

## ANALISIS KERUSAKAN LINGKUNGAN AKIBAT PERTAMBANGAN PASIR DI SUNGAI PROGO

Eko Teguh Paripurno<sup>1\*</sup>, Awang Hendrianto Pratomo<sup>1</sup>, Purbudi Wahyuni<sup>1</sup>, Nandra Eko Nugroho<sup>2</sup>, Wahyu Sugeng Triadi<sup>2</sup>, Gigih Aditya Pratama<sup>2</sup>, Sukiyani<sup>2</sup>, Gandar Mahojwala<sup>2</sup>, Wana Kristanto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Magister Manajemen Bencana, Fakultas Teknologi Mineral UPN Veteran Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Pusat Studi Manajemen Bencana, UPN Veteran Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

\*paripurno@upnyk.ac.id

Diterima: 4 November 2024

Direvisi: 30 September 2025

Dipublikasikan: 25 Oktober 2025

### ABSTRACT

*Mining activities can significantly impact the physical environment, particularly in areas close to critical infrastructures such as rivers and residential buildings. This research purposively choose a corporation mining activities in the Progo River to being evaluated in the context of environmental damage. This study aims to assess the extent of environmental damage in and around of corporation mining concession area, specifically focusing on river degradation, erosion, and structural instability. The goal is to classify the damage according to established environmental criteria and determine the severity of the impact. The research utilized aerial photographs, satellite imagery, and photos obtained from drones. These were first processed using photogrammetry software, followed by geometric correction on the images to eliminate perspective distortion and topographic tilt, resulting in an accurate orthophoto. The orthophoto was then analyzed spatially using a Geographic Information System (GIS). The assessment was carried out using the criteria and benchmarks provided by the Governor's Decree of the Special Region of Yogyakarta No. 63 of 2003. The findings indicate significant environmental damage due to PT A's mining activities. River flow changes were identified, with a shift to a meandering pattern and the formation of deep troughs in the riverbed. Based on the analysis, the environmental damage caused by PT A's mining activities falls into the category of severe damage. The degradation of the river, erosion of land, and instability of nearby infrastructure necessitate urgent attention and mitigation efforts to prevent further environmental harm.*

**Keywords:** Disaster; Environment; Landslide; Progo River.

### ABSTRAK

*Kegiatan penambangan dapat berdampak signifikan terhadap lingkungan fisik, terutama di area yang dekat dengan infrastruktur penting seperti sungai dan bangunan tempat tinggal. Penelitian ini secara sengaja memilih kegiatan penambangan suatu perusahaan di Sungai Progo untuk dievaluasi dalam konteks kerusakan lingkungan. Studi ini bertujuan untuk menilai sejauh mana kerusakan lingkungan di dalam dan sekitar area konsesi penambangan perusahaan, dengan fokus khusus pada degradasi sungai, erosi, dan ketidakstabilan struktural. Tujuannya adalah untuk mengklasifikasikan kerusakan sesuai dengan kriteria lingkungan yang telah ditetapkan dan menentukan tingkat keparahan dampaknya. Penelitian ini menggunakan foto udara, citra satelit dan foto yang diperoleh dari drone pertama-tama diproses menggunakan perangkat lunak fotogrametri, yang dilanjutkan dengan koreksi geometrik pada citra untuk menghilangkan distorsi perspektif dan kemiringan topografi, menghasilkan ortofoto yang akurat. Ortofoto kemudian dianalisis secara spasial menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Penilaian dilakukan dengan menggunakan kriteria dan tolok ukur yang diberikan oleh Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No. 63 tahun 2003. Temuan menunjukkan adanya kerusakan lingkungan yang signifikan akibat kegiatan penambangan PT A. Perubahan aliran sungai teridentifikasi, dengan pergeseran ke pola berkelok-kelok dan pembentukan cekungan dalam di dasar sungai. Berdasarkan analisis, kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh kegiatan penambangan PT A tergolong dalam kategori kerusakan berat. Degradasi sungai, erosi tanah, dan ketidakstabilan infrastruktur di sekitarnya memerlukan perhatian mendesak dan upaya mitigasi untuk mencegah kerusakan lingkungan lebih lanjut.*

**Kata Kunci:** *Bencana; Lingkungan; Sungai Progo; Tanah longsor.*

## A. PENDAHULUAN

Penambangan pasir telah menjadi bagian dari kehidupan masyarakat di sekitar gunung berapi, baik sebagai pekerjaan penuh waktu maupun paruh waktu (Widodo et al., 2018). Penambangan pasir menawarkan cara cepat untuk mendapatkan uang bagi masyarakat, meskipun dalam jangka panjang, penambangan memiliki dampak lingkungan (Widyastuti et al., 2019). Ketika melihat isu penambangan, masyarakat sering kali terbagi menjadi dua kelompok: pro-penambangan, yang mengutamakan kepentingan ekonomi, dan anti-penambangan, yang mengutamakan kepedulian terhadap lingkungan. Kelompok anti-penambangan memandang kegiatan penambangan sebagai memberikan sedikit manfaat ekonomi bagi masyarakat setempat. Sebaliknya, mereka melihat penambangan sebagai ancaman bagi keberadaan mereka, karena menimbulkan risiko bencana dan kerusakan lingkungan (ST Risalatul Ma'rifah, Nawiyanto, 2014).

Penambangan membawa risiko seperti berkurangnya ketersediaan air, perubahan struktur tanah, potensi longsor, penurunan kapasitas infiltrasi, serta penyerapan air tanah, dan hilangnya bahan organik tanah (Yudhistira et al., 2011). Penambangan pasir juga merusak jalur evakuasi, karena jalan yang sama digunakan untuk evakuasi bencana (Wahyu Wijayanti et al., 2020). Dalam beberapa kasus, seperti kegiatan penambangan pasir di Gunung Merapi di wilayah Klaten, Jawa Tengah, ini menyebabkan kerusakan pada lahan pertanian dan perkebunan (Syaiyulloh, 2021). Di Kecamatan Wlingi, Kabupaten Blitar, tonase yang berlebihan telah menyebabkan kerusakan pada jalan umum (Sari, 2020). Di sisi lain, banjir lava dingin yang membawa pasir juga telah menjadi peluang ekonomi bagi masyarakat, mengubah persepsi tentang bencana dari yang hanya negatif menjadi juga sebagai peluang (Clairine et al., 2024).

Studi tentang Kegiatan Sosial-Ekonomi Penambang Pasir di Tapa, 1998-2010, menunjukkan bahwa penambangan pasir bahkan meningkatkan tingkat konflik di dalam masyarakat (Hasan et al., 2023). Di Indonesia, peneliti tidak menemukan publikasi yang menganalisis kerusakan lingkungan menggunakan mekanisme standar kriteria yang diberikan oleh pemerintah daerah. Mengingat kompleksitas kondisi ini, studi ini bertujuan untuk menilai sejauh mana kerusakan lingkungan di dalam dan sekitar area konsesi penambangan perusahaan, dengan fokus khusus pada degradasi sungai, erosi, dan ketidakstabilan struktural. Tujuannya adalah untuk mengklasifikasikan kerusakan sesuai dengan kriteria lingkungan yang telah ditetapkan dan menentukan tingkat keparahan dampaknya. Penelitian

ini juga menilai apakah perusahaan cenderung mematuhi praktik penambangan yang baik seperti yang diuraikan dalam Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No. 63 tahun 2003.

## B. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan melalui fotografi udara menggunakan drone di PT A, yang merupakan perusahaan yang dipilih secara khusus untuk evaluasi kegiatan penambangannya. PT A bersebelahan dengan Dusun Jomboran, Dusun Nanggulan, Desa Sendangagung, Kecamatan Minggir, Kabupaten Sleman, serta Dusun Wiyu, Dusun Pundak Wetan, Desa Kembang, Kecamatan Nanggulan, Kabupaten Kulon Progo. Berdasarkan foto udara, analisis kerusakan lingkungan dilakukan. Data foto udara mentah yang diperoleh dari drone pertama-tama diproses menggunakan perangkat lunak fotogrametri, yang dilanjutkan dengan koreksi geometrik pada citra untuk menghilangkan distorsi perspektif dan kemiringan topografi, menghasilkan ortofoto yang akurat. Ortofoto kemudian dianalisis secara spasial menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG).

Analisis tingkat kerusakan lingkungan merujuk pada Kriteria Standar Kerusakan Lingkungan untuk Usaha dan/atau Kegiatan Pertambangan Kelas C di Provinsi Yogyakarta, yang mencakup: 1) Jarak dari Jembatan; 2) Aliran Sungai; 3) Erosi; dan 4) Degradasi; seperti yang disajikan pada Tabel 1. (*Decree of the Governor of the Special Region of Yogyakarta Number 63 of 2003 Concerning Standard Criteria for Environmental Damage for Class C Mining Enterprises and/or Activities in the DIY Province, 2003*).

**Tabel 1.** Klasifikasi Tingkat Kerusakan Lingkungan (Sumber: Keputusan Gubernur DIY No. 63 Tahun 2003)

No	Klasifikasi	Range Skor Total
1	Rusak Ringan	10 – 16
2	Rusak Sedang	17 – 23
3	Rusak Berat	24 – 30

Penilaian didasarkan pada tolok ukur untuk setiap elemen kerusakan lingkungan sebagaimana disajikan pada Tabel 2, dengan klasifikasi yang berkisar dari baik (skor 1), sedang (skor 2), hingga rusak (skor 3). Pembobotan dilakukan berdasarkan tingkat pengaruh masing-masing elemen terhadap kerusakan, mulai dari sangat berpengaruh (bobot 4), berpengaruh (bobot 3), agak berpengaruh (bobot 2), hingga kurang berpengaruh (bobot 1).

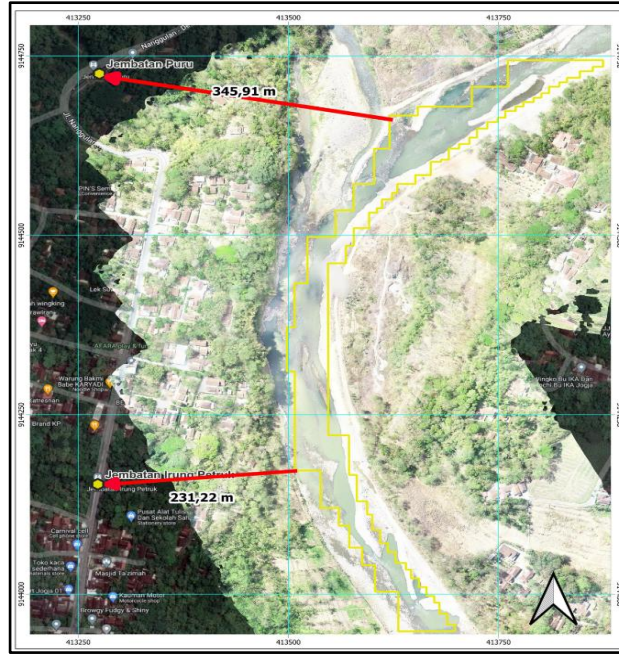
**Tabel 2.** Klasifikasi Tolok Ukur (Sumber: Keputusan Gubernur DIY No. 63 Tahun 2003)

Aspek	Tolak Ukur	Klasifikasi	Skor
Jarak dari Jembatan	> 500 m ke arah hulu, atau >1.000 m ke arah hilir	Baik	1
	> 350 m ke arah hulu, atau >800 m ke arah hilir	Sedang	2
	<350 m ke arah hulu, atau <800 m ke arah hilir	Rusak	3
Aliran Sungai	Tidak terjadi perubahan alur/aliran sungai	Baik	1
	Terjadi tanda-tanda perubahan alur/aliran sungai	Sedang	2
	Terjadi perubahan alur/aliran sungai	Rusak	3
Erosi	Tidak terjadi erosi tebing dan bangunan	Baik	1
	Terjadi gejala erosi dan belum terjadi longsor dan gangguan kestabilan bangunan	Sedang	2
	Terjadi gejala erosi tebing, dan gejala longsor/gangguan kestabilan bangunan	Rusak	3
Degradasi	Tidak terjadi perubahan bentuk dasar sungai dan tidak terjadi degradasi	Baik	1
	Terjadi perubahan bentuk dasar sungai dari trapesium menjadi "U" atau dari "U" menjadi "V" dan tidak menimbulkan gangguan kestabilan bangunan sungai	Sedang	2
	Terjadi perubahan bentuk dasar sungai dari trapesium menjadi "V" dan gangguan kestabilan bangunan sungai	Rusak	3

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Jarak Penambangan dan Bangunan Sungai

Berdasarkan analisis unsur jarak jembatan/bangunan sungai ke lokasi pertambangan, Jembatan Irung Petruk dan Jembatan Puru masuk klasifikasi Rusak dengan jarak <800 m ke arah hilir dari jembatan/bangunan sungai ke arah lokasi pertambangan seperti yang disajikan pada peta Gambar 1. Tabel 3 menjelaskan bahwa kerusakan tersebut menyebabkan penghitungan skor kerusakan pada nilai 3.



**Gambar 1.** Posisi dan jarak jembatan dari lokasi pertambangan/IUP PT A (Sumber: Hasil analisis, 2024)

**Tabel 3.** Unsur Jarak dari Jembatan/Bangunan Sungai dari Lokasi Pertambangan PT A (Sumber: Hasil Analisis, 2024)

No	Nama Jembatan	Jarak ke IUP	Klasifikasi	Skor
1	Jembatan Irung Petruk	231,22 m ke arah hilir dari jembatan	Rusak	3
2	Jembatan Puru	345,91 m ke arah hilir dari jembatan	Rusak	3

### Perubahan Aliran Sungai Progo

Berdasarkan hasil analisis kondisi aliran sungai dengan pendekatan citra satelit sebelum aktivitas pertambangan (Mei, 2020) dan foto udara pasca aktivitas pertambangan (1 September 2023) disimpulkan bahwa telah terjadi perubahan alur/aliran Sungai Progo di wilayah konsesi tambang PT A. Sebelum terjadinya aktivitas pertambangan PT A (Gambar 2) aliran sungai progo memiliki alur berbelok/bermeander dengan bentuk menyerupai bentuk huruf “S”, dan dikategorikan sebagai alur sungai bermeander. Sedangkan setelah aktivitas pertambangan (Gambar 3) terjadi perubahan yang signifikan terhadap aliran sungai yang berkembang menjadi alur bercabang (braided) karena ketidakseragaman kedalaman palung sungai dan tumpukan material akibat aktivitas pertambangan di sungai. Maka dari itu berdasarkan Keputusan Gubernur Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 63 Tahun 2003 tentang Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Bagi Usaha dan/atau Kegiatan

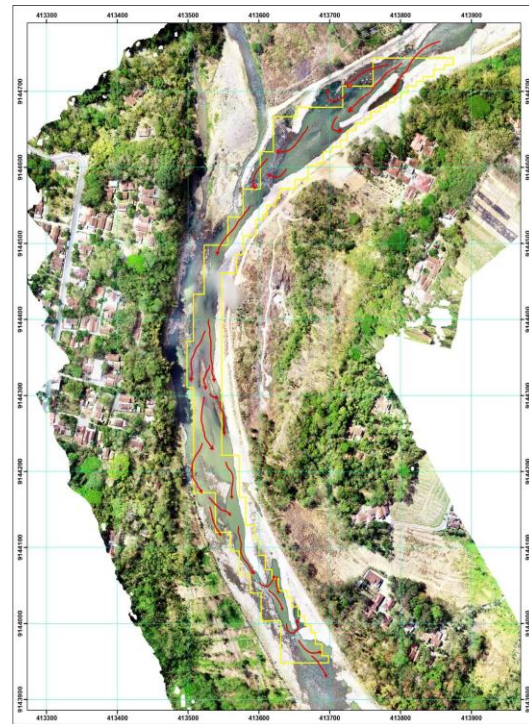
Penambangan Bahan Galian Golongan C di Wilayah Provinsi DIY, pola aliran sungai di wilayah konsesi/IUP PT A telah rusak seperti yang disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Klasifikasi Kerusakan Lingkungan pada Unsur Aliran Sungai (Sumber: Hasil Analisis, 2024)

Unsur	Tolak Ukur	Klasifikasi	Skor
Aliran sungai sesudah aktivitas pertambangan	Terjadi perubahan alur/aliran sungai	Rusak	3



**Gambar 2.** Aliran Sungai Progo di wilayah konsesi tambang PT A sebelum aktivitas



**Gambar 3.** Peta perubahan aliran Sungai Progo di wilayah pertambangan PT A setelah aktivitas pertambangan, 1 September 2023 (Sumber: Hasil analisis, 2023)

### Erosi

Secara umum erosi dapat dikatakan sebagai proses terlepasnya butiran tanah dari induknya di suatu tempat dan terangkutnya material tersebut oleh gerakan air atau angin kemudian diikuti dengan pengendapan material yang terangkut di tempat lain. Pada dasarnya erosi yang paling sering terjadi dengan tingkat produksi sedimen (sediment yield) paling besar adalah erosi permukaan (sheet erosion) jika dibandingkan dengan beberapa jenis erosi yang lain yakni erosi alur (rill erosion), erosi parit (gully erosion) dan erosi tebing sungai (streambank erosion). Dalam prosesnya pada wilayah Sungai Progo, erosi juga didorong adanya aktivitas manusia berupa pertambangan pasir dan batu (sirtu) yang memicu intensitas

erosi. Dalam praktiknya di lapangan, aktivitas pertambangan PT A dengan menambah kedalaman palung sungai mempengaruhi kestabilan lereng, sekaligus berdampak pada kestabilan bangunan-bangunan perumahan warga di sekitar lokasi pertambangan PT A. Akibatnya telah terjadi longsor dan retakan bangunan permukiman warga di beberapa tebing di sekitar wilayah aktivitas pertambangan PT A sebagaimana disajikan pada Gambar 4 dan 5. Maka dari itu berdasarkan Keputusan Gubernur Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 63 Tahun 2003 tentang Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Penambangan Bahan Galian Golongan C di Wilayah Provinsi DIY, erosi tebing/bangunan telah rusak seperti yang disajikan pada Tabel 5.



**Gambar 4.** Tebing yang longsor di sekitar IUP PT A relatif luas dan parah, ditangani tidak maksimal (Sumber: Foto Udara 1 September 2023)



**Gambar 5.** Tebing longsor di sekitar wilayah IUP PT A (Sumber: Foto Udara 1 September 2023)

**Tabel 5.** Klasifikasi Kerusakan Lingkungan pada Unsur Aliran Sungai (Sumber: Hasil Analisis, 2024)

Unsur	Tolak Ukur	Klasifikasi	Skor
Erosi tebing/ bangunan	Terjadi erosi dan gejala longsor/gangguan kestabilan bangunan	Rusak	3

### Degradasi

Parameter degradasi sungai akibat pertambangan pada Keputusan Gubernur Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 63 Tahun 2003 tentang Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Penambangan Bahan Galian Golongan C di Wilayah Provinsi DIY adalah terjadinya perubahan bentuk dasar sungai. Dalam praktik penambangan memakai excavator pada dasar Sungai Progo mengakibatkan adanya pendalaman pada sebagian dasar sungai. Hal tersebut menyebabkan terjadinya penurunan muka air di sungai dan mengubah morfologi dasar sungai yang semula relatif datar menjadi palung berbentuk “V” di beberapa bagian sebagaimana disajikan pada Gambar 6 dan 7. Maka dari itu

berdasarkan Keputusan Gubernur Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 63 Tahun 2003 tentang Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Penambangan Bahan Galian Golongan C di Wilayah Provinsi DIY, degradasi telah memenuhi klasifikasi sedang seperti yang disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Klasifikasi Kerusakan Lingkungan pada Unsur Aliran Sungai (Sumber: Hasil Analisis, 2024)

Unsur	Tolak Ukur	Klasifikasi	Skor
Degradasi	Terjadi perubahan bentuk dasar sungai dari trapesium menjadi “U” atau dari “U” menjadi “V” dan tidak menimbulkan kestabilan bangunan sungai ( <b>tidak ada bangunan sungai</b> )	Sedang	2



**Gambar 6.** Penampakan dasar sungai yang lebih dalam (kotak merah) daripada sekitarnya (Sumber: Foto Udara 1 September 2023)



**Gambar 7.** Penampakan dasar sungai yang lebih dalam (kotak merah) daripada sekitarnya akibat penggalian dasar sungai untuk mengambil dan menangkap pasir (Sumber: Foto Udara 1 September 2023)

### Kriteria Kerusakan Lingkungan Fisik Akibat Pertambangan PT A

Dari hasil analisis kerusakan lingkungan fisik pada lokasi pertambangan PT A dan sekitarnya akibat aktivitas pertambangan PT A, sesuai dengan tolak ukur dan metode penilaian tingkat kerusakan lingkungan fisik yang dimuat dalam Keputusan Gubernur Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 63 Tahun 2003 tentang Kriteria Baku

Kerusakan Lingkungan Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Penambangan Bahan Galian Golongan C di Wilayah Provinsi DIY pada Tabel 7, disimpulkan bahwa tingkat kerusakan lingkungan fisik akibat aktivitas pertambangan PT A termasuk kategori **RUSAK BERAT**.

**Tabel 7.** Kesimpulan Tingkat Kerusakan Lingkungan (Sumber: Hasil Analisis, 2024)

No	Unsur	Skor	Bobot	Total
1	Jarak dari Jembatan/Bangunan Sungai	3	4	12
2	Bentuk Alur Sungai	3	1	3
3	Erosi dan Gangguan Kestabilan Bangunan	3	3	9
4	Degradasi	2	2	4
<b>Total Skor</b>				<b>26</b>

#### **RUSAK BERAT**

Hasil ini menegaskan bahwa kegiatan penambangan PT A telah menimbulkan dampak yang sangat serius terhadap lingkungan fisik, melampaui ambang batas toleransi kerusakan, dan memerlukan perhatian mendesak serta upaya mitigasi yang serius untuk mencegah kerusakan lingkungan lebih lanjut. Penelitian ini menggarisbawahi pentingnya pengawasan ketat terhadap praktik penambangan untuk memastikan kepatuhan terhadap regulasi dan perlindungan terhadap lingkungan serta masyarakat sekitar.

#### **D. KESIMPULAN**

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak lingkungan akibat kegiatan penambangan yang dilakukan oleh PT A di wilayah Sungai Progo, khususnya di sekitar Dusun Jomboran, Nanggulan, dan Kembang. Melalui analisis fotografi udara dan citra satelit, ditemukan bahwa aktivitas penambangan telah menyebabkan kerusakan signifikan terhadap lingkungan fisik di area tersebut. Berdasarkan keseluruhan analisis, tingkat kerusakan lingkungan fisik akibat aktivitas penambangan PT A dikategorikan sebagai "Rusak Berat" dengan total skor 26, yang menunjukkan dampak yang sangat serius dan memerlukan perhatian serta tindakan mitigasi segera. Penelitian ini menggarisbawahi pentingnya pengawasan yang ketat terhadap praktik penambangan untuk melindungi lingkungan dan masyarakat sekitar.

## E. DAFTAR PUSTAKA

- Clairine, A., Wiyono, E. N., & Wakhit, M. H. (2024). *Living Harmony With Disaster : Studi Interaksionisme Simbolik Terhadap Transformasi Makna Banjir Lahar Dingin Sebagai Sarana Pembangunan Ekonomi Warga Desa Gondoruso*. 2(1), 111–119.
- Decree of the Governor of the Special Region of Yogyakarta Number 63 of 2003 concerning Standard Criteria for Environmental Damage for Class C Mining Enterprises and/or Activities in the DIY Province*. (2003).
- Hasan, R., Hasan, R., & Latif, F. R. (2023). Aktivitas Sosial Ekonomi Penambang Pasir Di Tapa Tahun 1998-2010 Sand Miner Socio Economic Activities in Tapa , 1998-2010. *Dynamics of Rural Society Journal*, 01(02), 76–84. <http://drsj.fis.ung.ac.id/index.php/DRSJ/article/view/27%0Ahttp://drsj.fis.ung.ac.id/index.php/DRSJ/article/download/27/13>
- Sari, L. N. I. (2020). Dampak Tambang Pasir Terhadap Kerusakan Jalan di Desa Babadan Kecamatan Wlingi Kabupaten Blitar. *Jurnal Swara Bhumi*, V(8), 1–8.
- ST Risalatul Ma'rifah, Nawiyanto, R. E. W. (2014). Kecamatan Yosowilangun , Kabupaten Lumajang ( the Conflict of Iron Sand Mining in Wogalih Village .. *Publika Budaya*, 2(1), 85–92.
- Syaifulloh, A. K. (2021). Dampak Kerusakan Lingkungan Akibat Penambangan Pasir Merapi di Klaten. *Jurnal Penegakan Hukum Dan Keadilan*, 2(2), 147–161. <https://doi.org/10.18196/jphk.v2i2.9990>
- Wahyu Wijayanti, A., Sutiaputri, L. F., & Heryana, W. (2020). Kerentanan Masyarakat Desa Balerante, Kemalang, Klaten, Terhadap Ancaman Bencana Letusan Gunung Merapi. *Jurnal Ilmiah Pemberdayaan Dan Perlindungan Sosial*, 2(2), 118–130.
- Widodo, D. R., Nugroho, S. P., & Asteria, D. (2018). Analisis Penyebab Masyarakat Tetap Tinggal di Kawasan Rawan Bencana Gunung Merapi (Studi di Lereng Gunung Merapi Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 15(2), 135. <https://doi.org/10.14710/jil.15.2.135-142>
- Widyastuti, D. A. R., Birowo, M. A., & Sidhi, T. A. P. (2019). Konsep Diri Perempuan Di Kawasan Rawan Bencana Gunung Merapi. *Jurnal ASPIKOM*, 4(1), 156. <https://doi.org/10.24329/aspikom.v4i1.420>
- Yudhistira, Hidayat, W. K., & Hidayarto, A. (2011). Kajian Dampak Kerusakan Lingkungan Akibat Kegiatan Gunung Merapi. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 9(2), 76–84.