yaitu mediteran dapat mengurangi ancaman banjir karena penambahan volume air yang rendah serta erodibilitas tanah cukup.

Kelas ancaman bencana banjir dengan tingkat tinggi memiliki luas 31836,40039 Ha atau 40% dari luas total, sedangkan tingkat sangat tinggi memiliki luas 34371,80078 Ha atau 43% dari luas total. Area dengan ancaman bencana banjir dengan tingkat tinggi hingga sangat tinggi tersebar di dataran tinggi dan dataran rendah. Pada dataran tinggi dengan ancaman banjir tinggi hingga sangat tinggi memiliki karakteristik alam dengan intensitas curah hujan yang tinggi yaitu

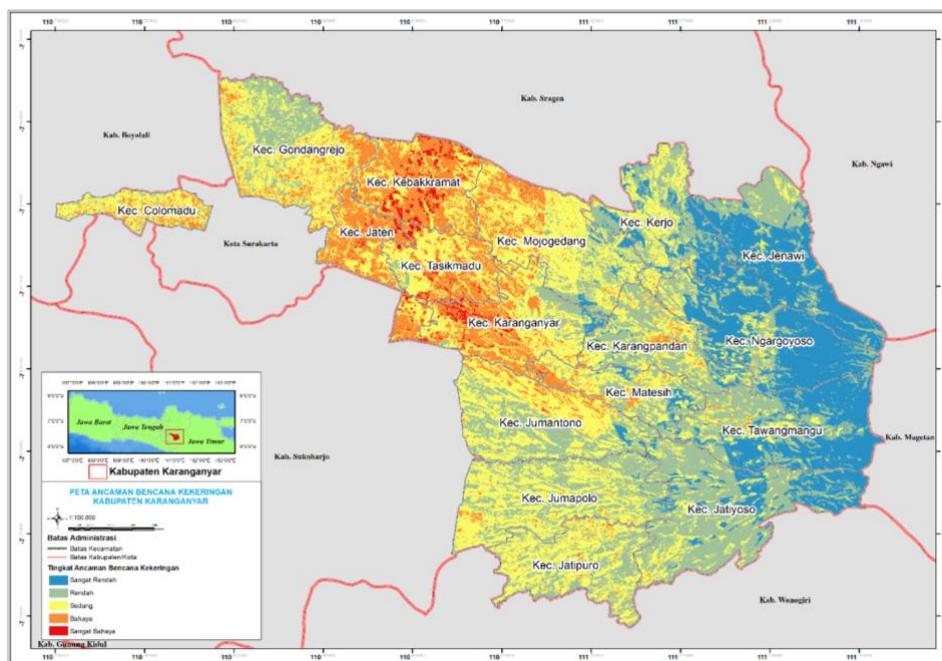
3000-4000 mm/tahun sehingga terjadi penambahan volume air yang besar. Selain itu erodibilitas tanah yang dengan kepekaan sedang dan tidak peka, yaitu mediteran dan latosol serta penggunaan lahan berupa sawah, tegalan, dan permukiman berpengaruh pada daya serap air oleh tanah. Karakteristik alam tersebut dapat memperbesar ancaman bencana banjir walaupun di dataran tinggi. Namun, ancaman banjir yang berpotensi terjadi dapat surut lebih cepat dibandingkan dengan ancaman banjir di dataran rendah. Hal tersebut karena ketinggian topografi yang tinggi, yaitu 500-1000 mdpl dapat mengalirkan air ke dataran yang memiliki ketinggian topografi yang lebih rendah.

### 4.3 ANALISIS ANCAMAN BENCANA KEKERINGAN KABUPATEN KARANGANYAR

Hasil *spatial overlay* dan pembobotan parameter indeks vegetasi, curah hujan, jenis tanah, dan penggunaan lahan ditampilkan melalui Tabel 10 dan Gambar 7.

**Tabel 10. Hasil Analisis Luas Area Ancaman Bencana Kekeringan Kabupaten Karanganyar**

Tingkat Ancaman Bencana Banjir	Luas	
	Hektar	Persentase
Sangat Rendah	13534,90039	17%
Rendah	25346	32%
Sedang	29225,69922	36%
Tinggi	11154	14%
Sangat Tinggi	916,5269775	1%



**Gambar 7. Peta Hasil Analisis Ancaman Bencana Kekeringan Kabupaten Karanganyar**

Kelas ancaman kekeringan dengan tingkat sangat rendah memiliki luas 13534,90039 Ha atau 17% dari luas total, tingkat rendah memiliki luas 25346 Ha atau 32% dari luas total. Area yang berada di ancaman kekeringan dengan tingkat sangat rendah hingga rendah tersebar di dataran tinggi dan dataran rendah. Dataran tinggi memiliki karakteristik alam berupa intensitas curah hujan yang tinggi yaitu 3000-4000 mm/tahun sehingga memiliki penambahan volume air dari air hujan yang tinggi. Kerapatan vegetasi yang tinggi yaitu  $0,35 < NDVI < 1$  di dataran tinggi memiliki arti bahwa area tersebut memiliki kondisi air yang lebih karena terdapat banyak vegetasi. Dominasi penggunaan lahan yang memiliki daya infiltrasi besar adalah hutan dan kebun. Karakteristik alam tersebut dapat memperkecil ancaman bencana kekeringan, walaupun pada variabel lain yaitu kondisi jenis tanah memiliki kemampuan menyimpan air yang cukup yaitu jenis tanah andosol.

Kelas ancaman kekeringan dengan tingkat sedang memiliki luas 29225,69922 Ha atau 36% dari luas total. Kelas ancaman kekeringan dengan tingkat sedang yang berada di dataran rendah memiliki karakteristik alam dengan kerapatan vegetasi yang tinggi yaitu  $0,35 < NDVI < 1$  dan penggunaan lahan berupa kebun, tegalan, sungai, dan sawah. Karakteristik alam tersebut menyimpan air yang dapat memperkecil ancaman bencana kekeringan di dataran rendah walaupun dengan kondisi intensitas curah hujan yang rendah (1500-2500 mm/tahun) serta jenis tanah mediteran.

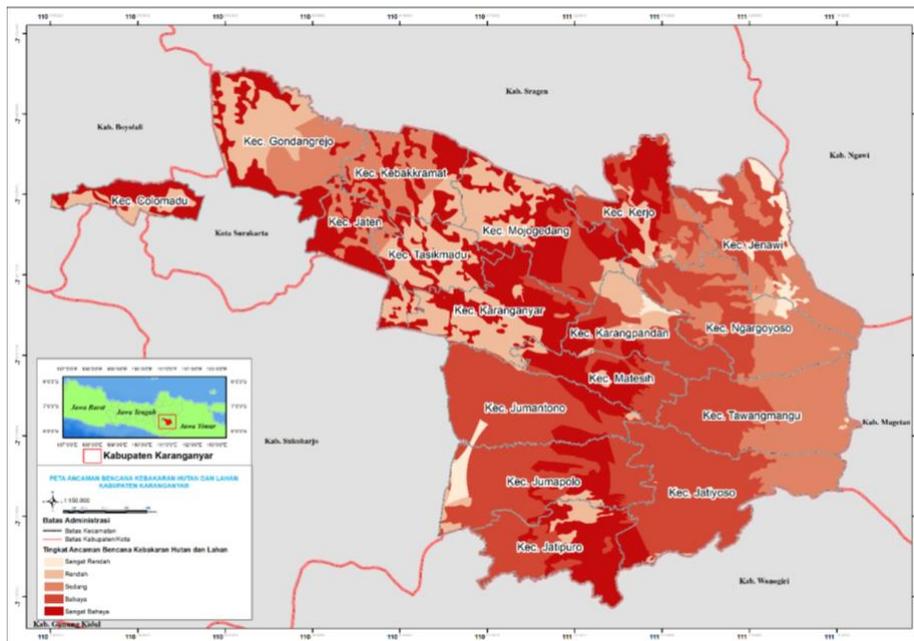
Kelas ancaman kekeringan tingkat tinggi memiliki luas 11154 Ha atau 14% dari luas total, sedangkan ancaman kekeringan tingkat sangat tinggi memiliki luas 916,5269775 Ha atau 1% dari luas total. Ancaman bencana kekeringan tingkat sangat tinggi hingga tinggi berada di dataran rendah. Karakteristik alam yang dimiliki yaitu intensitas curah hujan rendah (2000-2500 mm/tahun), dominasi jenis penggunaan lahan yang memiliki daya infiltrasi tanah rendah yaitu permukiman, kerapatan vegetasi sangat rendah hingga tidak bervegetasi ( $-1 < NDVI < 0,15$ ), serta jenis tanah mediteran. Kondisi tersebut memiliki penambahan volume air edikit dari air hujan serta kemampuan dalam menyimpan cadangan air yang rendah sehingga menyebabkan memiliki ancaman bencana kekeringan yang tinggi hingga sangat tinggi.

#### 4.4 ANALISIS ANCAMAN BENCANA KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN KABUPATEN KARANGANYAR

Hasil *spatial overlay* dan pembobotan parameter penggunaan lahan, curah hujan, ketinggian tanah, dan jarak dari permukiman ditampilkan melalui Tabel 11 dan Gambar 8.

**Tabel 11. Hasil Analisis Luas Area Ancaman Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan Kabupaten Karanganyar**

Tingkat Ancaman Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan	Luas	
	Hektar	Persentase
Sangat Rendah	1523,107595	2%
Rendah	12527,48909	16%
Sedang	16109,49007	20%
Tinggi	29312,28227	36%
Sangat Tinggi	20762,42138	26%



**Gambar 8. Peta Hasil Analisis Ancaman Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan Kabupaten Karanganyar**

Kelas ancaman kebakaran hutan dan lahan dengan tingkat sangat rendah seluas 1523,107595 Ha atau 2% dari luas total, sedangkan tingkat rendah seluas 12527,48909 Ha atau 16% dari luas total. Area ancaman kebakaran hutan dan lahan tingkat sangat rendah hingga rendah tersebar di dataran tinggi maupun rendah. Berdasarkan hasil analisis, pada dataran tinggi terdapat tingkat ancaman kebakaran hutan dan lahan dengan tingkat sangat rendah hingga rendah karena karakteristik alam dengan intensitas curah hujan yang tergolong tinggi, yaitu 2500-4000 mm/tahun. Selain itu, jenis penggunaan lahan memiliki kandungan air besar seperti sungai, sawah, hutan primer. Variabel ancaman kebakaran hutan lain, yaitu jarak dari permukiman yang memiliki radius 3000-5000 m. Ketinggian topografi lebih dari 500 mdpl dapat mengurangi ancaman kebakaran hutan dan lahan karena memiliki kelembapan dan kecukupan kandungan air serta jauh dari aktivitas manusia yang dapat menimbulkan percikan api.

Kelas ancaman kebakaran hutan dan lahan dengan tingkat sedang memiliki luas 16109,49007 Ha atau 20% dari luas total. Area tersebut tersebar di dataran tinggi dan dataran rendah. Berdasarkan hasil analisis, dataran tinggi memiliki ancaman bencana kebakaran hutan dan lahan karena memiliki karakteristik alam yang dapat mengancam kebakaran

hutan dan lahan, yaitu penggunaan lahan hutan, semak belukar, dan tegal atau ladang serta jarak yang dekat dengan permukiman. Namun, terdapat karakteristik alam yang dapat mengurangi ancaman kebakaran hutan dan lahan, yaitu intensitas curah hujan tinggi 3500-4000 mm/tahun dan topografi tinggi karena berada di puncak Gunung Lawu dengan ketinggian >1000 mdpl. Ancaman kebakaran hutan dan lahan tingkat sedang di dataran rendah karena memiliki penggunaan lahan dengan kandungan air yang cukup, yaitu persawahan. Namun, karakteristik alam lain yang dapat mengancam yaitu intensitas curah hujan yang rendah 1500-2500 mm/tahun serta dekat dengan aktivitas manusia karena jarak permukiman yang dekat serta ketinggian topografi yang rendah <100 mdpl.

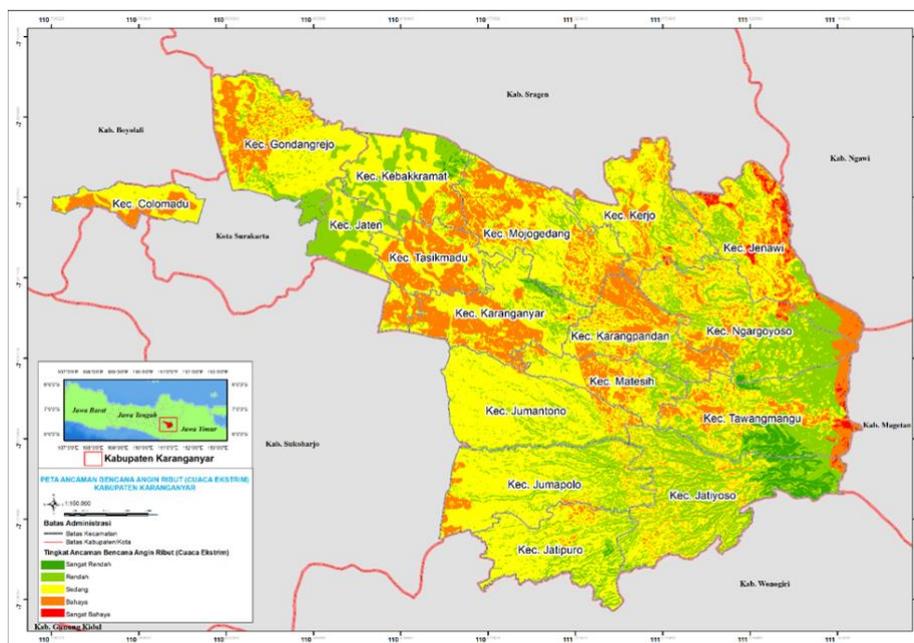
Kelas ancaman kebakaran hutan dan lahan dengan tingkat tinggi memiliki luas 29312,28227 Ha atau 36% dari luas total, sedangkan tingkat sangat tinggi memiliki luas 20762,42138 Ha atau 26% dari luas total. Berdasarkan hasil analisis ancaman kebakaran hutan dan lahan dengan tingkat tinggi hingga sangat tinggi tersebar di dataran tinggi dan dataran rendah. Pada dataran tinggi memiliki karakteristik alam yang dapat memperbesar ancaman, seperti penggunaan lahan dengan vegetasi kering serta dekatnya dengan aktivitas manusia. Pada dataran rendah dengan intensitas curah hujan yang rendah 1500-2500 mm/tahun, penggunaan lahan vegetasi kering dan dekatnya dengan aktivitas manusia.

#### 4.5 ANALISIS ANCAMAN BENCANA ANGIN RIBUT (CUACA EKSTREM) KABUPATEN KARANGANYAR

Hasil *spatial overlay* dan pembobotan parameter kemiringan lereng, curah hujan, dan penggunaan lahan ditampilkan pada Tabel 12 dan Gambar 9.

**Tabel 12. Hasil Analisis Luas Area Ancaman Bencana Angin Ribut Kabupaten Karanganyar**

Tingkat Ancaman Bencana Angin Ribut	Luas	
	Hektar	Persentase
Sangat Rendah	1454,48999	2%
Rendah	18362,59961	23%
Sedang	43757,69922	54%
Tinggi	16179	20%
Sangat Tinggi	482,3930054	1%



**Gambar 9. Peta Hasil Analisis Bencana Angin Ribut Kabupaten Karanganyar**

Ancaman cuaca ekstrem tingkat sangat rendah memiliki luas 1454,48999 Ha atau seluas 2% dari luas total, sedangkan tingkat rendah memiliki luas 18362,59961 Ha atau 23% dari luas total. Area dengan tingkat ancaman cuaca ekstrem sangat rendah hingga rendah tersebar di dataran tinggi hingga rendah. Dataran tinggi memiliki intensitas curah hujan yang tinggi 3500-4000 mm/tahun dan kemiringan lereng yang curam yaitu 15%-45% sehingga dapat memperbesar laju angin tetapi terdapat tutupan lahan yang dapat menghalau laju angin seperti permukiman dan hutan. Dataran rendah memiliki karakteristik alam intensitas curah hujan rendah 1500-2500 mm/tahun, kemiringan lereng datar 0%-15%, dan tutupan lahan permukiman. Karakteristik tersebut memiliki laju angin rendah dan laju angin dapat dihalau tutupan lahan eksisting.

Ancaman cuaca ekstrem dengan tingkat sedang memiliki luas 43757,69922 Ha atau 54% dari luas total. Area dengan kelas ancaman cuaca ekstrem tingkat sedang tersebar di dataran tinggi dan dataran rendah. Pada dataran tinggi memiliki karakteristik alam seperti kemiringan lereng yang sedang 8%-15%, intensitas curah hujan yang sedang, yaitu 2000 mm/tahun – 3000 mm/tahun, serta tutupan lahan berupa permukiman dan kebun. Karakteristik alam tersebut dapat memperkecil laju angin serta dapat menghalau laju angin.

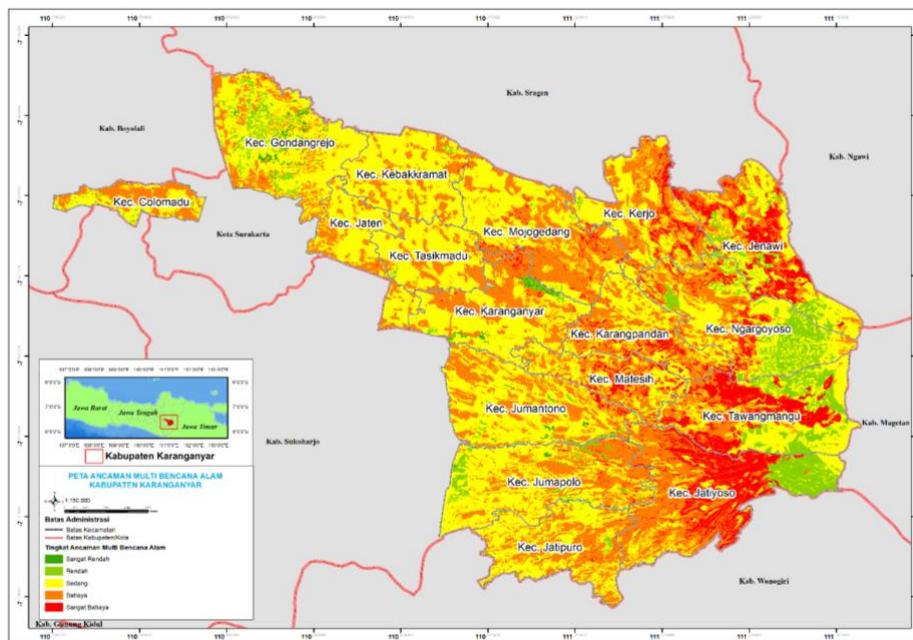
Ancaman cuaca ekstrem tingkat tinggi memiliki luas 16179 Ha atau 20% dari luas total, sedangkan 482,3930054 Ha atau 1% dari luas total. Tingkat ancaman cuaca ekstrem sangat tinggi tersebar di puncak Gunung Lawu saja, tetapi tingkat ancaman cuaca ekstrem tinggi tersebar di dataran tinggi dan rendah. Karakteristik alam di dataran tinggi memiliki kemiringan lereng 15% hingga lebih dari 45% serta intensitas curah hujan yang tinggi, yaitu 3000-4500 mm/tahun dapat memperbesar laju angin. Besarnya laju angin tersebut tidak dihalau tutupan lahan eksisting karena tutupan lahan tersebut berupa area terbuka, seperti persawahan dan tegalan. Pada dataran rendah memiliki ancaman cuaca ekstrem dengan tingkat tinggi karena tutupan lahan eksisting berupa persawahan yang kurang mampu dalam menghalau laju angin.

#### 4.6 ANALISIS MULTI ANCAMAN BENCANA ALAM KABUPATEN KARANGANYAR

Hasil spatial overlay dan pembobotan setiap bencana seperti longsor, banjir kekeringan, kebakaran hutan dan lahan, serta cuaca ekstrem akan ditampilkan melalui Tabel 13 dan Gambar 10.

**Tabel 13. Hasil Analisis Luas Area Ancaman Multi Bencana Kabupaten Karanganyar**

Tingkat Ancaman Bencana Angin Ribut	Luas	
	Hektar	Persentase
Sangat Rendah	330,6504394	1%
Rendah	5456,299737	6%
Sedang	39448,56045	49%
Tinggi	27915,77378	35%
Sangat Tinggi	7130,920546	9%



**Gambar 10. Peta Hasil Analisis Ancaman Multi Bencana Kabupaten Karanganyar**

Berdasarkan hasil analisis peneliti, tingkat ancaman multi bencana alam dengan luas terbesar adalah tingkat sedang yakni sebesar 39448,56045 Ha atau 49% dari luas total. Kelas ancaman sedang tersebar di seluruh kecamatan Kabupaten Karanganyar. Kelas ancaman terbesar kedua adalah tingkat ancaman tinggi, seluas 27915,77378 Ha atau 35% dari luas total. Kelas ancaman tinggi juga tersebar di seluruh kecamatan Kabupaten Karanganyar dari dataran rendah hingga dataran tinggi. Kelas ancaman terbesar ketiga adalah tingkat sangat tinggi seluas 7130,920546 Ha atau 9% dari luas total. Kelas ancaman sangat tinggi tersebar kecil di dataran rendah, hampir tersentral di Kecamatan Kerjo, Kecamatan Jenawi, Kecamatan Mojogedang, Kecamatan Karangpandan, Kecamatan Matesih, Kecamatan Jatiyoso, Kecamatan Tawangmangu, dan Kecamatan Ngargoyoso. Kelas ancaman kedua terkecil adalah tingkat rendah seluas 5456,299737

Ha atau 6% dari luas total, dan kelas ancaman terkecil adalah tingkat sangat rendah seluas 330,6504394 atau 1% dari luas total. Kedua kelas ancaman tersebut tersebar di dataran tinggi seperti puncak Gunung Lawu dan di dataran rendah.

Kabupaten Karanganyar didominasi tingkat ancaman multi bencana alam tingkat sedang yakni meliputi hampir setengah luas Kabupaten Karanganyar (49%), diikuti tingkat ancaman tinggi (35%), dan sangat tinggi (9%). Jika tingkat tinggi dan sangat tinggi ini digabungkan memiliki luas sebesar 44%. Kabupaten Karanganyar perlu mewaspada ancaman multi bencana alam, baik di dataran tinggi maupun di dataran rendah. Dataran tinggi Kabupaten Karanganyar memiliki karakteristik alam yang lebih beragam dibandingkan dataran rendah sehingga kelima bencana alam memiliki tingkat tinggi hingga sangat tinggi. Kawasan yang terletak di dataran tinggi perlu waspada terhadap ancaman multi bencana alam. Hal tersebut karena tingkat ancaman multi bencana alam tersentral di Kecamatan Kerjo, Kecamatan Jenawi, Kecamatan Mojogedang, Kecamatan Karangpandan, Kecamatan Matesih, Kecamatan Jatiyoso, Kecamatan Tawangmangu, dan Kecamatan Ngargoyoso. Kondisi karakteristik alam dengan kemiringan lereng yang curam dapat menyebabkan tanah kurang stabil sehingga dapat menimbulkan ancaman bencana longsor. Selain itu, curah hujan tinggi dapat meningkatkan volume air di dataran, dapat memberikan perbedaan tekanan suhu udara, sehingga dapat memicu berbagai ancaman bencana seperti banjir, longsor, dan cuaca ekstrem. Meskipun demikian, ancaman banjir yang terjadi memiliki karakteristik banjir yang cepat surut karena pada dataran tinggi memiliki topografi yang tinggi sehingga air dapat mengalir ke dataran yang lebih rendah. Selain itu, pada dataran tinggi memiliki karakteristik jenis tanah yang kurang peka terhadap air dan kemampuan infiltrasi lahan rendah, sehingga dapat memicu adanya ancaman bencana kekeringan dan banjir. Namun karena curah hujan yang tinggi, ancaman bencana kekeringan dapat diatasi. Ancaman bencana kekeringan tinggi pada dataran tinggi terjadi fenomena musim panas yang panjang. Dataran tinggi memiliki jenis penggunaan lahan yang masih oleh lahan yang bervegetasi. Kondisi tersebut dapat mengurangi ancaman bencana longsor namun bisa memicu adanya bencana kebakaran hutan dan lahan jika dekat dengan permukiman manusia. Dekatnya vegetasi yang mudah terbakar dengan permukiman dapat memungkinkan terjadinya bencana kebakaran hutan dan lahan akibat dari aktivitas manusia.

Pada dataran rendah, Kabupaten Karanganyar memiliki ancaman multi bencana alam yang cenderung lebih rendah daripada di dataran tinggi. Jika ditinjau dari ancaman bencana longsor, dataran rendah memiliki kemiringan lereng yang cenderung datar sehingga memiliki kestabilan tanah yang stabil. Namun, karena karakteristik kemiringan lereng yang datar, pada dataran rendah Kabupaten Karanganyar memiliki ancaman bencana banjir yang tinggi. Hal tersebut dikarenakan faktor curah hujan dan atau volume air bertambah karena menerima limpasan air dari dataran yang lebih tinggi. Dataran rendah berpotensi terjadinya bencana kekeringan karena curah hujan yang cenderung rendah dan kemampuan infiltrasi lahan yang kurang optimal akibat kurangnya lahan bervegetasi. Potensi adanya kebakaran hutan minim terjadi tetapi potensi terjadinya kebakaran lahan dapat memungkinkan terjadi. Hal tersebut karena masih terdapat lahan-lahan yang kosong dan dekat dengan permukiman sehingga memungkinkan adanya percikan api akibat aktivitas manusia. Potensi adanya cuaca ekstrem di dataran rendah tinggi karena kekuatan angin akan menguat ketika berhembus dari kemiringan lereng yang curam ke landai sehingga di kawasan dengan kemiringan yang landai memiliki ancaman bencana angin puting beliung lebih besar.

## **5. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian ini, Kabupaten Karanganyar didominasi oleh tingkat ancaman multi bencana alam sedang yang seluas 49% dari luas total, serta tingkat ancaman tinggi yang seluas 35% dari luas total. Kelas ancaman tersebut tersebar di seluruh kecamatan Kabupaten Karanganyar dari dataran rendah hingga dataran tinggi. Kondisi tersebut dapat memungkinkan bencana longsor, banjir, kekeringan, kebakaran hutan dan lahan, serta cuaca ekstrem dapat mengancam Kabupaten Karanganyar.

Adapun rekomendasi peneliti untuk pemerintah Kabupaten Karanganyar dan masyarakat berdasarkan hasil analisis tingkat ancaman multi bencana di Kabupaten Karanganyar adalah sebagai berikut:

- 1) Melakukan perhitungan kapasitas masyarakat dan kerentanan fisik maupun sosial dalam menghadapi ancaman multi bencana alam. Perhitungan tersebut dalam rangka mengetahui besarnya risiko multi bencana alam di Kabupaten Karanganyar;
- 2) Meningkatkan kapasitas masyarakat dan menyediakan infrastruktur mendukung untuk mengurangi risiko multi bencana alam di Kabupaten Karanganyar; dan
- 3) Mempertimbangkan ancaman multi bencana alam ke dalam program kerja di manajemen bencana.

Adapun rekomendasi peneliti untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut:

- 1) Diperlukan data dengan tahun terbaru serta mempertimbangkan ketersediaan data terhadap variabel penelitian.
- 2) Penelitian selanjutnya dapat meneliti mengenai kapasitas, kerentanan, risiko, serta manajemen bencana terhadap sehingga penelitian ancaman multi bencana alam di Kabupaten Karanganyar dapat lengkap dan menyeluruh.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amhar, F., & Darmawan, M. (2007). *Sebuah Kajian Atas Peta-Peta Multi Bencana (A Study on Multi Hazard Maps)* (pp. 1–29). pp. 1–29. Banda Aceh: BAKOSURTANAL BRR Aceh & Nias. Diakses dari <https://adoc.pub/sebuah-kajian-atas-peta-peta-multi-bencana.html>
- Awatona, A. 1997. *Reconstruction After Disaster: Issues and Practices*. Aldershot: Ashgate.
- Bruschi, V. M., Bonachea, J., Remondo, J., Gomez-Arozamena, J., Rivas, V., Barbieri, M., ... Cendrero, A. (2013). Land management versus natural factors in land instability: some examples in northern Spain. *Environmental Management*, 52(2), 398–416. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00267-013-0108-7>
- Buckman, H. O., & Brady, N. C. (1972). *The Nature and Properties of Soils*. London: Macmillan Company. Diakses dari <https://www.abebooks.com/9780023165207/Nature-Properties-Soils-7th-Edition-0023165200/plp>
- Carter, W. N. (1991). *Disaster Management: a Disaster Manager's Handbook*. Mandaluyong City: Asian Development Bank. Diakses dari <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/27890/disaster-management-handbook.pdf>
- Chandler, C., Cheney, P., Thomas, T.L., & Williams, D. (1983). *Fire in Forestry*. Vol II. Forest Fire Management and Organisation. Toronto: John Wiley and Sons, Inc.
- Darmawan, M. (2008). *Katalog Metodologi Penyusunan Peta Geo Hazard dengan GIS*. Banda Aceh: Banda Aceh: Badan Rehabilitasi dan Rekonstruksi (BRR) NAD-Nias. Diakses dari [https://perpustakaan.big.go.id/index.php?p=show\\_detail&id=6263&keywords=](https://perpustakaan.big.go.id/index.php?p=show_detail&id=6263&keywords=)
- Darmawan, K. & Suprayogi, A. (2017). Analisis Tingkat Kerawanan Banjir di Kabupaten Sampang Menggunakan Metode Overlay dengan Scoring Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1), 31–40. Diakses dari: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/15024>
- Darmawan, Y., Nainggolan, L., Hutapea, T. D., Syahputra Makmur, E. E., & Munir, I. M. (2020). Mapping of Tornado Wind Vulnerability using Satellite Data (Study case of Humbang Hasudutan Regency, North Sumatera). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 982(1–11). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/982/1/012014>
- Eagleson, P. S. (2002). *Ecohydrology: Darwinian Expression of Vegetation Form and Function*. Cambridge: Cambridge University Press. Diakses dari <https://www.cambridge.org/id/universitypress/subjects/earth-and-environmental-science/hydrology-hydrogeology-and-water-resources/ecohydrology-darwinian-expression-vegetation-form-and-function?format=PB>
- Fadlillah, M. F., Hadiani, R., & Solichin, S. (2018). Analisis Kekeringan Hidrologi Berdasarkan Metode Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) di Daerah Aliran Sungai Alang Kabupaten Wonorejo. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 2(1), 34–44. <https://doi.org/10.20961/jrrs.v2i1.24324>
- Harto, S. (1993). *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama. Diakses dari [https://books.google.com/books/about/Analisis\\_hidrologi.html?hl=id&id=LuZRcgAACAAJ](https://books.google.com/books/about/Analisis_hidrologi.html?hl=id&id=LuZRcgAACAAJ)
- Husein, A., & Onasis, A. (2017). *Manajemen Bencana*. Jakarta: Badan Pengembangan dan Sumber Daya Manusia Kesehatan.
- Ilham, W., & Kadir, S. (2009). Investigasi Dan Model Terpadu Untuk Menduga Dampak Angin Puting Beliung Di Kawasan Hutan Dan Pedesaan Di Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Hutan Tropis Borneo*, 10(28), 292–304.
- Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2012). *Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana*. Indonesia: Badan Nasional Penanggulangan Bencana. Diakses dari <https://bpbdd.jogjakota.go.id/assets/instansi/bpbdd/files/perka-no-2-tahun-2012-tentang-pedoman-umum-pengkajian-risiko-ben-2106.pdf>
- Kollek, D. (2012). Hospital Disaster Readiness: Why Are We Unprepared? In *Centre for Excellence in Emergency Preparedness*. Diakses dari <https://pdf4pro.com/cdn/daniel-kollek-hospital-disaster-readiness-why-are-we-59a91a.pdf>
- Mishra, V., & Cherkauer, K. A. (2010). Retrospective droughts in the crop growing season: Implications to corn and soybean yield in the Midwestern United States. *Agricultural and Forest Meteorology*, 150(7–8), 1030–1045. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2010.04.002>
- Mufti, F. (2013). Teori Dasar Pemetaan Multi-Bencana dengan Menggunakan Mapinfo. Diakses dari <https://fajarullahmufti.wordpress.com/2013/11/12/teori-dasar-pemetaan-multi-bencana-dengan-menggunakan-mapinfo-1/>
- Nasiah, & Mangunsukardjo, K. (2000). *Evaluasi kemampuan lahan dan tingkat bahaya erosi untuk prioritas konservasi lahan di daerah aliran sungai Takapala Kabupaten Dati II Gowa Provinsi Sulawesi Selatan* (Universitas Gajah Mada). Universitas Gajah Mada. Diakses dari [https://etd.repository.ugm.ac.id/home/detail\\_pencarian/4858](https://etd.repository.ugm.ac.id/home/detail_pencarian/4858)
- Novitasari, N.W., Nugraha, A.L. dan Suprayogi, A. 2015. Pemetaan Multi Hazards berbasis Sistem Informasi Geografis di Kabupaten Demak Jawa Tengah. *Jurnal Geodesi Undip* 4(4):181-190.
- Nugroho, U. C., Fahrudin, & Suwarsono. (2014). Pemetaan Indeks Resiko Gerakan Tanah Menggunakan Citra Dem Srtm Dan Data Geologi Di Kecamatan. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh*. Bogor: LAPAN. <https://doi.org/10.13140/2.1.4876.7681>
- Osuagwu, J., Ibeje, A. O., & Onosakponome, R. (2018). IMPACTS OF LAND USE ON INFILTRATION. *World Journal of Engineering Research and Technology*, 4(6), 95–102. Diakses dari [https://www.researchgate.net/publication/328734361\\_IMPACTS\\_OF LAND\\_USE\\_ON\\_INFILTRATION](https://www.researchgate.net/publication/328734361_IMPACTS_OF LAND_USE_ON_INFILTRATION)
- Pemerintah Republik Indonesia. (2007). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana*. Indonesia: Pemerintah Republik Indonesia. Diakses dari <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/39901/uu-no-24->

tahun-2007

- Pratiwi, R. D., Nugraha, A. L., & Hani'ah. (2016). Pemetaan Multi Bencana Kota Semarang. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(4), 122–131. Diakses dari <https://www.neliti.com/publications/185672/pemetaan-multi-bencana-kota-semarang>
- Sabaraji, A. (2005). *Identifikasi Zone Rawan Kebakaran Hutan dan Lahan dengan Aplikasi SIG di Kabupaten Kutai Timur*. Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Sitorus, I. H. O., Bioresita, F., & Hayati, N. (2021). Analisa Tingkat Rawan Banjir di Daerah Kabupaten Bandung Menggunakan Metode Pembobotan dan Scoring. *Jurnal Teknik ITS*, 10(1), 14–19. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i1.60082>
- Sujiman, S. (2016). Analisis Stabilitas Longsoran Berdasarkan Kondisi Tipe, Sifat Fisik dan Mekanik Batuan di Kecamatan Telukpandan Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur. *Bumi Lestari Journal of Environment*, 16(1), 23–31. <https://doi.org/10.24843/blje.2016.v16.i01.p04>
- Suparni. (2014). *Penentuan Tingkat Kerawanan Kebakaran Hutan di Kawasan Tahura Sultan Adam Provinsi Kalimantan Selatan*. Universitas Lambung Mangkurat.
- Syaufina. L. (2008). *Kebakaran Hutan dan Lahan di Indonesia*. Malang: Bayumedia Publishing.
- Wijayanto, D. (2012). *Pengantar Manajemen*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama. Diakses dari <https://onesearch.id/Author/Home?author=Dian+Wijayanto>
- Yu, M., Yang, C., & Li, Y. (2018). Big data in natural disaster management: A review. *Geosciences (Switzerland)*, 8(5), Article 165. <https://doi.org/10.3390/geosciences8050165>