



Dampak Aktivitas Geotermal Terhadap Lingkungan Dan Kehidupan Masyarakat Desa Roburan Dolok Kabupaten Mandailing Natal

Erika Dwi Andina¹, Maria Hanifah^{2*}

^{1,2}Tadris IPA, STAIN Mandailing Natal, Indonesia

*Corresponding Author. Email: maria.hanifah05@gmail.com

Abstract

Geothermal activity represents a renewable energy source with significant potential in Indonesia. However, natural geothermal activity can also impact the environment and local communities if not managed appropriately. This study aims to analyze the impacts of sulfurous hot water activity in Roburan Dolok Village, South Panyabungan District, Mandailing Natal Regency, focusing on environmental conditions, public health, and socio-economic aspects. A descriptive qualitative approach was employed, utilizing in-depth interviews with local residents and subsequent analysis through a literature review. The findings indicate that the sulfurous hot water activity has caused river water pollution, damage to agricultural land, reduced plantation productivity, accelerated corrosion of building materials, and accident risks from hot mud eruptions, alongside community concerns regarding clean water availability. Conversely, the area holds great potential as a geothermal energy source if developed according

Keywords:

geothermal, hot mud, sulfur, Roburan Dolok, environment.

History

Received:
15 Agustus
2026

Revised:
29 Agustus
2026

Accepted:
5 September
2026

Abstrak

Aktivitas panas bumi (*geotermal*) merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar di Indonesia. Namun, aktivitas geotermal alami juga dapat menimbulkan dampak terhadap lingkungan dan kehidupan masyarakat apabila tidak dikelola secara tepat. Penelitian ini bertujuan menganalisis dampak aktivitas air panas belerang di Desa Roburan Dolok, Kecamatan Panyabungan Selatan, Kabupaten Mandailing Natal terhadap kondisi lingkungan, kesehatan masyarakat, serta aspek sosial ekonomi. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif melalui wawancara mendalam dengan masyarakat setempat yang kemudian dianalisis menggunakan studi literatur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas air panas belerang telah menyebabkan pencemaran air sungai, kerusakan lahan pertanian, penurunan produktivitas perkebunan, percepatan korosi material bangunan, risiko kecelakaan akibat semburan lumpur panas, serta kekhawatiran masyarakat terhadap ketersediaan air bersih. Di sisi lain, kawasan tersebut memiliki potensi besar sebagai sumber energi panas bumi apabila dikembangkan dengan prinsip keberlanjutan. Oleh karena itu diperlukan pengawasan lingkungan, mitigasi bencana, edukasi masyarakat, serta

pengelolaan panas bumi yang memperhatikan aspek ekologis, sosial, dan ekonomi.

Kata kunci:

geotermal, lumpur panas, belerang, Roburan Dolok, lingkungan.

How to cite:

Andina-Erika Dwi, Hanifah, Maria. (2026). Dampak Aktivitas Geotermal Terhadap Lingkungan Dan Kehidupan Masyarakat Desa Roburan Dolok Kabupaten Mandailing Natal . *Journal of Educational and Applied Natural Sciences*, 7(2), 106-113. doi: <https://doi.org/10.21831/jser.v.xxxx>.

This open access article is distributed under a (CC-BY SA 4.0 License) 

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan potensi energi panas bumi (*geothermal*) terbesar di dunia karena berada pada jalur *Ring of Fire*. Potensi tersebut diperkirakan mencapai lebih dari 23 GW atau sekitar 40% dari total potensi panas bumi dunia sehingga menjadikan panas bumi sebagai salah satu energi baru terbarukan yang strategis dalam mendukung ketahanan energi nasional dan pembangunan rendah karbon (Wiriansyah, 2020). Pemanfaatan energi panas bumi di Indonesia diatur dalam Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2014 tentang Panas Bumi, yang menegaskan bahwa pengelolaannya harus dilakukan secara optimal, berkelanjutan, dan tetap memperhatikan kelestarian lingkungan serta kesejahteraan masyarakat.

Salah satu wilayah yang memiliki potensi panas bumi adalah Wilayah Kerja Panas Bumi (WKP) Sorik Marapi di Kabupaten Mandailing Natal, Sumatera Utara. Kawasan ini ditandai oleh berbagai manifestasi geotermal, seperti mata air panas, alterasi hidrotermal, gas vulkanik, dan semburan lumpur panas yang menunjukkan adanya sistem panas bumi aktif. Hasil eksplorasi geofisika dan geokimia juga mengindikasikan keberadaan reservoir panas bumi dengan jalur migrasi fluida melalui rekahan batuan menuju permukaan (Kadri, 2022).

Salah satu desa yang berada di sekitar kawasan tersebut adalah Desa Roburan Dolok, Kecamatan Panyabungan Selatan. Berdasarkan hasil wawancara, sejak tahun 2019 terjadi peningkatan jumlah titik semburan air panas dan lumpur panas yang berdampak pada kerusakan lahan pertanian, penurunan kualitas air, munculnya bau belerang, serta meningkatnya korosi pada bangunan. Kondisi ini menunjukkan bahwa aktivitas geotermal tidak hanya memberikan potensi energi, tetapi juga memengaruhi kualitas lingkungan dan kehidupan masyarakat.

Penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada karakteristik geologi dan sistem panas bumi. (Rahmayani, 2020) mengkaji pola penyebaran fluida bawah permukaan di kawasan Sorik Marapi, sedangkan (Hapsari, 2023) mengidentifikasi lapisan bawah permukaan menggunakan metode geolistrik. Dari aspek lingkungan, (Magfiroh, 2024) menjelaskan pengaruh kandungan sulfur terhadap sifat termal air panas, (Saputra, 2026) mengkaji kandungan sulfur pada badan air, serta (Faisya, 2019) menjelaskan risiko kesehatan akibat paparan gas hidrogen sulfida (H_2S). Sementara itu, (Nasution, 2026) menunjukkan bahwa semburan lumpur panas berdampak pada penurunan pendapatan dan perubahan strategi ekonomi keluarga petani di Desa Roburan Dolok.

Meskipun demikian, penelitian yang mengintegrasikan aspek geotermal, lingkungan, kesehatan, sosial ekonomi, serta kebijakan dalam satu kajian masih terbatas. Padahal, pendekatan multidisiplin diperlukan untuk menghasilkan rekomendasi pengelolaan kawasan panas bumi yang berkelanjutan. Oleh karena itu, kebaruan penelitian ini terletak pada analisis terpadu mengenai dampak aktivitas geotermal di Desa Roburan Dolok dengan memadukan hasil wawancara masyarakat, kajian ilmiah, serta analisis berdasarkan Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2014

tentang Panas Bumi, Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, dan Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan **menganalisis** dampak aktivitas geotermal terhadap lingkungan dan kehidupan masyarakat di Desa Roburan Dolok, Kecamatan Panyabungan Selatan, Kabupaten Mandailing Natal, serta merumuskan rekomendasi pengelolaan kawasan panas bumi yang berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif untuk memperoleh pemahaman secara mendalam mengenai aktivitas geotermal di Desa Roburan Dolok serta dampaknya terhadap kondisi lingkungan dan kehidupan masyarakat. Pendekatan ini dipilih karena mampu menggambarkan fenomena berdasarkan pengalaman, persepsi, dan pengetahuan masyarakat yang terdampak secara langsung.

Penelitian dilaksanakan di Desa Roburan Dolok, Kecamatan Panyabungan Selatan, Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatera Utara, yang merupakan bagian dari Wilayah Kerja Panas Bumi (WKP) Sorik Marapi. Lokasi penelitian dipilih karena memiliki manifestasi panas bumi berupa mata air panas dan semburan lumpur panas yang masih aktif serta telah menimbulkan dampak terhadap lingkungan dan aktivitas masyarakat. Selain itu, kawasan ini telah menjadi objek penelitian geotermal melalui pendekatan geofisika dan geokimia sehingga dapat mendukung proses triangulasi data (Kadri, 2022).

Data penelitian terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara mendalam (*in-depth interview*) secara semi-terstruktur dengan masyarakat Desa Roburan Dolok, khususnya narasumber Muhammad Nawawi, yang mengetahui sejarah munculnya manifestasi panas bumi dan perkembangan dampaknya. Wawancara difokuskan pada sejarah kemunculan manifestasi geotermal, perkembangan titik semburan, dampak terhadap lingkungan, kualitas air, kesehatan, pertanian, kondisi sosial ekonomi, serta upaya penanganan yang dilakukan pemerintah. Data sekunder diperoleh melalui studi kepustakaan yang mencakup artikel ilmiah, jurnal, disertasi, skripsi, peraturan perundang-undangan, dan dokumen lain yang berkaitan dengan sistem panas bumi dan dampaknya terhadap lingkungan maupun masyarakat.

Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara, observasi, dan dokumentasi. Wawancara digunakan untuk memperoleh informasi berdasarkan pengalaman narasumber. Observasi dilakukan terhadap kondisi semburan lumpur panas, mata air panas, aliran sungai, lahan pertanian, vegetasi, dan permukiman masyarakat untuk mengonfirmasi hasil wawancara.

Untuk menjamin keabsahan data, penelitian ini menerapkan triangulasi sumber, yaitu membandingkan hasil wawancara, observasi, dan dokumentasi dengan berbagai penelitian terdahulu, seperti penelitian (Kadri, 2022), (Rahmayani, 2020), (Hapsari, 2023), (Magfiroh, 2024), serta (Nasution, 2026). Pendekatan tersebut diharapkan menghasilkan analisis yang komprehensif mengenai hubungan antara aktivitas geotermal, perubahan lingkungan, dan kehidupan masyarakat sebagai dasar penyusunan rekomendasi pengelolaan panas bumi yang berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian yang dilakukan di Desa Roburan Dolok, Kecamatan Panyabungan Selatan, Kabupaten Mandailing Natal menunjukkan bahwa wilayah ini merupakan salah satu kawasan yang memiliki manifestasi geotermal aktif di sekitar Wilayah Kerja Panas Bumi (WKP) Sorik Marapi. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan masyarakat, manifestasi tersebut berupa mata air panas, semburan lumpur panas, serta keluarnya gas berbau belerang yang tersebar di beberapa lokasi di sekitar lahan pertanian dan permukiman.

Hasil wawancara menunjukkan bahwa masyarakat telah mengenal keberadaan mata air panas sejak lama. Namun, sejak tahun 2019 terjadi peningkatan aktivitas geotermal yang ditandai dengan bertambahnya jumlah titik semburan air panas dan lumpur panas. Perkembangan tersebut menyebabkan sebagian lahan pertanian terdampak sehingga tidak lagi dapat dimanfaatkan secara optimal untuk kegiatan budidaya.

Selain memengaruhi lahan pertanian, aktivitas geotermal juga menyebabkan perubahan kondisi lingkungan. Masyarakat mengamati adanya perubahan kualitas air di sekitar lokasi semburan, munculnya bau belerang yang semakin kuat, serta meningkatnya suhu tanah di beberapa titik. Di samping itu, masyarakat juga menyampaikan bahwa atap seng rumah menjadi lebih cepat mengalami korosi dibandingkan sebelumnya.

Dari aspek sosial ekonomi, aktivitas geotermal berdampak pada menurunnya produktivitas pertanian dan perkebunan sehingga mengurangi pendapatan sebagian masyarakat. Beberapa warga juga menyampaikan kekhawatiran terhadap risiko keselamatan akibat munculnya semburan lumpur panas di sekitar area yang masih digunakan untuk beraktivitas sehari-hari.

PEMBAHASAN

Peningkatan jumlah manifestasi geotermal di Desa Roburan Dolok menunjukkan bahwa sistem hidrotermal di kawasan Sorik Marapi masih aktif dan mengalami dinamika. Hasil penelitian ini sejalan dengan (Kadri, 2022) yang menjelaskan bahwa kawasan Sorik Marapi memiliki sistem panas bumi yang dikontrol oleh struktur geologi berupa sesar dan rekahan batuan yang menjadi jalur migrasi fluida panas dari reservoir menuju permukaan. Keberadaan mata air panas, lumpur panas, dan gas belerang merupakan manifestasi alami dari sistem tersebut. Temuan ini juga didukung oleh (Rahmayani, 2020) dan (Hapsari, 2023) yang menyatakan bahwa zona resistivitas rendah dan rekahan batuan berperan penting dalam penyebaran fluida hidrotermal.

Aktivitas geotermal yang semakin berkembang turut memengaruhi kualitas lingkungan. Perubahan suhu dan karakteristik air di sekitar lokasi semburan mengindikasikan adanya interaksi antara fluida panas bumi dengan air permukaan. Menurut (Magfiroh, 2024), kandungan sulfur dalam fluida panas dapat mengubah suhu, pH, warna, dan sifat termal air sehingga berpotensi memengaruhi keseimbangan lingkungan. Sejalan dengan itu, (Saputra, 2026) menegaskan bahwa kandungan sulfur merupakan salah satu parameter penting dalam penilaian kualitas air sehingga pemantauan secara berkala diperlukan untuk memastikan kondisi lingkungan tetap berada dalam batas baku mutu.

Selain berdampak terhadap lingkungan, aktivitas geotermal juga berpotensi memengaruhi kesehatan masyarakat. Bau belerang yang tercium di sekitar lokasi penelitian mengindikasikan kemungkinan adanya emisi gas hidrogen sulfida (H_2S). (Faisya, 2019) menjelaskan bahwa paparan H_2S dalam konsentrasi tertentu dapat menyebabkan iritasi mata, gangguan saluran pernapasan, hingga gangguan sistem saraf apabila berlangsung secara terus-menerus. Meskipun penelitian ini tidak melakukan pengukuran kadar H_2S secara langsung, hasil wawancara menunjukkan bahwa masyarakat merasakan bau belerang yang cukup menyengat sehingga pemantauan kualitas udara perlu dilakukan secara berkala.

Dampak lain yang dirasakan masyarakat adalah penurunan produktivitas pertanian akibat sebagian lahan terdampak semburan lumpur panas. Kondisi ini menyebabkan berkurangnya pendapatan masyarakat yang sebagian besar bergantung pada sektor pertanian dan perkebunan. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan (Nasution, 2026) yang menyatakan bahwa semburan lumpur panas di Desa Roburan Dolok telah memengaruhi kondisi sosial ekonomi keluarga petani melalui penurunan hasil produksi dan perubahan strategi pemenuhan kebutuhan rumah tangga. Selain itu, percepatan korosi pada atap seng yang dikeluhkan masyarakat juga menunjukkan adanya pengaruh senyawa sulfur terhadap material logam, sebagaimana dijelaskan oleh (Arwini, 2020) mengenai dampak pencemar sulfur terhadap kualitas lingkungan. Aktivitas geothermal yang terjadi di Desa Roburan Dolok disajikan pada gambar 1. sebagai berikut



Gambar 1. Aktivitas geothermal di Desa Roburan Dolok, Kecamatan Panyabungan Selatan

Gambar 1 menunjukkan aktivitas geothermal di Desa Roburan Dolok yang memberikan dampak terhadap kondisi lingkungan sekitar. Aktivitas geothermal tersebut terlihat berkaitan dengan perubahan kondisi tanah, terutama pada komposisi dan kualitas tanah di sekitar lokasi aktivitas. Perubahan tersebut dapat memengaruhi kesuburan tanah dan kondisi vegetasi yang tumbuh di wilayah tersebut. Selain berdampak terhadap tanah, aktivitas geothermal juga menyebabkan pencemaran udara yang ditandai dengan adanya bau atau kandungan belerang di sekitar lokasi. Kondisi tersebut menunjukkan adanya pelepasan gas atau senyawa yang mengandung sulfur dari aktivitas geothermal sehingga dapat menurunkan kualitas udara dan mengganggu kenyamanan masyarakat yang berada di sekitarnya.

Dampak lainnya terlihat pada kerusakan vegetasi, khususnya pohon karet yang mengalami tumbang atau tidak lagi dapat tumbuh secara optimal. Kondisi ini menjadi penting karena pohon karet sebelumnya merupakan salah satu sumber mata pencaharian masyarakat Desa Roburan Dolok. Dengan berkurangnya atau rusaknya tanaman karet, aktivitas geothermal tidak hanya memberikan perubahan terhadap lingkungan fisik, tetapi juga berpotensi memengaruhi kondisi ekonomi dan sumber penghasilan masyarakat setempat.

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa pengelolaan kawasan panas bumi tidak dapat hanya berorientasi pada pemanfaatan energi, tetapi juga harus memperhatikan perlindungan lingkungan dan kesejahteraan masyarakat. Hal tersebut sejalan dengan amanat Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2014 tentang Panas Bumi, Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, serta Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air, yang menegaskan bahwa pemanfaatan sumber daya alam harus dilakukan secara berkelanjutan. Oleh karena itu, diperlukan pemantauan lingkungan secara berkala, pemetaan kawasan rawan, edukasi kepada masyarakat, serta penguatan kolaborasi antara pemerintah, pengelola wilayah kerja panas bumi, akademisi, dan masyarakat untuk meminimalkan dampak negatif sekaligus mengoptimalkan manfaat energi panas bumi.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa aktivitas geothermal di Desa Roburan Dolok merupakan manifestasi alami dari sistem panas bumi Sorik Marapi yang masih aktif. Peningkatan jumlah titik semburan air panas dan lumpur panas sejak sekitar tahun 2019 mengindikasikan adanya dinamika sistem

hidrotermal bawah permukaan. Aktivitas tersebut memberikan dampak terhadap lingkungan berupa penurunan kualitas air, perubahan kondisi tanah, peningkatan suhu di sekitar manifestasi, serta percepatan korosi pada material logam. Selain itu, semburan lumpur panas juga berdampak pada kehidupan masyarakat melalui penurunan produktivitas pertanian, berkurangnya pendapatan, serta meningkatnya risiko kesehatan dan keselamatan.

Di sisi lain, masyarakat memandang kawasan ini tidak hanya sebagai sumber potensi bencana, tetapi juga sebagai aset energi baru terbarukan yang berpeluang dikembangkan secara berkelanjutan. Oleh karena itu, pengelolaan kawasan panas bumi perlu mengintegrasikan aspek pemanfaatan energi, perlindungan lingkungan, dan pemberdayaan masyarakat sesuai dengan Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2014 tentang Panas Bumi, Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, serta Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air. Penelitian ini memperkaya kajian mengenai dampak aktivitas geotermal di Desa Roburan Dolok melalui pendekatan yang mengintegrasikan aspek lingkungan, kesehatan, sosial ekonomi, dan kebijakan, sehingga dapat menjadi dasar dalam penyusunan strategi pengelolaan kawasan panas bumi yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arwini, D. (2020). *Dampak pencemaran udara terhadap kualitas udara di Provinsi Bali. Jurnal Ilmiah Vastuwidya.*
- Faisya, A. F., Putri, D. A., & Ardillah, Y. (2019). Analisis risiko kesehatan lingkungan paparan hidrogen sulfida (H₂S) dan ammonia (NH₃) pada masyarakat wilayah TPA Sukawinatan Kota Palembang Tahun 2018. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 18(2), 126–134. <https://doi.org/10.14710/jkli.18.2.126-134>
- Hapsari, A. L. (2023). *Identifikasi lapisan bawah permukaan di sekitar pemandian sumur air hangat di Desa Pematang Buluh menggunakan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger* (Skripsi). Universitas Jambi.
- Indonesia. (2009). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 140.
- Indonesia. (2014). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2014 tentang Panas Bumi*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 217.
- Indonesia. (2019). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2019 Nomor 190.
- Kadri, M. (2022). *Geothermal exploration using integrated geophysical and geochemical methods in North Sumatera, Indonesia* (Doctoral dissertation). Universitas Indonesia.
- Maghfiroh, N., Asiyah, S., & Adi, N. P. (2024). Analisis pengaruh pencemaran belerang terhadap sifat termal di Pemandian Air Panas Kalianget Wonosobo menggunakan prinsip fisika lingkungan. *Journal of Research and Publication Innovation*, 2(3), 2075–2081.
- Nasution, D. J., & Suriadi, A. (2026). Kondisi sosial ekonomi keluarga petani pasca bencana semburan lumpur panas di Desa Roburan Dolok, Kecamatan Panyabungan Selatan, Kabupaten Mandailing Natal. *Arus Jurnal Sosial dan Humaniora*, 6(1), 1208–1213.
- Rahmayani, A. (2020). *Identifikasi pola penyebaran fluida bawah permukaan daerah geothermal menggunakan geolistrik di daerah Sorik Marapi Kabupaten Mandailing Natal* (Skripsi). Universitas Negeri Medan.
- Saputra, G., & Pahlewi, A. D. (2026). Studi kandungan belerang pada air sungai di Desa Bantal Kecamatan Asembagus. *Jurnal Manajemen Pesisir dan Laut*, 4(1), 19–26.
- Wisriansyah, S. Z., Purba, D., & Napitu, A. (2020). Keunggulan, tantangan, dan rekomendasi kebijakan akan pengembangan energi panas bumi di Indonesia. *Jurnal Nasional Pengelolaan Energi MigasZoom*, 2(2), 31–46.