

Analisis Dampak Lingkungan, Sosial, dan Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi di Indonesia

Akmal Aziz¹, Qonita Auliani², Andi Purwanto³, Anggie Maulia⁴, Didik Aribowo⁵
^{1,2,3,4,5}Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Email: 2283230003@untirta.ac.id

ABSTRACT

Geothermal power plants (PLTP) are one of the strategic solutions in meeting national energy needs while supporting Indonesia's clean energy transition. However, its development cannot be separated from various environmental, social and economic impacts. This research aims to comprehensively analyze the impacts caused by geothermal power plants from these three aspects. The method used is a literature study with a qualitative approach, supported by secondary data from scientific journals, government reports, and case studies. The results of the analysis show that environmentally, PLTP produces low greenhouse gas emissions but causes impacts on land, biodiversity, and liquid/solid waste. From a social perspective, there are challenges such as land conflicts, socio-economic changes in surrounding communities, and perceptions of environmental risks. From an economic perspective, although the initial investment in geothermal power plants is high, long-term operating costs are lower and contribute positively to local economic growth. With proper management and policy support, the development of PLTP can be carried out sustainably.

Keyword: *Geothermal; Renewable Energy; Environmental Impact; Socio-Economic; Geothermal Power Plant Indonesia*

ABSTRAK

Pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP) merupakan salah satu solusi strategis dalam memenuhi kebutuhan energi nasional sekaligus mendukung transisi energi bersih di Indonesia. Namun, pengembangannya tidak lepas dari berbagai dampak terhadap lingkungan, sosial, dan ekonomi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara komprehensif dampak yang ditimbulkan oleh PLTP dari ketiga aspek tersebut. Metode yang digunakan adalah studi literatur dengan pendekatan kualitatif, didukung oleh data sekunder dari jurnal ilmiah, laporan pemerintah, dan studi kasus. Hasil analisis menunjukkan bahwa secara lingkungan, PLTP menghasilkan emisi gas rumah kaca yang rendah namun menimbulkan dampak terhadap lahan, keanekaragaman hayati, dan limbah cair/padat. Dari sisi sosial, terdapat tantangan seperti konflik lahan, perubahan sosial-ekonomi masyarakat sekitar, serta persepsi terhadap risiko lingkungan. Sementara dari aspek ekonomi, meskipun investasi awal PLTP tergolong tinggi, namun biaya operasional jangka panjang lebih rendah dan memberikan kontribusi positif terhadap pertumbuhan ekonomi lokal. Dengan pengelolaan yang tepat dan dukungan kebijakan, pengembangan PLTP dapat dilakukan secara berkelanjutan.

Kata Kunci: Panas Bumi; Energi Terbarukan; Dampak Lingkungan; Sosial Ekonomi; PLTP Indonesia

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi di Indonesia terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk, perkembangan industri, dan urbanisasi yang pesat. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, pemerintah

Indonesia mendorong pemanfaatan sumber energi baru dan terbarukan sebagai bagian dari upaya transisi menuju sistem energi yang berkelanjutan dan rendah emisi karbon. Salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar di Indonesia adalah energi panas bumi (*geothermal*). Indonesia memiliki potensi panas bumi terbesar kedua di dunia, dengan cadangan mencapai sekitar 23,9 gigawatt (GW), namun baru sebagian kecil yang dimanfaatkan secara optimal.

Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) menawarkan sejumlah keuntungan, seperti emisi gas rumah kaca yang rendah, ketersediaan energi yang stabil sepanjang tahun, dan kontribusi terhadap ketahanan energi nasional. Meskipun demikian, pengembangan PLTP tidak terlepas dari berbagai tantangan dan dampak, baik terhadap lingkungan, sosial, maupun ekonomi. Dampak lingkungan yang mungkin timbul mencakup perubahan penggunaan lahan, gangguan terhadap ekosistem lokal, serta limbah cair dan padat yang dihasilkan. Dari sisi sosial, pengembangan proyek ini dapat menimbulkan konflik lahan, pergeseran struktur sosial-ekonomi masyarakat, serta persepsi negatif terhadap risiko lingkungan. Sementara dari aspek ekonomi, meskipun biaya investasi awal PLTP tergolong tinggi, potensi keuntungan jangka panjang dan kontribusi terhadap pembangunan daerah cukup signifikan.

Oleh karena itu, penting untuk melakukan kajian yang komprehensif mengenai dampak-dampak yang ditimbulkan dari pembangunan PLTP di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak lingkungan, sosial, dan ekonomi dari PLTP berdasarkan studi literatur dan data sekunder, sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan dalam perencanaan, pengambilan kebijakan, dan pelaksanaan proyek panas bumi yang berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kualitatif melalui metode studi pustaka, yaitu dengan menelusuri, mengevaluasi, serta memilih berbagai sumber literatur yang sesuai dengan topik kajian, kemudian mengorganisasikan isi literatur tersebut, menyusun kerangka berpikir, dan merancang ulasan pustaka (McCombes, 2023). Tujuan dari studi pustaka ini adalah untuk mengkaji dan menyatukan pengetahuan yang telah ada terkait tema penelitian, serta untuk mengidentifikasi celah atau kekurangan (*research gap*) yang dapat dijadikan dasar penelitian lebih lanjut (Carnwell & Daly, 2001).

Dalam jurnal ini, penulis mengumpulkan data dari berbagai sumber seperti jurnal ilmiah, artikel, dokumen kebijakan pemerintah, dan publikasi lainnya yang berkaitan dengan topik. Informasi yang dikaji meliputi potensi dan penggunaan energi panas bumi, dampak lingkungan, sosial dan ekonomi yang ditimbulkan dari pembangunan PLTP.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Energi Panas Bumi

Energi panas bumi merupakan panas yang tersimpan di dalam batuan bawah permukaan dan berasal dari air hujan yang meresap ke dalam tanah hingga mencapai lapisan batuan reservoir. Air ini kemudian dipanaskan oleh magma sehingga berubah menjadi uap atau air panas dengan suhu antara 240°C hingga 310°C. Untuk memanfaatkannya, dilakukan proses eksplorasi dan eksploitasi

guna membawa energi panas tersebut ke permukaan. Uap atau air panas yang dihasilkan digunakan untuk menggerakkan turbin dan memutar generator sehingga menghasilkan listrik. Setelah digunakan, uap atau air panas tersebut dikembalikan ke dalam reservoir melalui sumur reinjeksi untuk menjaga kestabilan tekanan dan suhu, sehingga pemanfaatan energi panas bumi dapat berlangsung secara berkelanjutan (Ditjen EBTKE, 2017).

Sumber panas (*heat source*), batuan reservoir (*permeable rock*), batuan penutup (*caprock*), dan aliran fluida (*fluida circulation*) adalah komponen utama yang membentuk sistem panas bumi. Sisa magma chamber atau batuan beku dari aktivitas gunung api lama adalah sumber panas. Sisa energi pada batuan dapat memanaskan lapisan air meteorik di atasnya. Lapisan ini biasanya porous dan permeabel, memungkinkan aliran fluida dan disebut reservoir. Sumber daya panas bumi terdiri dari empat jenis: hydrothermal, hot dry rocks, geopressured, dan magma. Sistem hidrothermal mengandung pori-pori batuan yang mengandung air, uap, atau keduanya, dan reservoir biasanya terletak dekat sehingga masih ekonomis untuk diusahakan (Irfan, 2025).

Potensi Panas Bumi di Indonesia

Energi panas bumi merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang sangat potensial untuk dikembangkan di Indonesia. Sebagai negara yang berada di kawasan Cincin Api Pasifik (*Ring of Fire*), Indonesia memiliki banyak gunung berapi aktif dan aktivitas *geothermal* yang tinggi, yang menjadi indikator kuat adanya cadangan energi panas bumi. Energi yang bersumber dari panas yang tersimpan di bawah permukaan bumi dan dapat dimanfaatkan secara langsung maupun tidak langsung sebagai pembangkit listrik.

Potensi panas bumi di Indonesia tersebar di berbagai pulau besar seperti Sumatera, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, dan Papua. Beberapa daerah memiliki potensi energi yang sangat tinggi, namun belum memiliki kapasitas terpasang yang memadai. Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral tahun 2011, terdapat total 276 titik potensi panas bumi yang tersebar di seluruh Indonesia dengan estimasi total potensi mencapai 29.038 megawatt (MW). Namun kapasitas panas bumi yang telah berhasil dimanfaatkan dan terpasang baru mencapai 1.189 MW. Berikut adalah tabel penyajian rincian potensi panas bumi per provinsi di Indonesia.

Tabel 1. Data Potensi Panas Bumi di Indonesia

No	Pulau	Provinsi	Jumlah Titik Potensi	Potensi (MW)	Kapasitas Terpasang (MW)
1.	Sumatera	Nanggroe Aceh Darussalam	17	1232	-
		Sumatera Utara	16	3260	12
		Sumatera Barat	17	1890	-
		Riau	1	25	-
		Jambi	8	1032	-
		Bengkulu	5	1433	-
		Bangka Belitung	3	75	-

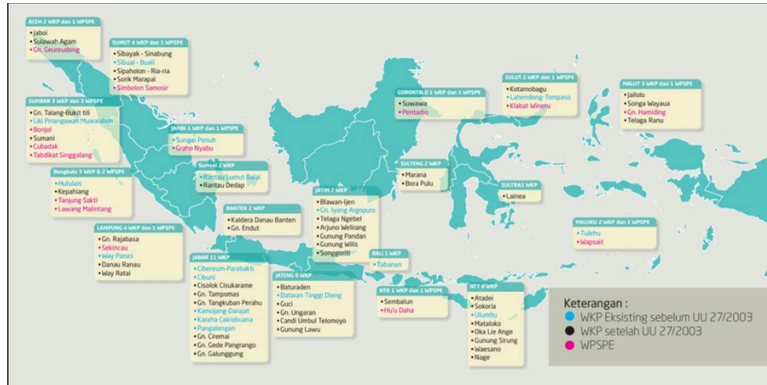
No	Pulau	Provinsi	Jumlah Titik Potensi	Potensi (MW)	Kapasitas Terpasang (MW)
		Sumatera Selatan	6	1911	-
		Lampung	13	2658	-
2.	Jawa	Banten	5	790	-
		Jawa Barat	40	5839	1057
		Jawa Tengah	14	2099	60
		Daerah Istimewa Yogyakarta	1	10	-
		Jawa Timur	11	1354	-
3.	Bali	Bali	5	296	-
4.	Nusa Tenggara	Nusa Tenggara Barat	3	195	-
		Nusa Tenggara Timur	19	1276	-
5.	Kalimantan	Kalimantan Barat	5	65	-
		Kalimantan Selatan	3	50	-
6.	Sulawesi	Sulawesi Utara	5	793	60
		Gorontalo	2	185	-
		Sulawesi Tengah	16	515	-
		Sulawesi Barat	6	207	-
		Sulawesi Selatan	14	489	-
		Sulawesi Tenggara	12	330	-
7.	Maluku	Maluku Utara	13	394	-
		Maluku	13	560	-
8.	Papua	Papua Barat	3	75	-
Total			276	29.038	1.189

Sumber: Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral tahun, 2011

Persebaran Wilayah Potensi PLTP di Indonesia

Menurut Utami (2019) menyatakan bahwa potensi sumber daya energi panas bumi yang dimiliki Indonesia mencapai sekitar 40% dari potensi global yang telah dimanfaatkan. Sumber daya ini tersebar di wilayah Jawa, Bali, dan Sumatera (Geothermal Indonesia, 2017). Potensi panas bumi Indonesia berjumlah 29,215 GW, tersebar di 285 lokasi di sepanjang busur vulkanik, menurut Badan Geologi ESDM (2011) (Fandari, 2014). Sumber panas bumi yang paling potensial terletak di daerah aktivitas vulkanikresen, seperti daerah pengangkatan kwarter atau daerah kwarter, dan daerah amblesan tersier, menurut tinjauan geologi. Daerah yang memiliki potensi geotermal di Indonesia umumnya terletak di area pegunungan vulkanik yang dikelilingi oleh hutan lindung, hutan

konservasi, dan cagar alam, di mana sebagian besar permukaannya tertutup vegetasi (Sukendar, 2016).



Gambar 1. Peta Wilayah Kerja Panas Bumi (Khasmadin & Harmoko, 2021)

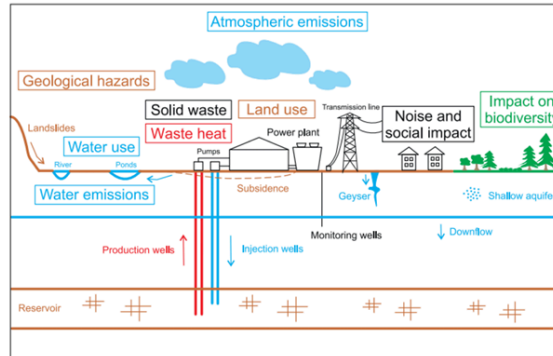
Salah satu contoh lokasi dengan potensi geotermal di Indonesia adalah Dieng. Dataran Tinggi Dieng merupakan area vulkanik aktif yang terbentuk dari kawah gunung berapi yang sudah tidak aktif lagi. Bentuk kawah ini tampak jelas karena berada di dataran yang dikelilingi oleh deretan pegunungan di sekitarnya. Meskipun gunung-gunung tersebut sudah lama tidak aktif, beberapa kawah vulkanik tetap menunjukkan aktivitas hingga kini, seperti Kawah Sileri dan Kawah Sikidang. Selain kawah, ada juga danau dan telaga vulkanik di Dieng, seperti Telaga Warna, Telaga Pengilon, dan Telaga Merdada.

Berdasarkan informasi terbaru dari Direktorat Panas Bumi, Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi, tercatat bahwa sumber daya geotermal yang sudah dimanfaatkan mencapai 1.948,5 MW, yang berasal dari 13 Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) dalam 11 Wilayah Kerja Panas Bumi (WKP). Sebaran 13 PLTP ini terdistribusi berdasarkan lokasi geografis dari barat hingga timur Indonesia. Pengembangan sektor geotermal di masa mendatang diharapkan dapat meluas hingga ke bagian timur Indonesia dan pemanfaatannya tidak hanya terbatas pada pembangkit listrik, tetapi juga bisa digunakan secara langsung, seperti dalam sektor pertanian (misalnya untuk pengeringan hasil pertanian, sterilisasi media tanam, dan budidaya tanaman tertentu), serta sebagai tujuan wisata yang saat ini sudah mulai dilakukan.

Dampak Lingkungan Dari Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi

Menurut Bayer et al. (2013), pembangunan dan operasional pembangkit listrik tenaga panas bumi dapat menimbulkan berbagai dampak terhadap lingkungan yang perlu dikelola dengan baik. Dampak lingkungan dari pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) di berbagai lokasi di Indonesia menunjukkan pola yang relatif serupa meskipun memiliki karakteristik wilayah yang berbeda. Secara umum, seluruh lokasi PLTP seperti Lahendong, Ciremai, Baturraden, Karangtengah, dan Sibayak menunjukkan bahwa emisi gas rumah kaca (GRK) yang dihasilkan relatif rendah dibandingkan pembangkit listrik berbahan bakar fosil, sehingga mendukung tujuan transisi energi bersih nasional. Namun demikian, potensi pelepasan gas-gas berbahaya seperti

hidrogen sulfida (H_2S), karbon dioksida (CO_2), dan logam berat dari fluida panas bumi tetap menjadi risiko yang signifikan, terutama jika tidak dikelola secara memadai.



Gambar 2. Dampak lingkungan siklus hidup dari pembangkit tenaga panas bumi (Bayer et al., 2013)

Tabel 2. Dampak Lingkungan Pembangunan PLTP

No	Lokasi PLTP	Jenis Dampak Lingkungan	Penjelasan	Sumber Jurnal
1.	PLTP Lahendong Sulawesi Utara	Pencemaran Air Gangguan Habitat Emisi GRK Rendah	Fluida panas bumi beresiko mencemari air tanah jika tidak direinjeksi; pembangunan memengaruhi keanekaragaman hayati lokal; meskipun emisi CO_2 lebih rendah dari PLTU	Onibala et al., 2022; Lumingkewas, 2023
2.	PLTP Ciremai Jawa Barat	Kerusakan Hutan Lindung Fragmentasi Habitat Subsidence	Lokasi berada di kawasan hutan konservasi; pembangunan jalan dan infrastruktur memutus ekosistem; risiko penurunan tanah akibat ekstraksi tanpa reinjeksi	Irfan et al., 2025
3.	PLTP Baturraden Jawa Tengah	Gangguan Ekosistem Pegunungan Pencemaran Air Tanah	Aktivitas pengeboran dan pembangunan mengganggu kawasan konservasi dan wisata vulkanik; risiko kebocoran zat kimia ke tanah	Sari, S. P., 2019
4.	PLTP Karangtengah Jawa Tengah	Emisi Gas Berbahaya (H_2S) Kerusakan Lahan Pertanian	Fluida panas bumi berpotensi melepas gas H_2S beracun; pembangunan PLTP dikhawatirkan merusak lahan produktif warga	Sari, T. R., 2022
5.	PLTP Sibayak Sumatera Utara	Emisi CO_2 dan H_2S Gangguan Kawasan Hutan	PLTP menghasilkan emisi dari fluida geotermal; proyek berada di sekitar kawasan hutan yang berisiko terfragmentasi	Ginting, 2014

Pencemaran air tanah dan air permukaan menjadi salah satu dampak paling umum diidentifikasi dalam pembangunan PLTP, seperti yang tercatat di Lahendong, Baturraden, dan Karangtengah. Fluida panas bumi yang mengandung senyawa kimia berbahaya dapat mencemari sumber air di sekitar proyek jika tidak dilakukan sistem reinjeksi dan pengelolaan limbah cair yang ketat. Selain itu, risiko kerusakan ekosistem dan habitat alami menjadi sangat menonjol pada lokasi seperti PLTP Ciremai dan Sibayak yang berada di kawasan hutan lindung atau pegunungan vulkanik. Aktivitas eksplorasi dan pembangunan infrastruktur menimbulkan fragmentasi habitat, hilangnya vegetasi asli, serta ancaman terhadap flora dan fauna endemik.

Dampak lain yang juga perlu menjadi perhatian adalah potensi penurunan permukaan tanah (subsidence) yang dapat terjadi akibat ekstraksi fluida panas bumi tanpa reinjeksi yang cukup, seperti yang dikhawatirkan di PLTP Ciremai. Hal ini tidak hanya berpengaruh pada stabilitas lahan, tetapi juga dapat merusak infrastruktur dan pemukiman di sekitar area proyek. Dari lokasi yang masih dalam tahap rencana seperti Karangtengah, sudah muncul kekhawatiran terkait kerusakan lahan dan polusi udara dari emisi awal, menunjukkan pentingnya kajian dampak lingkungan sejak dini. Dengan demikian, meskipun PLTP merupakan sumber energi terbarukan yang ramah karbon, dampak ekologisnya tetap signifikan dan memerlukan perencanaan serta pengelolaan yang komprehensif agar pembangunan berjalan secara berkelanjutan.

Dampak Sosial Dari Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi

Persepsi masyarakat terhadap pembangunan dilihat dari aspek sosial ini adalah melihat bagaimana pandangan masyarakat terhadap dampak yang ditimbulkan dari pembangunan itu secara sosial. Persepsi menurut Sarlito dalam Rohmatul listyana & Yudi Hartono (2015) persepsi secara umum yakni cara penerimaan, pemahaman, penetapan dan pengendalian informasi indrawi. Sedangkan dampak sosial menurut fardani dalam Isna Fitria & Ricka O (2016) dampak sosial merupakan suatu bentuk akibat atau pengaruh yang terjadi karena adanya sesuatu hal. Pengaruh yang dimaksud adalah efek yang berlaku pada masyarakat, baik karena suatu kejadian itu mempengaruhi Masyarakat atau hal lainnya di dalam masyarakat. Rekapitulasi indeks persepsi masyarakat mengenai pembangunan PLTP secara sosial/aspek sosial.

Tabel 3. Dampak Sosial Pembangunan PLTP

No	Lokasi PLTP	Jenis Dampak Sosial	Penjelasan	Sumber Jurnal
1.	PLTP Gunung Talang , Nagari Batu Bajanjang, Sumatera Utara	Dampak sosial terhadap mata pencaharian masyarakat dan alam sekitar	Sebagian besar masyarakat yang berprofesi sebagai petani khawatir dengan dampak pembangunan ini terhadap kesuburan tanah dan keberlanjutan mata pencaharian mereka.	Ningsih, 2020
2.	PLTP Kecamatan Pauh Duo , Kabupaten Solok Selatan, Sumatra Barat	Dampak sosial terhadap hubungan masyarakat dan perusahaan serta kepercayaan terhadap	Persepsi masyarakat Kecamatan Pauh Duo terhadap pembangunan PLTP tergolong cukup baik dengan indeks persepsi sosial sebesar 56,89%. Secara umum, masyarakat	Iqbal, 2020

No	Lokasi PLTP	Jenis Dampak Sosial	Penjelasan	Sumber Jurnal
		informasi yang disampaikan	memiliki hubungan yang cukup harmonis dengan pihak perusahaan, serta menunjukkan tingkat kepercayaan yang memadai terhadap informasi dari tokoh masyarakat maupun perusahaan.	
3.	PLTP Desa Idamdehe, Kecamatan Jailolo, Kabupaten Halmahera Barat, Provinsi Maluku Utara	Dampak sosial dan ekologis dari rencana pembangunan PLTP, termasuk potensi polusi, konflik lahan, serta perubahan sosial-ekonomi masyarakat	Sebagian kecil masyarakat menolak pembangunan PLTP karena kekhawatiran terhadap dampak jangka panjang terhadap lingkungan, termasuk potensi pencemaran udara, laut, rusaknya hutan, serta tergesernya identitas budaya lokal.	Djumaty, 2018
4.	PLTP Desa Tonsewer, Kecamatan Tompaso Barat, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara (PLTP Unit 5–6 PGE Lahendong)	Dampak sosial-ekonomi dan lingkungan akibat pembangunan dan operasi PLTP, termasuk kebisingan, perubahan lahan, dan konflik sosial	Masyarakat awalnya menolak karena khawatir terganggunya kehidupan pertanian dan lingkungan. Namun, setelah sosialisasi dan kompensasi lahan, sebagian masyarakat menerima kehadiran PLTP. Meski begitu, kebisingan dari aktivitas pengeboran masih menjadi keluhan utama, bahkan sempat memicu konflik sosial.	Onibala, 2022

Secara sosial, pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) di Indonesia memiliki dampak yang bersifat positif maupun negatif. Di satu sisi, kehadiran PLTP membuka peluang kerja bagi masyarakat sekitar, mengurangi angka pengangguran, dan mendorong peningkatan kesejahteraan melalui program pemberdayaan dan bantuan CSR seperti pelatihan dan pembangunan infrastruktur. Namun di sisi lain, muncul juga dampak negatif seperti kecemburuan sosial akibat perekrutan tenaga kerja yang dianggap tidak merata, terganggunya kenyamanan warga karena kebisingan dari aktivitas pengeboran, serta kekhawatiran masyarakat terhadap hilangnya lahan pertanian dan perubahan cara hidup. Oleh karena itu, penting bagi perusahaan dan pemerintah untuk membangun komunikasi yang terbuka dan melibatkan masyarakat dalam setiap tahap pembangunan agar dampak sosial ini dapat diminimalkan.

Dampak Ekonomi Dari Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi

Persepsi masyarakat terhadap pembangunan dari aspek ekonomi mencerminkan pandangan masyarakat terhadap manfaat atau kerugian ekonomi yang ditimbulkan oleh suatu proyek, seperti pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP). Dampak ekonomi yang dinilai

meliputi peluang kerja, peningkatan pendapatan, pertumbuhan usaha lokal, serta kontribusi terhadap pembangunan daerah. Masyarakat cenderung mendukung pembangunan apabila mereka merasakan adanya peningkatan kesejahteraan secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, persepsi ini menjadi indikator penting dalam menilai keberhasilan ekonomi suatu proyek dan menentukan tingkat partisipasi masyarakat dalam proses pembangunan.

Tabel 4. Dampak Ekonomi Pembangunan PLTP

No	Daerah	Lokasi PLTP	Dampak Positif	Dampak Negatif
1.	Sumatera Utara (Azmi, 2020)	Sorik Marapi (Kab. Mandailing Natal)	Energi alternatif yang berkelanjutan mendukung kebutuhan listrik dan pembangunan daerah	Hambatan regulasi dan birokrasi memperlambat pengembangan
2.	Sumatera Utara (Ginting, 2014)	Sibayak (Kab. Deli Serdang)	Pembangkit merugi karena tarif jual listrik di bawah biaya produksi	Proyek layak secara ekonomi jika tarif keekonomian diterapkan (balik modal ~12-13 tahun)
3.	Jawa Barat (Irfan, 2025)	Gunung Ciremai (Kab. Kuningan)	Menyediakan pasokan listrik stabil, membuka lapangan kerja, diversifikasi ekonomi lokal	Butuh investasi besar dan ada resistensi masyarakat karena kurangnya informasi
4.	Sulawesi Utara (Wangke, 2011)	Modayag (Kab. Bolaang Mongondow Timur)	Penyerapan tenaga kerja lokal meningkat dan membuka peluang usaha baru (warung, kontrakan)	Pencemaran debu jalan akibat konstruksi menurunkan kenyamanan warga
5.	Sulawesi Utara (Onibala, 2022)	Lahendong Unit 5-6 (Desa Tonsewer, Minahasa)	Banyak warga mendapat pekerjaan di PT. Pertamina Geothermal Energi Lahendong sehingga pendapatan naik, pengurangan kemiskinan	Kebisingan eksplorasi dan pengurangan lahan pertanian (risiko kekeringan)

Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) di Indonesia memberikan dampak positif yang signifikan, terutama dalam penyediaan energi alternatif berkelanjutan dan mendorong pertumbuhan ekonomi lokal. Beberapa wilayah seperti Sumatera Utara, Jawa Barat, dan Sulawesi Utara menunjukkan peningkatan lapangan kerja, pembukaan usaha baru, serta pengurangan kemiskinan akibat beroperasinya PLTP. Selain itu, PLTP juga membantu menyediakan pasokan listrik yang stabil dan mendukung pembangunan infrastruktur daerah. Namun, di sisi lain, pengembangan PLTP juga menghadapi sejumlah tantangan, seperti hambatan regulasi dan birokrasi, kerugian ekonomi akibat tarif jual listrik yang rendah, serta dampak lingkungan seperti pencemaran debu, kebisingan, dan berkurangnya lahan pertanian. Untuk mengatur dan mengawasi kegiatan ini, pemerintah telah menerbitkan sejumlah regulasi, antara lain UU No. 21 Tahun 2014 tentang Panas

Bumi, PP No. 7 Tahun 2017, serta UU No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lingkungan. Regulasi ini mengatur pemanfaatan, tata kelola, hingga sanksi administratif dan pidana atas pelanggaran yang terjadi dalam pengelolaan PLTP.

PENUTUP

Kesimpulan

Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) memberikan dampak yang signifikan dari aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi. Dari segi lingkungan, meskipun PLTP menghasilkan emisi gas rumah kaca yang rendah dibandingkan pembangkit fosil, tetap terdapat potensi kerusakan ekosistem, pencemaran air, dan emisi gas berbahaya yang harus diantisipasi. Dari sisi sosial, pembangunan PLTP berdampak pada peningkatan infrastruktur, tetapi juga dapat memicu konflik sosial, perubahan struktur sosial budaya, serta perbedaan persepsi masyarakat terhadap risiko lingkungan. Sementara dari aspek ekonomi, pengembangan PLTP memberikan kontribusi nyata dalam menciptakan lapangan kerja, meningkatkan pendapatan daerah, dan memperluas akses listrik, baik secara langsung maupun tidak langsung. Selain itu, PLTP dinilai lebih efisien secara biaya dalam jangka panjang jika dibandingkan dengan pembangkit berbahan bakar fosil, khususnya setelah internalisasi biaya eksternal dilakukan. Oleh karena itu, PLTP berpotensi menjadi pilar utama dalam transisi energi bersih di Indonesia jika dikelola secara berkelanjutan.

Saran

Agar pengembangan PLTP di Indonesia dapat berjalan secara optimal dan berkelanjutan, diperlukan beberapa langkah strategis. Pertama, pemerintah perlu memperkuat regulasi dan insentif yang mendukung investasi energi terbarukan, khususnya dalam hal tarif keekonomian yang kompetitif. Kedua, perlu dilakukan manajemen lingkungan yang ketat dengan mengedepankan prinsip mitigasi dampak seperti reinjeksi fluida panas bumi, pengelolaan limbah, dan konservasi keanekaragaman hayati. Ketiga, pendekatan sosial yang partisipatif harus diterapkan dengan melibatkan masyarakat sejak tahap perencanaan proyek untuk menghindari konflik dan meningkatkan penerimaan sosial. Keempat, perlu dikembangkan program penguatan ekonomi lokal melalui pelibatan UMKM dan tenaga kerja setempat secara aktif. Dengan pendekatan terintegrasi antara aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi, pembangunan PLTP dapat menjadi solusi energi yang berkeadilan dan berkelanjutan bagi masa depan Indonesia.

REFERENSI

- Andriyani, G., & Hartanto, W. (2020). Studi Dampak Deformasi Tanah Akibat Kegiatan Eksploitasi Energi Panas Bumi di Daerah Kamojang, Jawa Barat. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kebumihan*, 8(2), 115–124.
- Bayer, P., Rybach, L., Blum, P., & Brauchler, R. (2013). Review on life cycle environmental effects of geothermal power generation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 26, 446-463.
- Cheng, W., & Zhu, C. (2017). Environmental impacts of geothermal power production: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 1-13.
DOI: 10.1016/j.rser.2017.01.010

- Direktorat jenderal ketenagalistrikan. (2021). Pemerintah Optimistis EBT 23% Tahun 2025 Tercapai. <https://www.esdm.go.id/id/berita-unit/direktorat-jenderal-ketenagalistrikan/pemerintah-optimistis-ebt-23-tahun-2025-tercapai>
- Ditjen EBTKE. (2017). Energi Panas Bumi Ramah Terhadap Lingkungan Sekitar. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2017/08/22/1733/energi.panas.bumi.ramah.terhadap.lingkungan.sekitar>
- El Fandari, A., Daryanto, A., & Suprayitno, G. (2014). Pengembangan energi panas bumi yang berkelanjutan. *Semesta Teknik*, 17(1), 68-82.
- Fadhilah, R., & Susanti, H. (2019). Analisis Dampak Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Energi Baru Terbarukan di Seluruh Indonesia terhadap Ekonomi Indonesia. *Jurnal Kebijakan Ekonomi*, 14(2), 6.
- Firdaus, A. N., Arisandy, M., & Winusda, S. C. (2025). PEMETAAN PANAS BUMI DAN POTENSI IMPLEMENTASI TEKNOLOGI BINARY CYCLE UNTUK Mendukung TRANSISI ENERGI BERSIH DI KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA. *JURNAL TEKNIK GEOLOGI: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 7(2), 36-43.
- Fridleifsson, I. B., Bertani, R., Lund, J. W., Ragnarsson, A., & Rybach, L. (2008). The possible role and contribution of geothermal energy to the mitigation of climate change. IPCC Scoping Meeting on Renewable Energy Sources, Luebeck, Germany. <https://ejournal.itb.ac.id/index.php/jitk>
- Ginting, A. M. (2014). Dinamika Kebijakan dan Penentuan Tarif Listrik Panas Bumi: Studi Kasus PLTP Sibayak. *Jurnal Ekonomi dan Kebijakan Publik*, 5(2), 211–224.
- Idris, T. B., & Meti, E. (2016). Energy pricing and policies development for geothermal energy in Indonesia. *Journal of Renewable Energy and Smart Grid Technology*, 11(2), 17-26.
- International Energy Agency (IEA). (2020). *World Energy Outlook 2020*. Paris: IEA Publishing. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>
- Irfan, R., Nasuha, C. N., & Wahyudin, U. (2025). POTENSI DAN PEMANFAATAN ENERGI PANAS BUMI GUNUNG CIREMAI SEBAGAI ENERGI MASA DEPAN KUNINGAN YANG BERKELANJUTAN. *Jurnal Ilmiah ATSAR Kuningan*, 4(1), 38-44.
- Istiqamah, D. A., Sasongko, N. A., & Boedoyo, M. S. (2023). Analisis dampak lingkungan dan life cycle cost pembangkit listrik tenaga panas bumi. *e-Jurnal Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan*, 12(1), 39-48.
- Khasmadin, M. F. I., & Harmoko, U. (2021). Kajian Potensi dan Pemanfaatan Energi Panas Bumi di Wilayah Kerja Panas Bumi Patuha Ciwidey. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 2(2), 101-113.
- Lumingkewas, J. & Sendow, G. (2023). *Dampak Kebijakan Sosial, Ekonomi, dan Lingkungan PT Geothermal di Desa Tonsewer*. *Jurnal Ilmu Administrasi Publik, UNSRAT*.
- Onibala, J., Posumah, J. H., & Londa, V. (2022). Dampak Kebijakan Sosial Ekonomi dan Lingkungan PT. Geothermal Bagi Masyarakat Desa Tonsewer Kecamatan Tompaso Barat Kabupaten Minahasa. *Jurnal Administrasi Publik*, 8(3), 162–169.
- Sari, R. P., & Siregar, R. (2019). Analisis Emisi CO₂ Pembangkit Listrik Panas Bumi Ulubelu Lampung dan Kontribusinya terhadap Emisi Gas Rumah Kaca. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (JPSSL)*, 9(2), 207–216.

- Sari, S. P. (2019). *Persepsi Masyarakat terhadap Dampak Lingkungan PLTP Baturraden*. Skripsi, Universitas Gadjah Mada.
- Sari, T. R. (2022). *Perlawanan Masyarakat terhadap Pembangunan Geothermal di Desa Karangtengah*. Jurnal Strukturasi, Universitas Medan Area.
- Tampubolon, B. I., Fauzi, A., & Ekayani, M. (2015). Internalisasi Biaya Eksternal serta Analisis Kebijakan Pengembangan Energi Panas Bumi sebagai Energi Alternatif. *RISALAH KEBIJAKAN PERTANIAN DAN LINGKUNGAN Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian dan Lingkungan*, 2(2), 97-104.
- Utami, R. B., Sasmito, B., & Bashit, N. (2019). Analisis Rekomendasi Daerah PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi) Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1), 408-417.
- Wangke, W. M. (2011). Dampak Sosial Ekonomi Kegiatan Pembangunan Proyek Lapangan Uap dan PLTP di Modayag Kabupaten Bolaang Mongondow Timur. *Agri Sosioekonomi*, 7(1), 33-37.