

Transformasi *Geothermal Resource Risk Management*: Kerangka Manajemen Risiko Investasi Eksplorasi Nasional

Isu Kunci

Policy Brief ini memuat poin-poin penting sebagai berikut :

- 1) Tingginya risiko eksplorasi panas bumi, seperti ketidakpastian sumber daya, biaya pengeboran yang mahal, dan tantangan geologi, sehingga membuat minat investasi swasta rendah.
- 2) Mekanisme manajemen risiko nasional saat ini belum mampu mengurangi risiko teknis, finansial, dan sosial secara efektif pada tahap eksplorasi.
- 3) Pembiayaan eksplorasi belum menyeimbangkan pembagian risiko antara pemerintah dan swasta sehingga perkembangan proyek berjalan lambat.
- 4) Konflik sosial, akses lahan, serta rendahnya keterlibatan masyarakat sering menghambat proyek, sehingga diperlukan kerangka mitigasi risiko yang lebih komprehensif seperti GREM (*Geothermal Resource Risk Management*) untuk meningkatkan kepastian investasi.

Ringkasan

Pemanfaatan panas bumi Indonesia tertinggal jauh dari potensi yang dimiliki karena tingginya risiko pada tahap eksplorasi, mulai dari ketidakpastian sumber daya, biaya pengeboran yang sangat mahal, hingga tantangan geologi dan sosial. Kondisi ini membuat investor enggan berpartisipasi dan menghambat percepatan transisi energi nasional. Sementara itu, mekanisme pendanaan dan manajemen risiko yang ada belum mampu memberikan perlindungan memadai bagi pengembang, sehingga *pipeline* proyek berkembang lambat. Transformasi melalui kerangka *Geothermal Resource Risk Management* (GREM) menawarkan peluang untuk menurunkan risiko teknis dan finansial sekaligus memperbaiki tata kelola eksplorasi. Namun, pendekatan ini perlu diperluas agar mencakup mitigasi risiko sosial, terutama terkait konflik masyarakat dan akses lahan yang sering menjadi penyebab utama keterlambatan proyek. *Policy brief* ini menegaskan bahwa penguatan manajemen risiko eksplorasi sangat penting untuk meningkatkan investasi, mempercepat pengembangan proyek, dan memastikan pemanfaatan panas bumi yang berkelanjutan.

Latar Belakang

Indonesia memiliki potensi panas bumi (*geothermal*) terbesar kedua di dunia. Namun, hingga kini, pemanfaatan energi panas bumi baru sekitar 7,6% dari total potensi, jauh dari target nasional 7,2 GW pada 2025. Kesenjangan ini terutama disebabkan oleh tingginya risiko dan ketidakpastian pada tahap eksplorasi, yang membuat investasi di sektor ini kurang menarik bagi swasta dan menghambat percepatan transisi energi nasional (Yudha *et al.* 2022).

Isu utama pengelolaan panas bumi adalah tingginya risiko eksplorasi yang mencakup

ketidakpastian sumber daya, tingginya biaya pengeboran, serta tantangan teknis dan lingkungan. Kondisi ini diperburuk oleh kebijakan dan regulasi yang belum sepenuhnya mendukung serta terbatasnya insentif dan jaminan investasi. "Risiko eksplorasi panas bumi" merujuk pada potensi kegagalan menemukan cadangan yang ekonomis setelah investasi besar di tahap awal, yang dapat menimbulkan kerugian finansial signifikan. (Nur *et al.* 2023).

Besarnya masalah tercermin dari fakta bahwa tanpa intervensi kebijakan yang tepat, kapasitas terpasang panas bumi diproyeksikan

tidak akan mencapai target RUEN, bahkan dengan skema insentif saat ini (Setiawan *et al.* 2025).

Ketidakpastian pada tahap eksplorasi menurunkan minat investor sehingga pemanfaatan potensi panas bumi masih terbatas. Biaya eksplorasi yang terus meningkat dan belum adanya skema pembagian risiko yang optimal antara pemerintah dan swasta turut memperburuk kondisi. Jika tidak segera diatasi, Indonesia dapat kehilangan momentum untuk memperkuat ketahanan energi, menurunkan emisi karbon, dan mendorong pertumbuhan ekonomi berbasis energi terbarukan. Kegagalan mengelola risiko eksplorasi juga berpotensi menghambat pencapaian target bauran energi nasional serta meningkatkan tekanan anggaran melalui subsidi energi fosil.

Tujuan *policy brief* ini adalah mendorong pengambil kebijakan untuk segera mengadopsi kerangka manajemen risiko eksplorasi panas bumi yang komprehensif dan terintegrasi, guna mempercepat investasi, mengurangi ketidakpastian, dan mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya.

Gambaran Umum Energi Panas Bumi di Indonesia

Indonesia memiliki sekitar 40% potensi energi panas bumi dunia atau lebih dari 29,5 GW, dengan 362 lokasi yang tersebar dari Sumatera hingga Papua (Antara, 2024). Dari jumlah tersebut, 62 lokasi telah memasuki tahap eksplorasi, sementara kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) yang terpasang hingga 2024 mencapai 2.374,4 MW. Persebaran potensi ini berada di sepanjang jalur cincin api (*ring of fire*), menjadikan Indonesia salah satu negara dengan peluang pemanfaatan panas bumi terbesar di dunia.

Energi panas bumi memiliki keunggulan sebagai sumber energi terbarukan dikarenakan sifatnya yang tidak intermiten dan ramah lingkungan sehingga dapat berperan sebagai pasokan listrik nasional. Dengan optimalisasi pemanfaatannya, energi panas bumi dapat

mendukung diversifikasi energi primer dan mengurangi ketergantungan impor minyak.

Berdasarkan perhitungan *Carbon Neutral Calculator*, PLTP berkontribusi pada pengurangan emisi gas rumah kaca hingga 14,91 juta ton CO₂ per tahun, sejalan dengan target pemerintah untuk mencapai 23% Energi Baru dan Terbarukan (EBT) pada bauran energi 2025, sekaligus mendukung agenda dekarbonisasi nasional dan global.

Tantangan Eksplorasi Energi Panas Bumi di Indonesia

Eksplorasi energi panas bumi di Indonesia menghadapi berbagai tantangan yang kompleks. Sebagian besar potensi panas bumi berada di wilayah vulkanik dengan medan curam, sehingga pembangunan infrastruktur dan mobilisasi alat berat menjadi sulit. Kondisi geologi seperti batuan vulkanik yang tidak stabil, lapisan piroklastik rapuh, risiko gas berbahaya, serta aktivitas hidrotermal turut menambah kompleksitas teknis (Umam *et al.* 2018).

Di sisi lain, keterbatasan data geologi, geofisika, dan geokimia menurunkan akurasi estimasi potensi. Tingginya risiko di sektor hulu, biaya eksplorasi yang besar, harga energi yang kurang kompetitif, dan mekanisme pendanaan yang terbatas turut memperlambat eksplorasi.

Tahap eksplorasi secara umum dianggap sebagai tahap paling kritis karena tingkat risiko dan ketidakpastian yang tinggi, sementara investor harus sudah mengeluarkan modal awal yang cukup besar pada fase ini (Adityatama, Purba, & Muhammad, 2019). Tantangan regulasi dan koordinasi antarinstansi, keterbatasan sumber daya manusia dengan kompetensi spesifik, serta potensi konflik dengan masyarakat dan dampak lingkungan juga menjadi hambatan.

Studi sebelumnya dan pernyataan PT Pertamina Geothermal Energy (PGE) menunjukkan bahwa keterbatasan lahan di Kawasan Hutan Lindung serta pembatasan pembangunan di area sensitif lingkungan sering menghambat eksplorasi, termasuk karena potensi konflik sosial dan keterbatasan akses (Poernomo

et al. 2015; Hakim *et al.* 2020). Secara keseluruhan, berbagai hambatan ini menunjukkan bahwa eksplorasi panas bumi membutuhkan pendekatan terpadu, mulai dari aspek teknis hingga regulasi dan sosial.

Geothermal Resource Risk Management (GREM)

Geothermal Resource Risk Mitigation (GREM) adalah suatu kerangka pembiayaan dan manajemen risiko yang dirancang untuk mengurangi ketidakpastian tinggi pada tahap eksplorasi panas bumi. Pada fase eksplorasi, pengembang harus menanggung biaya pengeboran yang sangat mahal dengan probabilitas ketidakberhasilan yang signifikan. GREM hadir untuk mengatasi masalah tersebut dengan menyediakan struktur pendanaan yang mampu menanggung sebagian risiko finansial agar keputusan investasi lebih layak secara ekonomi (SMI 2019).

Dalam praktik internasional, GREM biasanya bekerja melalui *risk-sharing mechanisms*, yaitu pembagian risiko antara pemerintah, lembaga pembiayaan pembangunan, dan pengembang proyek. Skema ini dapat berupa *cost-sharing* untuk pengeboran eksplorasi, jaminan pembiayaan (*guarantees*), atau dukungan finansial berbasis hasil (*results-based financing*) (Boissavy 2020). Dengan cara ini, beban risiko eksplorasi yang sebelumnya ditanggung sepenuhnya oleh pengembang dapat dikurangi sehingga meningkatkan minat masuknya modal swasta.

Komponen inti dari GREM meliputi pendanaan konsisional, mekanisme *reimbursement* atau *cost-recovery* bila eksplorasi tidak berhasil, serta *technical assistance* untuk memastikan kualitas studi geosains dan pengeboran. (Kemenkeu 2023). Dukungan ini dapat mencakup survei geologi dan geofisika, pengeboran *slim-hole*, hingga penyusunan model *reservoir*. Pendekatan tersebut terbukti menurunkan risiko informasi (*information risk*) yang menjadi faktor utama ketidakpastian eksplorasi.

Tujuan GREM adalah mendorong lebih banyak kegiatan eksplorasi panas bumi dengan menciptakan kondisi investasi yang lebih menarik. Dengan mengurangi risiko awal, pengembang lebih percaya diri untuk mengeksekusi pengeboran eksplorasi pada wilayah-wilayah yang berpotensi tetapi belum teruji (SMI 2019). Mekanisme ini telah digunakan oleh sejumlah negara untuk mempercepat *pipeline* proyek dan meningkatkan bankability proyek energi panas bumi.

Selain aspek pembiayaan, GREM juga berfungsi sebagai instrumen tata kelola risiko (*risk governance*). Skema ini mendorong adanya standarisasi proses eksplorasi, transparansi data *subsurface*, dan peningkatan kapasitas teknis institusi terkait (Zhou *et al.* 2024). Dengan demikian, GREM bukan hanya skema keuangan, tetapi juga kerangka manajemen risiko yang komprehensif untuk menciptakan ekosistem eksplorasi *geothermal* yang lebih efisien, terukur, dan *sustainable*.

Rekomendasi Kebijakan

Risiko eksplorasi panas bumi tidak hanya bersumber dari ketidakpastian geologi, tetapi juga konflik sosial yang kerap menggagalkan investasi teknis dan finansial. Dukungan finansial semata terbukti tidak memadai tanpa jaminan penerimaan masyarakat, sehingga mekanisme GREM perlu diperluas fungsinya dari sekadar penjamin risiko teknis menjadi instrumen tata kelola risiko yang menyeluruh. Bentuk strategi implementasi:

1. Menetapkan dokumen rencana mitigasi risiko sosial sebagai prasyarat mutlak (*condition precedent*) bagi pengembang untuk mendapatkan fasilitas pendanaan GREM, setara dengan persyaratan teknis.
2. Mewajibkan penerapan skema pembagian manfaat (*benefit-sharing*) yang terstandarisasi kepada masyarakat lokal untuk memastikan adanya *Social License to Operate* dan meminimalisir sengketa lahan.

3. Menggunakan instrumen finansial sebagai alat kontrol (*gatekeeper*) untuk menegakkan kepatuhan sosial, sehingga dana negara hanya disalurkan pada proyek yang *bankable* dan minim konflik.

Rekomendasi kebijakan tersebut mengacu pada peraturan Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2014 tentang Panas Bumi dan Undang-Undang Nomor 40 Tahun 2007 tentang Perseroan Terbatas.

Kesimpulan

Kebijakan ekonomi energi panas bumi saat ini menghadapi beberapa kekurangan mendasar yang menghambat percepatan pemanfaatannya. Pendekatan yang ada terlalu fokus pada aspek teknis dan finansial, seperti pembagian risiko eksplorasi melalui mekanisme *Geothermal Resource Risk Management* (GREM), tetapi kurang memperhatikan risiko sosial dan konflik masyarakat yang sering menjadi faktor penghambat utama proyek. Selain itu, mekanisme pendanaan dan manajemen risiko yang diterapkan belum mampu secara efektif mengurangi ketidakpastian dan risiko di tahap eksplorasi, sehingga minat investasi swasta masih rendah.

Kegagalan kebijakan saat ini juga terlihat dari kurang optimalnya pengelolaan akses lahan dan konflik sosial yang sering mengakibatkan keterlambatan proyek dan biaya eksplorasi melonjak. Kebijakan yang ada belum sepenuhnya mengintegrasikan mitigasi sosial sebagai syarat wajib pendanaan, sehingga proyek kerap mengalami hambatan non-teknis yang berakibat pada lambannya pengembangan kapasitas panas bumi. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan yang terlalu terfokus pada risiko teknis dan finansial tanpa mengakomodasi aspek sosial dan tata kelola risiko secara menyeluruh tidak dapat memenuhi tujuan percepatan transisi energi nasional.

Oleh karena itu, perlu adanya perubahan kebijakan yang menekankan pengembangan kerangka manajemen risiko eksplorasi yang lebih komprehensif dan terintegrasi, termasuk memperkuat mitigasi konflik sosial,

pemberdayaan masyarakat, dan transparansi tata kelola. Kebijakan baru harus menghadirkan pembagian manfaat bagi masyarakat lokal sebagai syarat pendanaan agar dapat menciptakan ekosistem investasi panas bumi yang lebih stabil dan berkelanjutan. Dengan fokus perubahan pada aspek sosial dan tata kelola risiko ini, pengelolaan energi panas bumi dapat lebih optimal dalam mendukung target energi terbarukan dan dekarbonisasi nasional.

Daftar Pustaka

- Adityatama DW, Purba DP, Muhammad F. 2019. Manajemen Risiko dalam Pengeboran Eksplorasi Panas Bumi di Indonesia. *Majalah Ilmiah Swara Patra*, 9(2):3-17.
- Boissavy C. 2020. Reviewing existing insurance schemes for geothermal projects. *GEORISK Project Report*.
- Hakim RRA. 2020. Model Energi Indonesia, Tinjauan Potensi Energi Terbarukan untuk Ketahanan Energi di Indonesia: Sebuah Ulasan. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Model Energi Indonesia*. 1(1):2-6.
- [Kemenkeu] Kementerian Keuangan Republik Indonesia. 2023. *Geothermal Resource Risk Mitigation (GREM) Project*. [diakses 2025 Nov 21]. https://fiskal.kemenkeu.go.id/nda_gcf/en/geothermal-resource-risk-mitigation-grem-project/.
- Nur S, Burton B, Bergmann A. 2023. Evidence on Optimal Risk Allocation Models for Indonesian Geothermal Projects Under PPP Contracts. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3991872>.
- Poernomo A, Satar S, Effendi P, Kusuma A, Azimudin T, Sudarwo S. 2015. An Overview of Indonesia Geothermal Development - Current Status and Its Challenges. Di dalam: Horne R, Boyd T, editor. *World Geothermal Congress 2015. Proceedings of the World Geothermal Congress 2015; 2015 April 19-25; Melbourne, Australia*. hlm 2-10; [diakses 2025 Nov 15].

- https://www.semanticscholar.org/paper/A_n-Overview-of-Indonesia-Geothermal-Development-%E2%80%93-Poernomo-Satar/e0f73f705478fe8f6cf7e2ee64bc916983c35929
- Pristiandaru DL. 2024 Agu 8. Indonesia Punya 362 Lokasi Potensi Panas Bumi, Tersebar dari Sumatera sampai Papua. Kompas.com. [diakses 2025 Nov 15]. <https://lestari.kompas.com/read/2024/08/08/120000886/indonesia-punya-362-lokasi-potensi-panas-bumi-tersebar-dari-sumatera-sampai>.
- PT Sarana Multi Infrastruktur (SMI). 2019. *Geothermal Resource Risk Mitigation (GREM)*. Diakses pada Nov 21 2025. <https://www.ptsmi.co.id/geothermal-resource-risk-mitigation-grem>.
- Ronito H. 2013 Nov 2. Pengembangan energi geothermal terhambat aturan tata ruang. Gresnews.com. [diakses 2025 Nov 15]. <https://www.gresnews.com/artikel/82370/Pengembangan-Energi-Geothermal-Terhambat-Aturan-Tata-Ruang-/>.
- Setiawan A, Dewi M, Jafino B, Hidayatno A. 2022. Evaluating feed-in tariff policies on enhancing geothermal development in Indonesia. *Energy Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113164>.
- Umam MF, Muhammad F, Adityatama DW, Purba DP. 2018. Tantangan Pengembangan Energi Panas Bumi Dalam Perannya terhadap Ketahanan Energi di Indonesia. *Swara Patra: Majalah Ilmiah PPSDM Migas*, 8(3):48-65. <https://ejurnal.ppsdmmigas.esdm.go.id/index.php/swarapatra/article/view/6>.
- Yudha S, Tjahjono B, Longhurst P. 2022. Unearthing the Dynamics of Indonesia's Geothermal Energy Development. *Energies*. <https://doi.org/10.3390/en15145009>.
- Zhou W, Lanza F, Grigoratos I, Schultz R, Cousse J, Trutnevyyte E, Muntendam-Bos A, Wiemer S. 2024. Managing Induced Seismicity Risks From Enhanced Geothermal Systems: A Good Practice Guideline. *Reviews of Geophysics*, 62(4).

Biografi Penulis

Alifah Azka Susapto, mahasiswa Program Studi Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, IPB University.

Devina Aurellia Kurniawan, mahasiswa Program Studi Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, IPB University.

M. Khusnu Abdurrahman, mahasiswa Program Studi Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, IPB University.

Naufal Akmaluqyan Muhammad, mahasiswa Program Studi Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, IPB University.

Naura Ananda Khairiyah, mahasiswa Program Studi Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, IPB University.

Nina Sania Husna, mahasiswa Program Studi Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, IPB University.

Dr. Kastana Sapanli, S.Pi., M.Si., dosen di IPB University Departemen Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan.