



Analisis Bahaya Kebakaran Hutan dan Lahan di Jalur Pendakian Gunung Merbabu, Gunung Sindoro dan Gunung Sumbing, Jawa Tengah

Analysis of Forest and Land Fire Hazards on Climbing Tracks of Mount Merbabu, Mount Sindoro and Mount Sumbing, Central Java

I Putu Gema Bujangga Waisnawa¹, Novia Mawar Sari², Agus Bambang Irawan¹

¹Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta. Jl. Padjadjaran (Lingkar Utara), Condongcatur, Yogyakarta 55283

²Magister Manajemen Bencana, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta. Jl. Babarsari 2 Ruang Sudirman 1-4, Kampus Unit II, Yogyakarta 55281

*Corresponding Author: putu.gema@upnyk.ac.id

Article Info:

Received: 02-03-2023

Accepted: 27-03-2023

Kata kunci: Kebakaran Hutan, Taman Nasional, Jenis Tanah, Tutupan Lahan, Curah Hujan..

Keywords: Forest Fires, National Parks, Soil Type, Land Cover, Rainfall..

Abstrak: Kebakaran hutan dan lahan adalah suatu kondisi bahaya yang terjadi, yang melibatkan unsur panas, bahan bakar dan udara / oksigen (lazim disebut segitiga api) yang bisa mengakibatkan kerusakan hutan dan atau hasil hutan yang menimbulkan kerugian ekonomis dan atau nilai lingkungan (Peraturan Menteri Kehutanan, 2009). Kebakaran hutan dan lahan secara garis besar disebabkan oleh 2 faktor yakni faktor alami dan faktor aktivitas manusia yang di luar kontrol dan tidak bertanggungjawab. Pengaruh iklim global El-Nino yang menyebabkan kemarau berkepanjangan membuat vegetasi menjadi kering dan gersang dan sangat gampang terbakar jika terkena percikan api. Di sisi lain, faktor manusia dan kegiatannya yang di luar kontrol terutama yang berkaitan dengan pembakaran sengaja untuk pembukaan lahan juga menjadi faktor penyebab kebakaran hutan dan lahan. Penelitian ini diarahkan untuk mengkaji bahaya (hazard) kebakaran hutan dan lahan dengan pendekatan analisis kuantitatif berupa pembobotan (scoring) dan penampalan (overlay), dengan hasil akhir berupa indeks bahaya kebakaran hutan dan lahan, luasan kelas bahaya administratif dan penyajian peta bahaya kebakaran hutan dan lahan untuk gunung Merbabu, Sindoro dan Sumbing. Pengecekan lapangan dilakukan sebagai upaya supervisi hasil analisis dan kajian agar tersaji kajian bahaya kebakaran hutan dan lahan yang akurat.

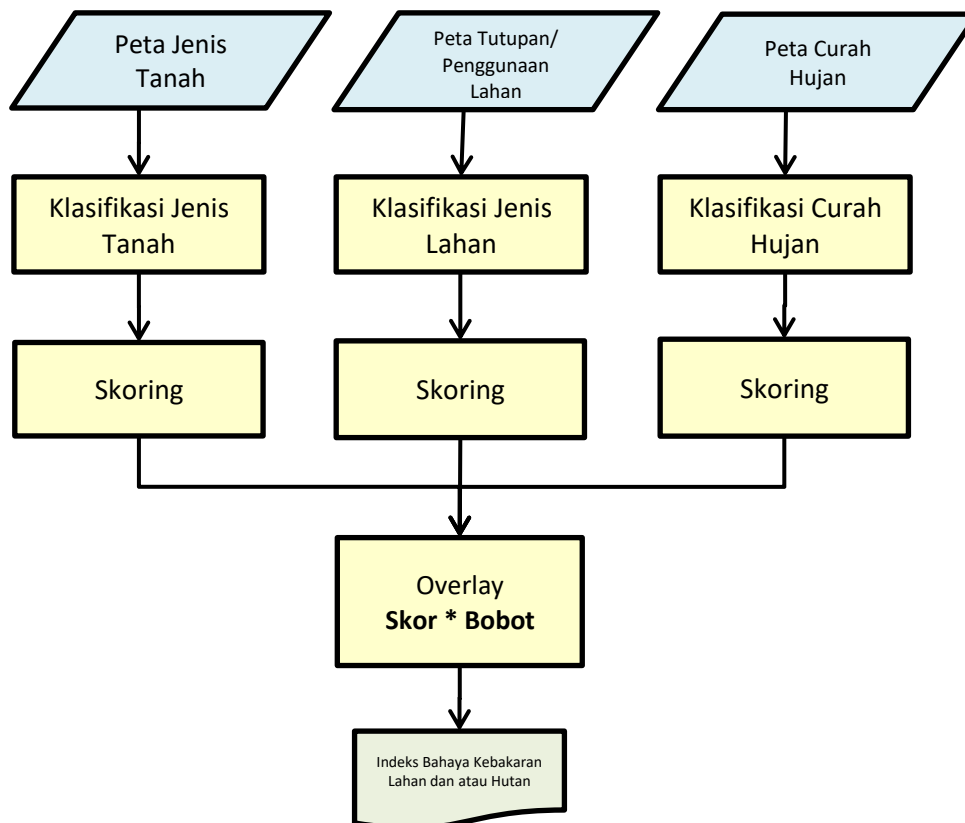
Abstract: Forest and land fires are a dangerous condition that occurs, involving elements of heat, fuel and air/oxygen (commonly called the fire triangle) which can result in damage to forests and/or forest products which cause economic losses and/or environmental values (Regulation of the Minister of Forestry, 2009). Forest and land fires are generally caused by 2 factors, namely natural factors and human activity factors that are out of control and irresponsible. The influence of the El-Nino global climate which causes prolonged drought makes vegetation dry and barren and is very easy to catch fire if hit by a spark. On the other hand, human factors and activities that are out of control, especially those related to deliberate burning for land clearing, are also factors that cause forest and land fires. This research is directed at assessing the danger (hazard) of forest and land fires using a quantitative analysis approach in the form of weighting (scoring) and overlaying, with the final results in the form of a forest and land fire danger index, the extent of administrative hazard classes and the presentation of a forest fire hazard map and land for Mount Merbabu, Sindoro and Sumbing. Field checks are carried out as an effort to supervise the results of analysis and studies so that an accurate study of the dangers of forest and land fires is presented

1. Pendahuluan

Hutan dan lahan merupakan sumber daya alam yang sangat potensial untuk dimanfaatkan bagi pembangunan nasional, yang sayangnya kerap mengalami ancaman dan gangguan sehingga menghambat upaya-upaya pelestariannya (Nugroho et al., 2019). Kebakaran hutan dan lahan di Indonesia terutama terjadi pada musim kemarau, mengakibatkan kerusakan lingkungan yang berdampak bagi ekosistem, penduduk sekitar dan negara, serta berpotensi menambah permasalahan sosial dan kerugian ekonomi (Cai, 2019).

Kebakaran hutan dan lahan disebabkan oleh 2 faktor yakni faktor alami dan faktor kegiatan manusia yang tidak terkontrol (Varela, 2019). Faktor alami antara lain oleh pengaruh El-Nino yang menyebabkan kemarau berkepanjangan sehingga tanaman menjadi kering, yang berpotensi terbakar jika terkena percikan api. Faktor kegiatan manusia yang tidak terkontrol umumnya berkaitan dengan proses pembakaran sengaja pada saat pembukaan lahan (*land clearing*). Ada 3 unsur penyebab terjadinya kebakaran hutan yakni unsur panas, bahan bakar dan udara /oksigen (Thach, 2018). Ketiga unsur di atas dapat digambarkan dalam bentuk segitiga api. Pada prinsipnya, pengendalian kebakaran hutan dan lahan adalah menghilangkan salah satu atau lebih dari unsur-unsur tadi (Cahyono & Nadjaji, 2015)

2. Metode Penelitian

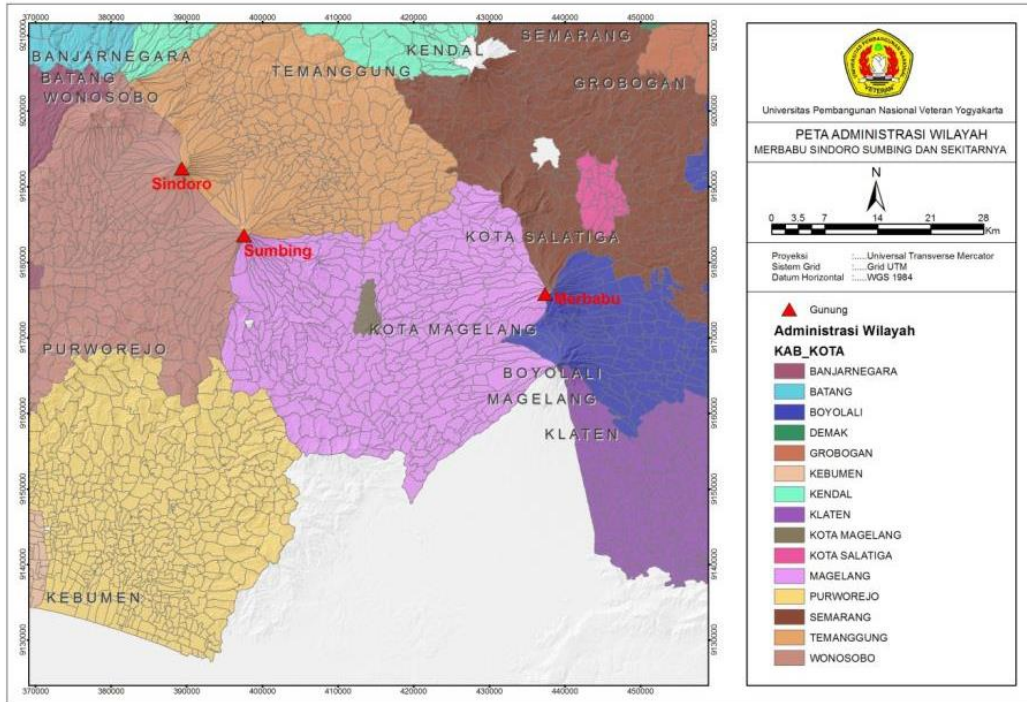


Gambar 1. Diagram alir pembuatan indeks bahaya kebakaran hutan dan lahan (DPRB BNPB, 2019 dengan modifikasi).

Analisis Bahaya Kebakaran Hutan dan Lahan meliputi 3 macam urutan kegiatan yakni (1) penyusunan indeks bahaya, (2) pengkajian bahaya dan (3) penyajian hasil kajian bahaya (Peraturan Kepala BNPB No. 2 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana, n.d.). Penyusunan indeks bahaya terdiri atas pembuatan klasifikasi penutup lahan, pembuatan peta curah hujan, pembuatan peta jenis tanah dan pengkategorian indeks bahaya, dituangkan dalam bagan alir Gambar 1 (Müller, 2020). Selanjutnya, proses pengkajian bahaya terdiri atas klasifikasi kelas bahaya, penentuan luasan kelas bahaya dan penentuan luasan kelas bahaya secara administratif, yang dibuat berdasarkan atas indeks bahaya yang sudah dibuat pada tahapan sebelumnya (Ahmed, 2019). Kemudian tahapan akhir, yakni penyajian hasil kajian bahaya terdiri atas penyajian peta bahaya

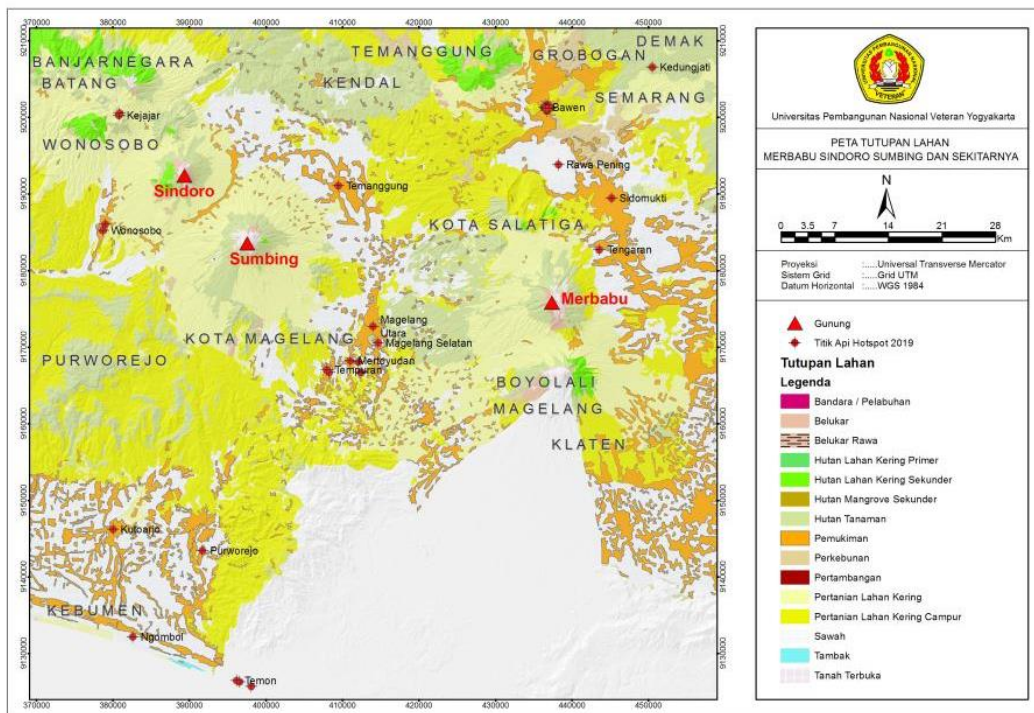
dan penyajian tabel kajian bahaya (gambar 1). Penyajian peta sesuai kaidah kartografi akan memberikan level baru bagi keefektifan penyajian data dalam format yang menarik (Brewer, 2008).

3. Hasil dan Pembahasan



Gambar 2. Peta Administrasi Wilayah Merbabu, Sindoro, Sumbing dan sekitarnya (penyusun, 2023 dengan data Rupa Bumi Indonesia Badan Informasi Geospasial / BIG).

Daerah penelitian yang berada di Merbabu, Sindoro, Sumbing dan sekitarnya, berada pada 5 wilayah administrasi yakni Kabupaten Magelang, Kabupaten Boyolali, Kabupaten Wonosobo, Kabupaten Temanggung dan Kabupaten Semarang (Ertugrul, 2021). Gunung Merbabu berada di wilayah Magelang, Boyolali dan Semarang, sementara Gunung Sindoro berada di wilayah Wonosobo dan Temanggung, dan Gunung Sumbing berada di wilayah Wonosobo, Temanggung dan Magelang (gambar 2).



Gambar 3. Peta Tutupan Lahan Merbabu, Sindoro, Sumbing dan sekitarnya (penyusun, 2023 dengan data Tutupan Lahan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan / KLHK dan data Titik Api FIRMS MODAPS

NASA).

Berdasarkan pemetaan tutupan lahan yang dilakukan untuk daerah Merbabu, Sindoro, Sumbing dan sekitarnya, ada 11 jenis tutupan lahan daerah penelitian, yakni belukar, hutan lahan kering primer, hutan lahan kering sekunder, hutan tanaman, pemukiman, perkebunan, pertanian lahan kering, pertanian lahan kering campur, sawah, tambak dan tanah terbuka (Abdollahi, 2018). Area Merbabu, Sindoro dan Sumbing didominasi oleh tutupan lahan berupa tanah terbuka, belukar, dan hutan tanaman di dekat puncak-puncaknya, dan tutupan lahan berupa pertanian lahan kering di bagian lereng-lerengnya (gambar 3) (Wang, 2018). Di atas peta tutupan lahan juga dioverlaykan data titik-titik api (*hotspot*), yang menunjukkan titik api berada di bawah lereng gunung ataupun dataran rendah



Tanah Terbuka dan sisa-sisa akar tanaman yang bisa menjadi sumber api (Lokasi: Merbabu)



Belukar di jalur Suwantiing berpotensi untuk terbakar pada musim kering (Lokasi: Merbabu)



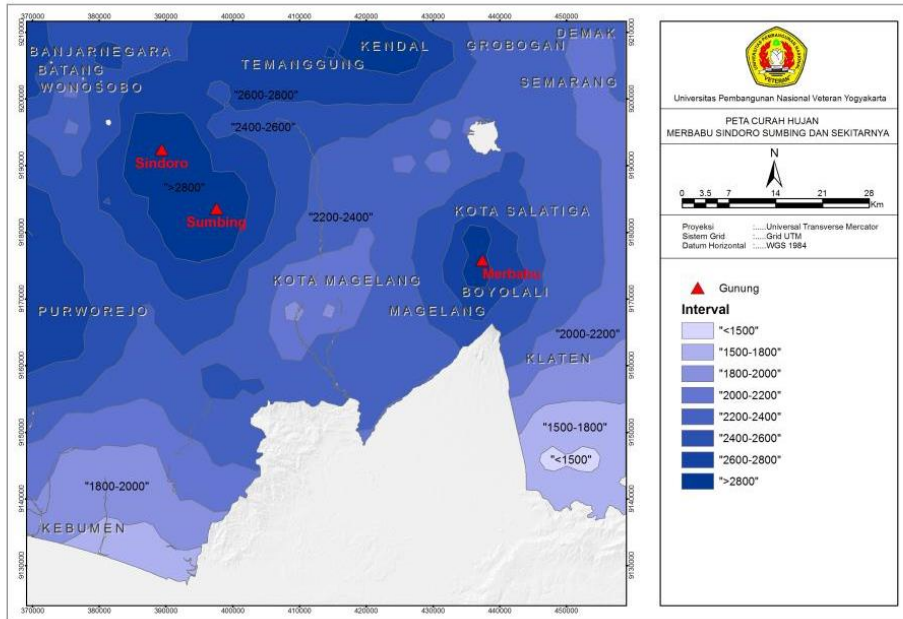
Hutan Lahan Kering Perhutani di jalur pendakian Banaran (Lokasi: Sumbing)



Lahan Pertanian Kering warga desa di jalur pendakian Alang-Alang Sewu (Lokasi: Sindoro)

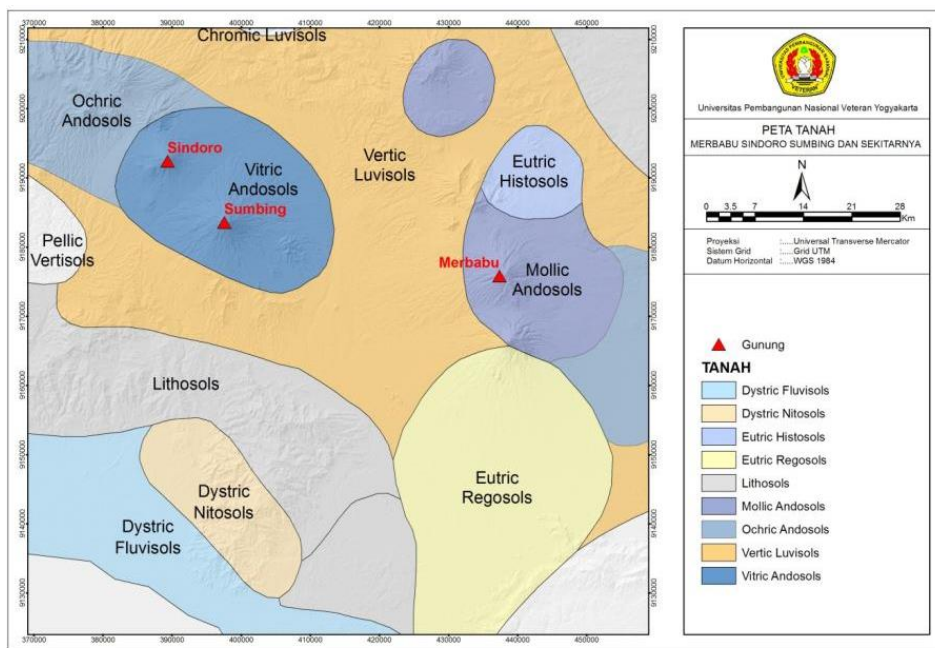
Gambar 4. Pengecekan lapangan kenampakan berbagai tutupan lahan di jalur-jalur pendakian gunung Merbabu, Sindoro dan Sumbing.

Pengecekan lapangan menunjukkan kenampakan tutupan lahan tipe tanah terbuka dengan sisa-sisa tanaman berupa akar dan batang dan semak belukar, yang sangat berpotensi untuk terbakar pada musim kering jika ada sumber panas dan oksigen yang mendukung pembakaran (Yankovich, 2019). Tutupan lahan lain yang juga menyimpan tingkat bahaya kebakaran sedang adalah hutan lahan kering, dan tutupan lahan berupa pertanian lahan kering yang tingkat bahaya kebakarannya relatif lebih rendah dibandingkan tutupan-tutupan lahan di atas (gambar 4) (Nyongesa, 2019).



Gambar 5. Peta Curah Hujan Merbabu, Sindoro, Sumbing dan sekitarnya (penyusun, 2023 dengan data dasar curah hujan CHIRPS untuk wilayah Indonesia).

Data curah hujan yang digunakan adalah data Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station (CHIRPS). Alasan penggunaan data CHIRPS adalah karena ketersediaan datanya yang mudah diakses dan resolusi $0.05^\circ \times 0.05^\circ$ (radius 5 km x 5 km) yang terbilang cukup detail (sebagai pembandingan, data curah hujan versi NASA POWER yang bisa diakses bebas hanya memiliki resolusi $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ atau radius 50 km x 50 km yang tentunya kalah detail dibandingkan data CHIRPS) (Abatzoglou, 2021). Berdasarkan pemetaan curah hujan yang dilakukan untuk daerah Merbabu, Sindoro, Sumbing dan sekitarnya, diketahui bahwa curah hujan di sekitar Merbabu, Sindoro dan Sumbing tinggi, yakni 2600-2800 mm pertahun, bahkan di puncak-puncak Merbabu, Sindoro dan Sumbing angkanya melebihi 2800 mm per tahun (gambar 5). Data yang digunakan adalah data curah hujan bulanan yang diakumulasi selama jangka 12 bulan/1 tahun (Bui, 2018).



Gambar 6. Peta Tanah Merbabu, Sindoro, Sumbing dan sekitarnya sekitarnya (penyusun, 2023 dengan data tanah FAO/UNESCO Soil Map of the World).

Berdasarkan pemetaan tanah yang dilakukan untuk daerah Merbabu, Sindoro, Sumbing dan sekitarnya, dengan menggunakan data FAO, ada 9 jenis tanah yang menyusun daerah penelitian. Dari 9 tanah tersebut jenis yang dominan di lokasi penelitian ada 7 yakni Fluvisols, Nitisols, Histosols, Regosols, Lithosols, Andosols dan Luvisols. Jenis tanah yang ditemui di Merbabu didominasi oleh jenis tanah Mollic Andosols, sementara tanah yang mendominasi Sindoro dan Sumbing adalah jenis Vitric Andosols (gambar 6) (Le, 2020). Tanah Andosols merupakan salah satu jenis tanah vulkanik yang terbentuk karena proses vulkanisme pada daerah gunung berapi. Tanah ini sangat subur dan baik untuk tanaman. Tanah Andosols umumnya berwarna coklat abu-abu kemerah-merahan, kaya akan mineral, unsur-unsur hara, air dan mineral yang mendukung pertumbuhan vegetasi.

Pengecekan lapangan menunjukkan kenampakan singkapan tanah Andosols yang mendominasi daerah vulkanik Merbabu, Sindoro dan Sumbing (gambar 7). Vegetasi-vegetasi khas yang tumbuh di daerah pegunungan dengan dukungan tanah Andosols ini contohnya tumbuhan Cantigi dan Edelweis (Peraturan Menteri Kehutanan No. P.1/Menhut-II/2009 Tentang Pengendalian Kebakaran Hutan, n.d.).



Singkapan tanah Andosols yang tebal dengan warna coklatnya yang khas (Lokasi: Sumbing)



Tanah Andosols sebagai produk pelapukan dari batuan hasil vulkanisme (Lokasi Merbabu)



Cantigi (*Vaccinium varingaefolium*) untuk konsumsi darurat pendakian (Lokasi: Sindoro)

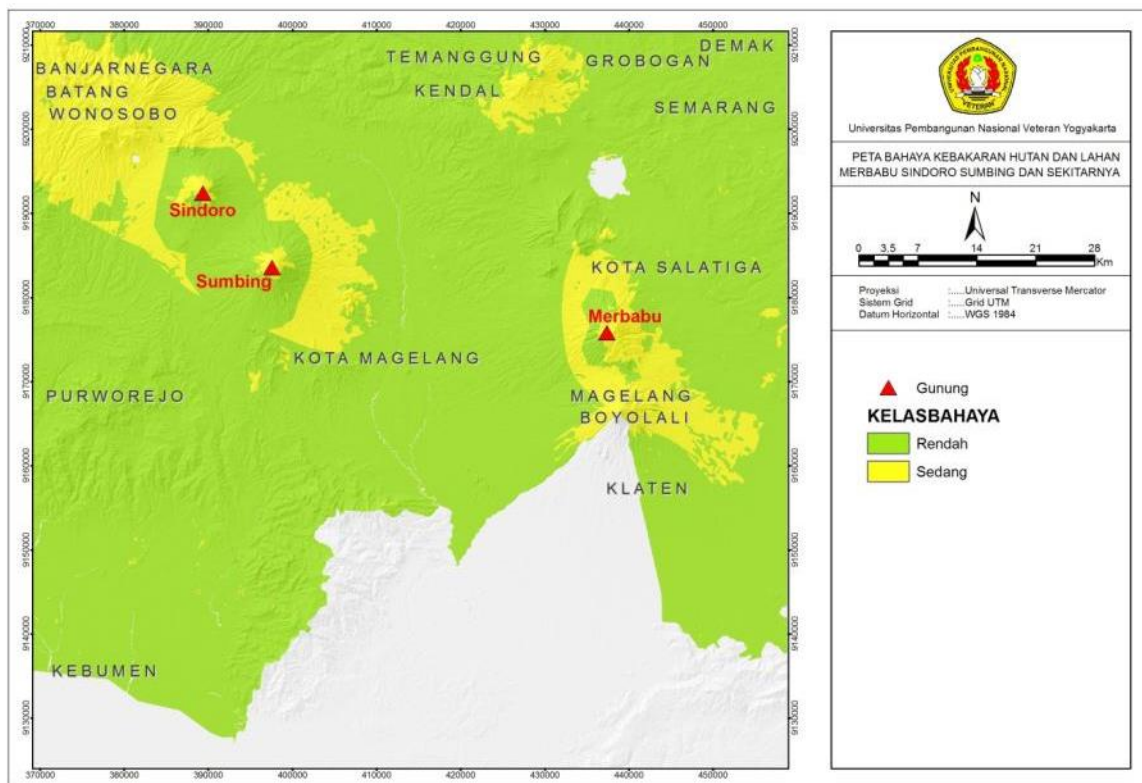


Vegetasi tumbuh subur di atas tanah Andosols (Lokasi: Sabana Merbabu)

Gambar 7. Pengecekan lapangan kenampakan singkapan tanah Andosols di jalur-jalur pendakian gunung Merbabu, Sindoro dan Sumbing.

Tabel 1. Skor dan Pembobotan Indeks Bahaya Kebakaran Hutan dan Lahan (Peraturan Kepala BNPB No 2 Tahun 2012, dengan modifikasi).

PARAMETER	SKOR			BOBOT
	0.333	0.666	1	
JENIS TUTUPAN LAHAN	Hutan Tanaman, Pertanian Lahan Kering	Hutan Lahan Kering Primer, Hutan Lahan Kering Sekunder	Belukar, Tanah Terbuka dan sisa-sisa tumbuhan	30%
CURAH HUJAN	> 2800 mm per tahun	1500-2800 mm per tahun	< 1500 mm per tahun	30%
JENIS TANAH	Non-Organik / Kaya Mineral (contoh: Andosols)		Organik / Gambut	40%



Gambar 8. Peta Bahaya Kebakaran Hutan dan Lahan daerah Merbabu, Sindoro, Sumbing dan sekitarnya (penyusun, 2023).

Skor dan pembobotan untuk menghasilkan indeks bahaya kebakaran hutan dan lahan melibatkan 3 parameter yakni jenis tutupan lahan, curah hujan dan jenis tanah (Soil Maps and Database of FAO/UNESCO Digital Soil Map of the World, n.d.). Atribut tabel berupa parameter skor rendah, menengah dan tinggi untuk masing-masing parameter ditambahkan ke dalam tabel (tabel 1). Dengan menggunakan *overlay* dari Peta tutupan lahan, peta curah hujan dan peta tanah, dan dukungan fitur-fitur piranti lunak ArcGIS, peta zona bahaya dan luasannya bisa dihitung (tabel 2) dan ditampilkan secara spasial dalam peta bahaya kebakaran hutan dan lahan Merbabu, Sindoro, Sumbing dan sekitarnya (gambar 8).

Merbabu, Sindoro dan Sumbing merupakan gunung-gunung di Jawa Tengah yang populer di kalangan para pendaki atau pencinta alam (CHIRPS 2.0 Database of 35+ Year Quasi-Global Rainfall Data Set, n.d.). Gunung Merbabu berada di wilayah Magelang, Boyolali dan Semarang, sementara Gunung Sindoro berada di wilayah Wonosobo dan Temanggung, dan Gunung Sumbing berada di wilayah Wonosobo, Temanggung dan Magelang. Dari peta bahaya

(gambar 8) dan tabel kajian bahaya (tabel 2), Daerah Magelang merupakan daerah dengan luas bahaya kebakaran hutan dan lahan yang terluas untuk Gunung Merbabu dan Gunung Sumbing, dengan luas daerah bahaya rendah 100163 Ha dan luas daerah bahaya sedang 12382 Ha. Daerah Wonosobo merupakan daerah dengan luas bahaya kebakaran hutan dan lahan yang terluas untuk Gunung Sumbing dan Gunung Sindoro, dengan luas daerah bahaya rendah 79467 Ha dan luas daerah bahaya sedang 18422 Ha. Di posisi kedua, Daerah Temanggung memiliki daerah dengan luas bahaya kebakaran hutan dan lahan terluas kedua (setelah Wonosobo) untuk Gunung Sumbing dan Gunung Sindoro, dengan luas daerah bahaya rendah 74183 Ha dan luas daerah bahaya sedang 12951 Ha.

Tabel 2. Kajian Bahaya Kebakaran Hutan dan Lahan untuk Kabupaten / Kotamadya di Merbabu, Sindoro, Sumbing dan sekitarnya (Penyusun, 2023).

No	KABUPATEN KOTAMADYA	Jenis Bencana	LUAS DAERAH BAHAYA (Ha)		
			RENDAH	SEDANG	TINGGI
1	BANJARNEGARA	Kebakaran Hutan dan Lahan	367803	16372	0
2	PURWOREJO	Kebakaran Hutan dan Lahan	1050001	167	0
3	KEBUMEN	Kebakaran Hutan dan Lahan	46224	75	0
4	WONOSOBO	Kebakaran Hutan dan Lahan	79467	18422	0
5	MAGELANG	Kebakaran Hutan dan Lahan	100163	12382	0
6	BOYOLALI	Kebakaran Hutan dan Lahan	21585	15113	0
7	KLATEN	Kebakaran Hutan dan Lahan	35036	1103	0
8	JEPARA	Kebakaran Hutan dan Lahan	440	4	0
9	GROBOGAN	Kebakaran Hutan dan Lahan	11547	9	0
10	BATANG	Kebakaran Hutan dan Lahan	75295	9863	0
11	PEKALONGAN	Kebakaran Hutan dan Lahan	17022	5760	0
12	KOTA SEMARANG	Kebakaran Hutan dan Lahan	37659	49	0
13	DEMAK	Kebakaran Hutan dan Lahan	51152	9	0
14	KENDAL	Kebakaran Hutan dan Lahan	95866	2197	0
15	SEMARANG	Kebakaran Hutan dan Lahan	87517	8731	0
16	TEMANGGUNG	Kebakaran Hutan dan Lahan	74183	12951	0
17	KOTA MAGELANG	Kebakaran Hutan dan Lahan	1784	0	0
18	KOTA SALATIGA	Kebakaran Hutan dan Lahan	5293	11	0
19	KOTA PEKALONGAN	Kebakaran Hutan dan Lahan	2698	4	0
TOTAL LUAS DAERAH BAHAYA			2160734	103222	0

4. Kesimpulan dan Saran

- a. Daerah Penelitian: Daerah penelitian terletak di wilayah Gunung Merbabu, Gunung Sindoro, Gunung Sumbing, dan sekitarnya, yang meliputi lima wilayah administrasi yakni Kabupaten Magelang, Kabupaten Boyolali, Kabupaten Wonosobo, Kabupaten Temanggung, dan Kabupaten Semarang.
- b. Tutupan Lahan: Terdapat 11 jenis tutupan lahan dalam daerah penelitian, termasuk tanah terbuka, belukar, hutan lahan kering, hutan tanaman, pemukiman, perkebunan, pertanian lahan kering, pertanian lahan kering campur, sawah, tambak, dan tanah terbuka. Tanah terbuka, belukar, dan hutan tanaman mendominasi puncak-puncak Gunung Merbabu, Gunung Sindoro, dan Gunung Sumbing, sementara pertanian lahan kering lebih umum di lereng-lerengnya.
- c. Potensi Kebakaran: Area-area dengan tutupan lahan seperti tanah terbuka dan belukar memiliki potensi kebakaran yang tinggi, terutama selama musim kering jika ada sumber panas dan oksigen yang mendukung pembakaran. Hutan lahan kering juga memiliki tingkat bahaya yang sedang.
- d. Curah Hujan: Curah hujan di sekitar Gunung Merbabu, Gunung Sindoro, dan Gunung Sumbing relatif tinggi, berkisar antara 2600-2800 mm per tahun, bahkan lebih tinggi di puncak-puncaknya.
- e. Jenis Tanah: Terdapat sembilan jenis tanah yang menyusun daerah penelitian, dengan jenis

tanah Andosols yang dominan di daerah vulkanik Gunung Merbabu, Gunung Sindoro, dan Gunung Sumbing. Tanah ini sangat subur dan cocok untuk pertanian.

- f. Indeks Bahaya Kebakaran: Pembobotan dan skor digunakan untuk menghasilkan indeks bahaya kebakaran hutan dan lahan, dengan mempertimbangkan jenis tutupan lahan, curah hujan, dan jenis tanah. Peta zona bahaya kebakaran hutan dan lahan dapat dihasilkan dengan overlay data ini.
- g. Distribusi Wilayah Bahaya: Daerah Magelang memiliki luas bahaya kebakaran hutan dan lahan terluas untuk Gunung Merbabu dan Gunung Sumbing. Daerah Wonosobo memiliki luas bahaya kebakaran hutan dan lahan terluas untuk Gunung Sindoro dan Gunung Sumbing.

Kesimpulan ini memberikan gambaran tentang potensi kebakaran hutan dan lahan di wilayah penelitian, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti tutupan lahan, curah hujan, dan jenis tanah.

Daftar Pustaka

- Abatzoglou, J. T. (2021). Increasing Synchronous Fire Danger in Forests of the Western United States. *Geophysical Research Letters*, 48(2). <https://doi.org/10.1029/2020GL091377>
- Abdollahi, M. (2018). An advanced forest fire danger forecasting system: Integration of remote sensing and historical sources of ignition data. *Remote Sensing*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/rs10060923>
- Ahmed, M. R. (2019). Introducing a new remote sensing-based model for forecasting forest fire danger conditions at a four-day scale. *Remote Sensing*, 11(18). <https://doi.org/10.3390/rs11182101>
- Brewer, C. A. (2008). *Designed Maps A Sourcebook for GIS Users* (1st ed.). ESRI Press.
- Bui, D. T. (2018). GIS-based spatial prediction of tropical forest fire danger using a new hybrid machine learning method. *Ecological Informatics*, 48, 104–116. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2018.08.008>
- Cahyono, A., & Nadjaji. (2015). Teknologi Pemanenan Air Hujan untuk Mengatasi Kekeringan dan Kebakaran Hutan. *Jurnal Teknik Pomits*, 1(1), 1–6.
- Cai, X. (2019). Evaluation of Gridded Precipitation Data and Interpolation Methods for Forest Fire Danger Rating in Alberta, Canada. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 124(1), 3–17. <https://doi.org/10.1029/2018JD028754>
- CHIRPS 2.0 database of 35+ year quasi-global rainfall data set. (n.d.).
- Ertugrul, M. (2021). Influence of climatic factor of changes in forest fire danger and fire season length in Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(1). <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08800-6>
- Le, H. V. (2020). A hybrid intelligence system based on relevance vector machines and imperialist competitive optimization for modelling forest fire danger using GIS. *Journal of Environmental Informatics*, 36(1), 43–57. <https://doi.org/10.3808/jei.201800404>
- Müller, M. M. (2020). Towards an integrated forest fire danger assessment system for the European Alps. *Ecological Informatics*, 60. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2020.101151>
- Nugroho, P. C., Pinuji, S. E., Yulianti, G., & others. (2019). *Modul Teknis Penyusunan Kajian Risiko Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan*.
- Nyongesa, K. (2019). Evaluating management strategies for Mount Kenya Forest Reserve and National Park to reduce fire danger and address interests of various stakeholders. *Forests*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/f10050426>
- Peraturan Kepala BNPB No. 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana. (n.d.).
- Peraturan Menteri Kehutanan No. P.1/Menhut-II/2009 tentang Pengendalian Kebakaran Hutan. (n.d.).
- Soil Maps and Database of FAO/UNESCO Digital Soil Map of the World. (n.d.).
- Thach, N. N. (2018). Spatial pattern assessment of tropical forest fire danger at Thuan Chau area (Vietnam) using GIS-based advanced machine learning algorithms: A comparative study. *Ecological Informatics*, 46, 74–85. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2018.05.009>
- Varela, V. (2019). Projection of forest fire danger due to climate change in the French Mediterranean region. *Sustainability (Switzerland)*, 11(16). <https://doi.org/10.3390/su11164284>
- Wang, L. (2018). RAFFIA: Short-term forest fire danger rating prediction via multiclass logistic regression. *Sustainability (Switzerland)*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/su10124620>
- Yankovich, K. S. (2019). Classification of Vegetation to Estimate Forest Fire Danger Using Landsat 8 Images: Case Study. *Mathematical Problems in Engineering*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/6296417>