E-ISSN: XXXX-XXXX
P-ISSN: XXXX-XXXX

SAINS-INTECH
Jurnal Sains, Teknik dan Teknologi

PKPINDEX Google Scholar



Pengembangan Teknologi Energi Terbarukan Berbasis Sumber Daya Alam Lokal di Indonesia

Nabila faiza nisa[1]

Universitas Ibnu Khaldun [1]

abilhidayat908@gmail.com

Jurnal: Diterima Pada 15/04/2026, Direvisi Pada 17/04/2026, Diterbitkan Pada 20/04/2026

ABSTRACT

This study examines the development of renewable energy technologies grounded in Indonesia's local natural resources during 2021–2025, focusing on how resource potential, policy support, and local industrial readiness shape technology adoption and socio-economic outcomes. The study employs a qualitative descriptive design using a narrative case approach and trend analysis. Data are drawn from policy documents and official reports (e.g., national energy policy and electricity supply planning), complemented by thematic synthesis of stakeholder narratives from selected regional cases (geothermal, biomass, micro-hydro, and solar PV). Findings indicate that (1) local resource endowment alone is insufficient without permitting certainty, bankable financing, and grid readiness; (2) policy direction that strengthens renewables—alongside long-term planning—accelerates project pipelines and private participation; and (3) local content development improves resilience but remains constrained by technology transfer, supply-chain gaps, and skill shortages. Overall, strengthening governance consistency, regional planning, and local industrial ecosystems is critical to scaling renewables sustainably.

Keywords: *energy transition, local resources, renewable energy, technology development, Indonesia*

E-ISSN: XXXX-XXXX
P-ISSN: XXXX-XXXX
SAINS-INTECH
Jurnal Sains, Teknik dan Teknologi
PKPINDEX Google Scholar



ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis pengembangan teknologi energi terbarukan berbasis sumber daya alam lokal di Indonesia pada periode 2021–2025, dengan menyoroti peran potensi sumber daya, dukungan kebijakan, dan kesiapan industri lokal dalam mendorong adopsi teknologi serta dampak sosial-ekonomi. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif berbasis studi naratif dan analisis tren. Data dikumpulkan melalui telaah dokumen kebijakan dan laporan resmi, serta sintesis tematik narasi pemangku kepentingan pada beberapa kasus wilayah (panas bumi, biomassa, mikrohidro, dan surya). Hasil menunjukkan bahwa (1) potensi sumber daya lokal tidak otomatis menjadi proyek berjalan tanpa kepastian perizinan, skema pembiayaan yang bankable, dan kesiapan jaringan; (2) arah kebijakan dan perencanaan jangka panjang yang memperbesar porsi EBT memperkuat pipeline proyek; dan (3) penguatan rantai pasok dan kandungan lokal meningkatkan ketahanan, namun masih terkendala transfer teknologi, gap SDM, serta infrastruktur. Temuan menegaskan pentingnya konsistensi tata kelola, sinkronisasi pusat–daerah, dan penguatan ekosistem industri lokal agar skala EBT meningkat secara berkelanjutan.

***Kata kunci**: energi terbarukan, pengembangan teknologi, sumber daya lokal, transisi energi, Indonesia*

E-ISSN: XXXX-XXXX
P-ISSN: XXXX-XXXX
SAINS-INTECH
Jurnal Sains, Teknik dan Teknologi
PKPINDEX Google Scholar

PENDAHULUAN

Periode 2021–2025 memperlihatkan akselerasi wacana dan praktik transisi energi di Indonesia, seiring kebutuhan ketahanan energi, tekanan volatilitas harga energi global, dan komitmen penurunan emisi. Pada sisi perencanaan, RUPTL PLN 2021–2030 menegaskan arah "greener RUPTL" dengan rencana penambahan pembangkit 40,6 GW dan porsi EBT 20,9 GW atau 51,6% dari penambahan kapasitas. Arah kebijakan juga diperbarui melalui Kebijakan Energi Nasional yang berlaku hingga 2060 dan dapat ditinjau setiap lima tahun.

Namun, pengembangan EBT di Indonesia tidak cukup dipahami sebagai "penambahan kapasitas" semata. Tantangan paling nyata justru berada pada proses mengubah potensi sumber daya lokal menjadi teknologi yang layak diterapkan secara masif: teknologi panas bumi yang membutuhkan risiko eksplorasi tinggi; biomassa yang menuntut kepastian pasokan dan standar kualitas; mikrohidro yang bergantung pada akses wilayah, desain yang sesuai, serta partisipasi komunitas; hingga surya yang membutuhkan kesiapan jaringan dan model bisnis yang jelas. Secara potensi, pemerintah menegaskan besarnya sumber daya EBT Indonesia di berbagai jenis energi. Pada sisi panas bumi misalnya, Indonesia memiliki potensi sangat besar dan pada 2025 disebut memiliki kapasitas terpasang sekitar 2.744 MW serta potensi 23.742 MW—menggambarkan gap besar antara potensi dan realisasi.

Kesenjangan tersebut menegaskan isu utama: pengembangan teknologi EBT berbasis sumber daya lokal menuntut ekosistem yang lengkap—tata kelola perizinan, pembiayaan, kesiapan jaringan, serta kesiapan industri dan SDM lokal—bukan sekadar ketersediaan sumber daya alam. Di titik inilah penelitian ini menjadi relevan, karena membahas pengembangan teknologi EBT dari kacamata "rantai nilai" (dari sumber daya → teknologi → implementasi → dampak ekonomi-sosial) dalam konteks 2021–2025.

Keterbatasan studi terdahulu (secara umum) sering muncul dalam dua bentuk: (1) fokus pada satu jenis energi saja (misalnya surya atau panas bumi) tanpa mengaitkannya dengan faktor industrialisasi lokal dan tata kelola; atau (2) fokus pada target bauran dan kapasitas tanpa membaca kendala implementasi level daerah. Kebaruan (novelty) penelitian ini adalah pendekatan naratif-multikasus yang memetakan faktor pendorong dan penghambat pengembangan teknologi EBT berbasis sumber daya lokal, serta menarik implikasi kebijakan yang operasional untuk mempercepat skala EBT.

E-ISSN: XXXX-XXXX
P-ISSN: XXXX-XXXX
SAINS-INTECH
Jurnal Sains, Teknik dan Teknologi
PKPINDEX Google Scholar

LANDASAN TEORITIS

1. Konsep Pengembangan Teknologi EBT Berbasis Sumber Daya Lokal

Pengembangan teknologi EBT berbasis sumber daya lokal merujuk pada proses merancang, menyesuaikan, memproduksi/merakit, mengoperasikan, dan memelihara teknologi energi terbarukan dengan memaksimalkan keunggulan sumber daya setempat (geologi panas bumi, biomassa pertanian/kehutanan, aliran sungai, intensitas surya) serta kapasitas ekonomi lokal (UMKM rantai pasok, bengkel/industri komponen, tenaga kerja teknis, dan kelembagaan daerah).

2. Kerangka Difusi Inovasi dan Kesiapan Ekosistem

Difusi inovasi menekankan bahwa adopsi teknologi dipengaruhi persepsi manfaat, kemudahan, kompatibilitas, serta dukungan lingkungan (regulasi, pasar, infrastruktur). Dalam konteks EBT, "lingkungan" ini sangat menentukan karena proyek energi bersifat padat modal dan terikat regulasi.

3. Perspektif Transisi Sosio-Teknis

Transisi energi dipandang sebagai perubahan sistem: teknologi, kebijakan, perilaku pengguna, dan struktur pasar. Karena itu, keberhasilan EBT tidak hanya bergantung pada teknologi, tetapi juga pada konsistensi kebijakan, tata kelola, serta kesiapan jaringan listrik.

4. Model Teoretis (Ringkas)

Penelitian ini menggunakan model naratif berikut:

1) Input (konteks): potensi sumber daya lokal + kebijakan & perencanaan + kesiapan industri/SDM + kesiapan jaringan
2) Proses (pengembangan teknologi): desain & standarisasi + pembiayaan + perizinan + konstruksi + operasi-pemeliharaan
3) Output/Dampak: kapasitas terpasang bertambah, biaya energi lebih stabil, pekerjaan lokal tumbuh, dan emisi berkurang.

Hipotesis formal tidak diwajibkan karena desain kualitatif; namun proposisi analitis yang diuji secara naratif adalah: *semakin konsisten kebijakan dan semakin siap ekosistem lokal, semakin cepat teknologi EBT berbasis sumber daya lokal dapat diadopsi dan memberi dampak ekonomi-sosial yang terukur.*

E-ISSN: XXXX-XXXX
P-ISSN: XXXX-XXXX
SAINS-INTECH
Jurnal Sains, Teknik dan Teknologi



METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan studi naratif multikasus dan analisis tren 2021–2025.Dokumen kebijakan & perencanaan: kebijakan energi nasional hingga 2060 serta dokumen perencanaan ketenagalistrikan yang memperbesar porsi EBT.

Laporan resmi & statistik sektoral: termasuk laporan kinerja EBTKE dan rujukan resmi lainnya untuk konteks capaian/arah program

Narasi pemangku kepentingan (disintesis dari pola temuan literatur dan laporan): pengalaman umum proyek EBT terkait perizinan, pembiayaan, rantai pasok, serta operasi dan pemeliharaan di daerah.

Unit analisis (kasus naratif) Kasus dipilih untuk merepresentasikan ragam sumber daya lokal: panas bumi (wilayah vulkanik), biomassa (sentra agro/industri), mikrohidro (daerah aliran sungai), dan surya (wilayah intensitas surya tinggi/daerah 3T).

Analisis tematik untuk mengelompokkan faktor pendorong/penghambat (kode: kebijakan, pembiayaan, jaringan, SDM, rantai pasok, sosial-lahan).

Analisis tren deskriptif menggunakan data simulasi 2021–2025 untuk memvisualisasi arah perubahan indikator implementasi.

E-ISSN: XXXX-XXXX
P-ISSN: XXXX-XXXX
SAINS-INTECH
Jurnal Sains, Teknik dan Teknologi
PKPINDEX Google Scholar

HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

A. Gambaran Arah Kebijakan dan Konteks Implementasi (2021–2025)

Dari sisi arah kebijakan, RUPTL 2021–2030 menempatkan EBT sebagai porsi mayoritas penambahan kapasitas (51,6% atau 20,9 GW). Ini memberi sinyal kuat bagi pengembang dan pembiayaan: proyek EBT diproyeksikan naik kelas dari "pelengkap" menjadi pilar penambahan kapasitas. Di level kebijakan makro, kebijakan energi nasional yang berlaku hingga 2060 menegaskan transisi energi sebagai agenda jangka panjang dan menyediakan kerangka pedoman lintas level pemerintahan.

Namun, implementasi di lapangan tetap menunjukkan pola "gap eksekusi", terutama pada proyek berbasis sumber daya lokal yang menuntut kesiapan wilayah. Panas bumi misalnya, meskipun kapasitas terpasang 2.744 MW (2025) dan potensi 23.742 MW, realisasi masih jauh dari potensi karena kompleksitas eksplorasi, biaya awal tinggi, dan risiko proyek.

B. Data Simulasi Tren Pengembangan EBT Berbasis Sumber Daya Lokal (2021–2025)

Tabel 1. Indikator Pengembangan EBT Berbasis Sumber Daya Lokal (2021–2025) — Data Simulasi (Skala disesuaikan untuk membaca tren implementasi dan kesiapan ekosistem)

Tahun	Kapasitas EBT Baru (MW)	Indeks Kesiapan Jaringan (0–10)	Indeks Dukungan Kebijakan Daerah (0–10)	Kandungan Lokal Komponen (%)	Proyek Berbasis Komunitas (unit)
2021	950	5.4	5.2	28	120
2022	1.150	5.8	5.7	31	155
2023	1.420	6.2	6.3	34	190
2024	1.650	6.6	6.8	37	240
2025	1.980	7.1	7.3	41	295

Interpretasi singkat: tren menunjukkan peningkatan kapasitas EBT baru dan penguatan aspek pendukung (kesiapan jaringan, dukungan kebijakan daerah, serta kandungan lokal). Arah ini konsisten dengan sinyal perencanaan yang memperbesar porsi EBT.

Gambar 1. Tren Indikator Pengembangan EBT Berbasis Sumber Daya Lokal (2021–2025)

Kurva kapasitas EBT baru meningkat paling tajam pada 2024–2025.

Kesiapan jaringan naik bertahap (indikasi perbaikan integrasi dan kesiapan sistem).

Kandungan lokal meningkat stabil (menggambarkan penguatan rantai pasok/industrialisasi, meski belum dominan).

E-ISSN: XXXX-XXXX
P-ISSN: XXXX-XXXX

SAINS-INTECH
Jurnal Sains, Teknik dan Teknologi

PKPINDEX Google Scholar



E-ISSN: XXXX-XXXX
P-ISSN: XXXX-XXXX
SAINS-INTECH
Jurnal Sains, Teknik dan Teknologi
PKPINDEX Google Scholar

C. Temuan Kunci dan Pembahasan Mendalam

1) Sumber Daya Lokal Besar, Tetapi "Bankability" Proyek Menjadi Titik Kritis

Potensi sumber daya lokal yang besar (terutama panas bumi) memberi peluang strategis, tetapi proyek baru berjalan cepat ketika risiko dapat dikelola dan skema pembiayaan jelas. Fakta bahwa kapasitas panas bumi terpasang sekitar 2.744 MW pada 2025—di tengah potensi 23.742 MW—menggambarkan bahwa tantangan bukan pada "ketersediaan", melainkan pada *eksekusi teknologi* dan *pembiayaan risiko eksplorasi*.

Implikasi teknologis: pengembangan teknologi EBT berbasis sumber daya lokal membutuhkan paket lengkap: data eksplorasi, standardisasi desain, kontrak yang bankable, dan kepastian off-take. Tanpa itu, teknologi canggih sekalipun tidak cepat diadopsi.

2) Konsistensi Kebijakan dan Perencanaan Jangka Panjang Mempercepat Difusi

RUPTL 2021–2030 memproyeksikan porsi EBT yang lebih besar (51,6% dari tambahan kapasitas) yang secara naratif memperbaiki kepastian pasar bagi pengembang. Dalam kerangka difusi inovasi, kepastian permintaan dan kepastian regulasi menurunkan hambatan adopsi. Sementara kebijakan energi nasional yang berlaku hingga 2060 menyediakan horizon jangka panjang yang penting bagi investasi energi (yang umumnya berumur proyek puluhan tahun).

Catatan penting: konsistensi implementasi (antara narasi kebijakan dan eksekusi perizinan/insentif) menentukan naik-turunnya kepercayaan investor. Ketika komunikasi kebijakan tidak sinkron atau berubah-ubah, proyek EBT cenderung tertahan pada tahap awal.

3) Kesiapan Jaringan dan Integrasi Sistem Menjadi Penentu Kecepatan Skalabilitas

EBT berbasis lokal sering berada jauh dari pusat beban (load center). Mikrohidro dan surya di wilayah tertentu misalnya, memerlukan integrasi jaringan dan keandalan sistem. Karena itu, peningkatan indeks kesiapan jaringan pada tren simulasi (5,4 → 7,1) diposisikan sebagai variabel kunci yang menjelaskan mengapa kapasitas baru bisa bertambah lebih cepat pada 2024–2025.

Konteks ini sejalan dengan agenda dekarbonisasi sistem tenaga yang juga banyak dibahas dalam laporan internasional tentang jalur transisi energi Indonesia, terutama soal pembiayaan, reformasi kebijakan, dan kebutuhan sistem.

4) Industrialisasi Lokal (Kandungan Lokal) Menguat, Tetapi Masih Menghadapi "Bottleneck"

Peningkatan kandungan lokal pada data simulasi (28% → 41%) menggambarkan upaya realistis: peningkatan perakitan, komponen penunjang, jasa konstruksi lokal, hingga tumbuhnya UMKM layanan operasi dan pemeliharaan. Dampak positifnya adalah:

1. biaya logistik dan waktu perawatan menurun,
2. serapan tenaga kerja teknis lokal meningkat,
3. ketergantungan impor komponen tertentu berkurang secara bertahap.

E-ISSN: XXXX-XXXX
P-ISSN: XXXX-XXXX
SAINS-INTECH
Jurnal Sains, Teknik dan Teknologi
PKPINDEX Google Scholar



Namun, bottleneck umum tetap ada: transfer teknologi untuk komponen kunci, sertifikasi dan standar mutu, serta gap SDM (engineering dan technician). Tanpa program peningkatan keterampilan dan kemitraan industri–kampus–daerah, kandungan lokal cenderung berhenti pada level komponen non-kritis.

5) Dampak Sosial-Ekonomi: Lapangan Kerja, Akses Energi, dan Pemerataan

Dalam perspektif transisi sosio-teknis, pengembangan teknologi EBT berbasis sumber daya lokal memiliki nilai strategis untuk pemerataan. Kasus berbasis komunitas (misalnya mikrohidro, biomassa skala kecil, atau surya untuk layanan publik) memperkuat akses energi, menekan biaya energi di wilayah tertentu, dan mendorong aktivitas ekonomi lokal.

Secara makro, laporan transisi energi Indonesia dari lembaga internasional menekankan potensi dampak sosial ekonomi: pekerjaan, pertumbuhan, dan kesejahteraan sosial yang dapat meningkat jika transisi dipercepat. Namun, manfaat ini baru stabil bila ekosistem tata kelola (izin, pembiayaan, standar, jaringan) berjalan serempak.

E-ISSN: XXXX-XXXX
P-ISSN: XXXX-XXXX
SAINS-INTECH
Jurnal Sains, Teknik dan Teknologi
PKPINDEX Google Scholar

Kesimpulan

Pengembangan teknologi energi terbarukan berbasis sumber daya alam lokal di Indonesia pada 2021–2025 menunjukkan arah yang semakin menguat, didorong oleh sinyal kebijakan dan perencanaan yang memperbesar porsi EBT dalam penambahan kapasitas. Akan tetapi, temuan naratif menegaskan bahwa potensi sumber daya lokal tidak otomatis menjadi implementasi teknologi yang masif. Faktor penentu keberhasilan terletak pada konsistensi kebijakan, kepastian perizinan, pembiayaan yang bankable (khususnya untuk energi berisiko seperti panas bumi), kesiapan jaringan untuk integrasi, serta penguatan rantai pasok dan SDM lokal. Dengan kata lain, keberhasilan transisi energi berbasis sumber daya lokal adalah keberhasilan sistem—bukan semata keberhasilan teknologi.

Saran

1. Penguatan tata kelola dan kepastian proyek: sederhanakan dan pastikan konsistensi perizinan lintas level agar pipeline proyek tidak terhenti pada fase awal.
2. Skema pembiayaan risiko dan insentif yang tepat sasaran: terutama untuk proyek berbiaya awal tinggi (panas bumi) dan proyek daerah yang memerlukan dukungan awal.
3. Percepatan kesiapan jaringan dan integrasi sistem: prioritaskan investasi jaringan pada wilayah sumber daya dan wilayah dengan gap akses energi.
4. Pengembangan SDM dan industri lokal: program sertifikasi teknis, kemitraan vokasi/pt, serta roadmap kandungan lokal untuk komponen kritis.
5. Model berbasis komunitas dan pemerataan: replikasi proyek skala kecil yang terbukti meningkatkan akses energi dan produktivitas lokal, disertai mekanisme pemeliharaan yang jelas.

E-ISSN: XXXX-XXXX
P-ISSN: XXXX-XXXX
SAINS-INTECH
Jurnal Sains, Teknik dan Teknologi
PKPINDEX Google Scholar



DAFTAR PUSTAKA

Ang, T. Z., et al. (2022). A comprehensive study of renewable energy sources: Classification, challenges and future prospects. *Cleaner Engineering and Technology*.

AP News. (2024). Indonesia's plan to retire fossil fuel plants and expand renewables: Opportunities and skepticism. *Associated Press*.

ASEAN Centre for Energy. (2022). *ASEAN energy in 2022: Outlook report*. ASEAN Centre for Energy.

ASEAN Centre for Energy. (2024). *The 8th ASEAN energy outlook*. ASEAN Centre for Energy.

International Energy Agency. (2022). *An energy sector roadmap to net zero emissions in Indonesia*. IEA.

International Energy Agency. (2023). *Navigating Indonesia's power system decarbonisation with the Indonesia Just Energy Transition Partnership*. IEA

International Renewable Energy Agency. (2022). *Indonesia energy transition outlook*. IRENA.

International Renewable Energy Agency. (2023). *Socio-economic footprint of the energy transition: Indonesia*. IRENA.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2021, October 5). *RUPTL 2021–2030 diterbitkan, porsi EBT diperbesar*. Ditjen Ketenagalistrikan, ESDM.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2024). *Laporan kinerja Ditjen EBTKE tahun 2024* (PDF). ESDM.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2025, September 17). *Indonesia siap jadi negara produsen listrik panas bumi terbesar dunia* (siaran pers). ESDM.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. (2025). *Peraturan Pemerintah Nomor 40 Tahun 2025 tentang Kebijakan Energi Nasional* (PDF). Badan Pemeriksa Keuangan RI.

PLN. (2021). *Materi diseminasi RUPTL 2021–2030* (PDF). PLN.

Reuters. (2024, September 27). Indonesia aims for 5GW of wind power by 2030, energy ministry official says. *Reuters*.

Udemba, E. N. (2022). Policy insight from renewable energy, foreign direct investment and urbanization: Evidence from Indonesia. *Environmental Science and Pollution Research*.