Khatulistiwa: Jurnal Pendidikan dan Sosial Humaniora
Volume. 5 Nomor. 2 Juni 2025
e-ISSN: 2962-4037; p-ISSN:2962-4452, Hal. 599-615
DOI: https://doi.org/10.55606/khatulistiwa.v5i2.5967
Available online at: https://researchhub.id/index.php/Khatulistiwa

Peran Strategis Indonesia dalam Geopolitik Transisi Energi di Bidang Sumber Daya Mineral

Dini Putri Saraswati[1*], Shanti Darmastuti[2], Nurfarah Nidatya [3], Dinda Jasmine [4]
[1-4] Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Indonesia

Jalan RS Fatmawati Raya, Pondok Labu, Cilandak, Jakarta Selatan, Indonesia
Korespondensi penulis: diniputrisaraswati@upnvj.ac.id

Abstract. *The global energy transition, marked by a shift from fossil fuels to renewable energy, reflects a major transformation in the structure of global geopolitical power. Indonesia plays a strategic role in this process through its reserves of critical minerals such as nickel and copper, which are essential components in clean energy technologies, including electric vehicles and solar panels. This study aims to analyze Indonesia's role in the global clean energy supply chain using the approaches of geopolitical economy and resource nationalism. These approaches allow for a deeper understanding of the dynamics of identity, sovereignty, and the distribution of benefits within global resource contestation. A qualitative method is employed with a naturalistic approach and literature review to interpret Indonesia's policies, geopolitical position, and mineral resource utilization in a contextual manner. The analysis reveals that while Indonesia holds significant bargaining power as a key supplier, it still faces major challenges in the form of regulatory gaps, environmental risks, and pressure from the global trade system. The findings imply the need for stronger resource governance, economic diplomacy, and cross-sector policy integration to ensure that Indonesia can optimally play its role in the global energy transition.*

Keywords: *Critical Minerals, Energy Transition, Geopolitics, Indonesia*

Abstrak. Transisi energi global yang ditandai dengan pergeseran dari energi fosil menuju energi terbarukan mencerminkan perubahan besar dalam struktur kekuasaan geopolitik dunia. Indonesia memiliki peran strategis dalam proses ini melalui cadangan mineral penting seperti nikel dan tembaga yang menjadi komponen utama dalam teknologi energi bersih, termasuk kendaraan listrik dan panel surya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran Indonesia dalam rantai pasok global energi bersih dengan menggunakan pendekatan geopolitical economy dan resource nationalism. Pendekatan ini memungkinkan pemahaman terhadap dinamika identitas, kedaulatan, dan distribusi manfaat yang menyertai kontestasi sumber daya di tingkat global. Metode yang digunakan adalah kualitatif dengan pendekatan naturalistik dan studi pustaka untuk menafsirkan kebijakan, posisi geopolitik, dan pemanfaatan sumber daya mineral Indonesia secara kontekstual. Hasil analisis menunjukkan bahwa meskipun Indonesia memiliki posisi tawar yang kuat sebagai pemasok bahan baku utama, negara ini masih menghadapi tantangan serius dalam bentuk ketimpangan regulasi, risiko lingkungan, dan tekanan dari sistem perdagangan global. Implikasi dari temuan ini menunjukkan perlunya penguatan tata kelola sumber daya, diplomasi ekonomi, serta integrasi kebijakan lintas sektor agar Indonesia dapat secara optimal memainkan perannya dalam transisi energi global.

Kata Kunci: Geopolitik, Indonesia, Sumber Daya Mineral, Transisi Energi

1. LATAR BELAKANG

Manusia telah menggunakan sumber energi terbarukan sejak ribuan tahun yang lalu. Bangsa Mesir dan Yunani menggunakan energi dari matahari untuk menghangatkan rumah dan mengeringkan pakaian, Bangsa Persia menggunakan kincir angin untuk menggiling gandum, serta Bangsa Romawi dan Tiongkok menggunakan kincir air untuk irigasi. Namun, semakin lama kebutuhan akan sumber energi semakin bertambah seiring dengan bertambahnya populasi manusia. Oleh karena itu, secara alami manusia mencari sumber energi lain yang lebih dapat diandalkan, seperti bahan bakar fosil. Bahan bakar fosil dinilai lebih mudah diolah, digunakan, serta disimpan. Sayangnya, bahan bakar fosil sulit untuk diperbarui karena membutuhkan waktu yang lama untuk regenerasi. Di saat masyarakat global mengandalkan pasokan bahan

Received: April 05, 2025 Revised: April 20, 2025 Accepted: Mei 17, 2025 Online Available: Mei 19, 2025

bakar fosil, jumlahnya menjadi terus berkurang, terlebih dengan adanya isu perubahan iklim yang disebabkan oleh penggunaan bahan bakar fosil yang berlebihan menjadikan komunitas internasional memikirkan cara alternatif untuk menjaga pasokan energi namun dengan cara yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Pertimbangan ini kemudian memaksa masyarakat dunia untuk beralih ke energi alternatif yang dinilai lebih bersih dan berkelanjutan (Solomon & Krishna, 2011).

Seiring dengan meningkatnya komitmen negara-negara di dunia untuk mengurangi emisi karbon melalui efisiensi bahan bakar fosil, sejumlah sumber energi alternatif mulai menjadi pilihan utama. Selain sumber energi terbarukan, seperti matahari, angin, dan air, sumber daya mineral strategis juga semakin menjadi perhatian karena perannya yang penting dalam mendukung teknologi energi bersih seperti baterai kendaraan listrik dan panel surya (Berahab, 2022). Beberapa sumber daya mineral strategis yang kini mulai diminati mencakup tembaga, neodimium, dispersium, litium, kobalt, dan nikel yang jamak digunakan sebagai bahan baku kendaraan elektrik dan turbin angin. Selain itu, perak juga dapat digunakan sebagai bahan baku *solar photovoltaic* (PV) yang mampu mengubah energi matahari menjadi energi listrik (Gielen, 2021).

Di Indonesia, ketersediaan pasokan sumber daya mineral cukup melimpah. Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara (DJMB) menunjukkan data bahwa pada tahun 2013, sumber daya laterit atau jenis batuan atau tanah hasil pelapukan intensif di daerah tropis dan subtropis yang kaya akan unsur logam di Indonesia mencapai lebih dari 3,5 miliar ton, sedangkan jumlah cadangan sumber daya laterit di Indonesia mencapai lebih dari 1,1 miliar ton. Sementara itu, hasil eksplorasi PT Aneka Tambang pada tahun 2012 menunjukkan bahwa terdapat 361.300 ton saprolit dan 464.000 ton limonit dalam bentuk bijih basah di Indonesia. Saprolit dan limonit merupakan jenis lapisan tanah laterit yang mengandung nikel. Menurut data dari United States (US) Geological Survey tahun 2015, secara umum sekitar 60% dari sumber daya alam nikel berupa laterit. Artinya, kekayaan alam Indonesia dalam bentuk nikel sangat melimpah dan strategis. Bahkan, Indonesia merupakan salah satu penghasil nikel terbesar di dunia di mana daerah penghasil nikel terbanyak berada di Sulawesi Tenggara dan Maluku Utara. Indonesia juga melakukan ekspor laterit ke sejumlah negara, seperti Australia, Jepang, Tiongkok, Ukraina, dan Yunani (Prasetyo, 2016).

Indonesia memiliki potensi strategis dalam industri mineral global, terutama dalam konteks geopolitik transisi energi, seiring dengan kebijakan hilirisasi nikel yang mengedepankan nilai tambah domestik dan daya saing internasional. Barizi dan Triarda (2023) menunjukkan bahwa nasionalisme sumber daya Indonesia bersifat akomodatif dan

mencerminkan konvergensi kepentingan nasional dan global, di mana keterlibatan perusahaan asing dalam rantai pasok kendaraan listrik tetap diakomodasi untuk mendukung agenda pembangunan. Prabowo dan Purnama (2023) menegaskan bahwa hilirisasi bukan hanya bagian dari strategi ekonomi, tetapi juga instrumen untuk memperkuat kedaulatan sumber daya dan posisi tawar Indonesia di tengah ketergantungan dunia terhadap nikel dan mineral penting lainnya. Namun demikian, Fendri (2011) menggarisbawahi tantangan serius dalam pengelolaan sumber daya mineral akibat tumpang tindih kewenangan dan disharmoni kebijakan antara pemerintah pusat dan daerah, yang berisiko menghambat efektivitas implementasi hilirisasi. Oleh karena itu, Indonesia memerlukan kebijakan yang terkoordinasi dan solid agar dapat memaksimalkan peran strategisnya dalam rantai pasok global mineral penting seperti nikel dan tembaga.

Penelitian dari Resosudarmo et al. (2023) melihat bahwa transisi energi menjadi prioritas dalam kebijakan Indonesia dalam mencapai *Net Zero Emissions* (NZE) di tahun 2060. Dalam mendukung program pemerintah, beberapa kementerian maupun lembaga lain membuat *roadmap* dalam mendukung pencapaian NZE. Salah satunya adalah peta jalan yang dibuat oleh Dewan Energi Nasional (DEN) yang memprioritaskan adanya peningkatan pasar energi terbarukan serta pengembangan pembangkit listrik yang berbasis energi terbarukan. Diperlukan adanya langkah-langkah strategis dalam mendukung program transisi energi di beberapa sektor seperti transportasi maupun infrastruktur pendukung lainnya. Sehubungan dengan upaya transisi energi, karya dari Loy et al. (2024) melihat bahwa salah satu tantangan yang selalu muncul adalah terkait koordinasi antarlembaga. Koordinasi yang belum berjalan dengan optimal berakibat pada terjadinya tumpang tindih dalam implementasi program. Di samping itu, kurangnya monitoring yang berkelanjutan terhadap perencanaan dan pelaksanaan, menjadikan program transisi energi tidak berjalan maksimal.

Sementara itu, Putri et al. (2024) menyoroti bagaimana hukum memiliki peran sentral dalam transisi energi menuju sumber energi baru dan terbarukan (EBT). Proses hukum dalam transisi menuju energi terbarukan mencakup berbagai aspek, antara lain peran hukum internasional dalam menjaga stabilitas dan perdamaian antarnegara selama masa peralihan, peran hukum normatif yang menitikberatkan pada prinsip keadilan dan norma sosial dalam pelaksanaan transisi, serta pendekatan hukum ekonomi yang menganalisis peralihan energi dari sudut pandang efisiensi dan dampak ekonomi. Paul (2023) di sisi lain justru melihat peluang ekonomi dari transisi energi menuju sumber EBT. Presidensi G20 Indonesia pada tahun 2022 menjadi salah satu penanda komitmen Indonesia dalam pelaksanaan transisi energi karena topik mengenai transisi energi menjadi salah satu fokus utama. Indonesia optimis untuk

melakukan transisi energi karena memiliki potensi EBT yang melimpah, yaitu lebih dari 3.000 GW yang berasal dari tenaga surya, angin, hidro, panas bumi, bio energi, dan energi laut. Dengan sumber EBT sebanyak ini, tentu akan membuka peluang investasi hijau dari negara lain.

Dalam Lahope (2024) dijelaskan bahwa Kebijakan Energi Nasional (KEN) Indonesia memulai transisi energi dengan tujuan meningkatkan penggunaan EBT sebesar 23% pada tahun 2025. KEN menggunakan skema pembiayaan campuran yang melibatkan berbagai sumber dana, seperti lembaga pemerintah, bank pembangunan, lembaga keuangan komersial, dana perubahan iklim. Selain itu, undang-undang seperti Peraturan Pemerintah Nomor 79 tahun 2014 dibuat untuk mendukung transisi ini. Selain itu, meskipun tantangan seperti ketidakpastian kebijakan dan rendahnya investasi masih ada, strategi nasional memasukkan upaya meningkatkan investasi di sektor EBT dan memperkuat infrastruktur. Indonesia menggunakan kekayaan sumber daya mineralnya untuk memperkuat posisi tawarnya di kancah internasional, terutama dalam sektor yang membutuhkan bahan baku mineral tertentu untuk baterai dan kendaraan listrik. Selain itu, negara itu berusaha untuk bekerja sama dengan negara lain dan memperkuat kebijakan nasionalnya untuk memastikan ketersediaan sumber daya mineral yang berkelanjutan sekaligus mengurangi ketergantungannya pada impor dari negara lain. Oleh karena itu, Indonesia bukan hanya eksportir sumber daya mineral, tetapi juga pemain penting dalam rantai nilai energi bersih dan transisi energi global.

Dalam Arsita (2021), mengelola sumber daya energi secara berkelanjutan, diversifikasi sumber daya, konservasi, dan pengembangan energi baru dan terbarukan adalah beberapa strategi yang digunakan untuk mencapai ketahanan energi. Kebijakan energi nasional, seperti KEN dan Rencana Umum Energi Nasional (RUEN), bertujuan untuk mendukung ketahanan energi dalam jangka panjang melalui ketersediaan energi yang cukup, efisien, dan berwawasan lingkungan. Selain itu, untuk mencapai ketahanan energi, diperlukan pembangunan infrastruktur energi yang memadai, regulasi yang mendukung, dan kerja sama internasional. Pengelolaan sumber daya yang efektif dan berkelanjutan serta penguatan cadangan strategis adalah fokus utama dalam memastikan pasokan energi yang stabil dan aman bagi masyarakat dan ekonomi nasional. Di Indonesia, kebijakan energi terbarukan diterapkan melalui berbagai strategi, seperti membangun pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), membuat peraturan yang mendukung pengembangan energi baru dan terbarukan, dan menetapkan tujuan untuk meningkatkan rasio elektrifikasi dan penggunaan energi bersih. Salah satu contoh dari strategi ini adalah Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014. Selain itu, untuk memastikan

keberlanjutan dan keberhasilan program energi terbarukan, kerja sama internasional dan upaya untuk memperkuat lembaga terkait seperti Dewan Energi Nasional mendukung kebijakan ini.

2. KAJIAN TEORETIS

Perubahan orientasi energi global dari bahan bakar fosil ke EBT tidak hanya merefleksikan transformasi teknologi, tetapi juga pergeseran mendalam dalam struktur kekuasaan ekonomi-politik global. Dalam konteks inilah pendekatan *geopolitical economy of energy transition* menjadi penting karena menempatkan transisi energi sebagai proses yang bersifat kontestatif, kompleks, dan terstruktur secara sosial. Transformasi ini melibatkan sistem energi beremisi tinggi dan rendah yang saling berinteraksi dan bersaing, menciptakan ketegangan antara kebutuhan pembangunan, keamanan energi, dan tuntutan dekarbonisasi. Energi tidak lagi dipahami semata sebagai komoditas teknis, melainkan sebagai konstruksi sosial yang dikelilingi oleh kepentingan politik, spasial, dan ekonomi yang terus berubah. Dalam pendekatan ini, peran sumber daya mineral seperti nikel dan tembaga menjadi krusial, karena teknologi energi bersih seperti kendaraan listrik dan panel surya sangat bergantung pada ketersediaannya.

Indonesia, dengan cadangan nikel laterit yang melimpah, menempati posisi strategis dalam peta geopolitik transisi energi. Namun, seperti ditunjukkan oleh kajian Kuzemko et al. (2024), peran ini tidak akan optimal tanpa perhatian pada aspek geografis dan institusional, termasuk pembangunan sistem hilirisasi yang efektif dan kebijakan lintas sektor yang terkoordinasi. Dalam konteks ini, pendekatan *resource nationalism* dari Koch dan Perreault (2018) memberikan landasan teoretis untuk memahami bagaimana Indonesia menegosiasikan kepentingannya. *Resource nationalism* tidak hanya dipahami sebagai kebijakan proteksionis negara terhadap sumber daya alam, melainkan juga sebagai wacana politik yang mencerminkan klaim kolektif atas kedaulatan, keadilan distribusi manfaat, dan identitas nasional. Dalam bentuknya yang kontemporer, nasionalisme sumber daya bisa bersifat akomodatif, memungkinkan keterlibatan aktor asing sejauh tetap dalam kerangka kepentingan nasional dan peningkatan nilai tambah domestik.

Dengan memadukan kedua pendekatan tersebut, analisis terhadap peran Indonesia dalam geopolitik transisi energi tidak hanya dapat menjelaskan posisi negara dalam rantai pasok global mineral strategis, tetapi juga dinamika kekuasaan dan identitas yang menyertainya. Pendekatan ini membuka ruang untuk melihat transisi energi bukan semata sebagai proyek teknologi atau ekonomi, tetapi sebagai medan politik yang dipenuhi oleh klaim

teritorial, agenda pembangunan, dan pertarungan atas distribusi manfaat dalam kerangka global yang sangat kompetitif dan tidak merata.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan penekanan pada interpretasi yang bersifat deskriptif dan kontekstual. Metode ini digunakan untuk memahami fenomena sosial secara mendalam dalam konteks alaminya atau dengan pendekatan naturalistik (Sugiyono, 2019), dan dipilih untuk menggambarkan serta menganalisis peran strategis Indonesia dalam transisi energi global melalui pemanfaatan sumber daya mineral, khususnya dalam perspektif geopolitik.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi pustaka (*library research*) dengan menganalisis dokumen-dokumen sekunder, seperti artikel jurnal ilmiah, peraturan perundangan, laporan tahunan kementerian/lembaga terkait, serta berita dari sumber yang kredibel. Menurut Nilamsari (2014), studi dokumen memberikan pemahaman kontekstual atas informasi yang dianalisis mulai dari latar belakang penulisan, tujuan, hingga nilai-nilai yang terkandung di dalamnya. Melalui pendekatan ini, Penulis menafsirkan dinamika kebijakan, posisi geopolitik, dan relasi global Indonesia berdasarkan sumber-sumber yang telah tersedia.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Transisi Energi dalam Isu Global Terkini

Dalam konteks global, transisi energi menjadi topik prioritas dan agenda global untuk menciptakan ketahanan energi. Dorongan untuk mengurangi emisi menjadi salah faktor utama program transisi energi. Transisi energi menjadi tantangan tidak hanya satu negara tetapi masyarakat global dalam pencapaian *zero carbon*. Beberapa program dijalankan dalam kerangka transisi energi, salah satunya adalah peralihan bahan bakar fosil ke sumber energi terbarukan. Peralihan ini menjadi kerangka kerja yang dijalankan di seluruh dunia. Banyak mekanisme yang dibangun dalam mendorong transisi energi. Inovasi teknologi, misalnya, dapat menjadi pendorong dalam menciptakan teknologi yang rendah karbon yang pada akhirnya dapat mengubah bentuk dan fungsi elemen sistem energi (Yang et al., 2024). Transisi energi menjadi topik yang secara berkelanjutan dibahas oleh lembaga-lembaga internasional. Transisi energi dinilai dapat memberikan dampak positif terhadap perubahan kebijakan energi di banyak negara. Transisi energi selaras dengan tujuan pembangunan berkelanjutan yang tentu saja melibatkan banyak aspek seperti penerimaan masyarakat, rekonstruksi pasar, kerangka

regulasi, investasi, sampai dengan lembaga-lembaga yang terkait dengan transisi energi (Balcerzak et al., 2023).

Faktor pendorong kuat transisi energi adalah upaya untuk mengurangi emisi gas rumah kaca baik melalui kerja sama internasional maupun perjanjian internasional. Beberapa kesepakatan internasional, seperti Protokol Kyoto dan Paris Agreement merupakan bentuk komitmen global dalam merespons pemanasan global. Kerangka kerja dalam payung kesepakatan internasional ini mendorong negara-negara untuk menerapkan kebijakan menuju transisi energi. Koordinasi dan kolaborasi menjadi kerangka kerja dalam pencapaian komitmen global. Di sisi lain, transisi energi dinilai dapat memberikan manfaat ekonomi dalam hal peluang baru dalam sektor ketenagakerjaan baik dari sisi manufaktur dan instalasi sampai dengan penelitian dan pengembangan (Adelekan et al., 2024).

Transisi energi menjadi salah satu tujuan yang ada dalam Sustainable Development Goals (SDGs) khususnya pada tujuan ketujuh (SDG7). SDG7 memfokuskan adanya transisi energi menuju energi terbarukan. Di samping itu, Uni Eropa juga memiliki komitmen dalam hal transisi energi yang termasuk di dalamnya efisiensi energi dan pengurangan karbon sesuai dengan Paris Agreement. Di tahun 2040, Uni Eropa memiliki target untuk pencapaian emisi yang nol persen dan di tahun yang sama semua sumber energi berbasis pada energi terbarukan (Kang, 2024). Sehubungan dengan transisi energi, proses ini bukanlah hal yang murah, diperlukan adanya investasi dalam pengembangan teknologi dalam mengembangkan energi terbarukan. Kesenjangan pendapatan antarnegara anggota Uni Eropa berakibat pada perbedaan komitmen dari negara anggota dalam melakukan investasi pengembangan teknologi energi terbarukan. Penguatan kerja sama antarnegara anggota menjadi fondasi penting dalam melakukan kolaborasi bersama baik dari sisi infrastruktur sampai dengan pendanaan (Iriani, 2022).

Di sisi lain, di lingkup Association of South East Asia Nation (ASEAN), negara-negara anggota melihat bahwa kerja sama di sektor energi menjadi bagian penting dalam pembangunan ekonomi regional sejak ditandatanganinya Perjanjian Kerja Sama Energi ASEAN pada tahun 1986. Dalam kerangka transisi energi negara-negara ASEAN telah mengembangkan ASEAN Plans of Action for Energy Cooperation (APAEC) sejak tahun 1999. Komitmen terhadap transisi energi misalnya dapat dilihat dari rencana aksi APAEC periode 2016-2025. Target APAEC keempat adalah 23% pasokan energi primer berasal dari energi terbarukan di tahun 2015. Transisi energi ini dihadapkan dengan tantangan dan peluang. Misalnya, masalah pendanaan menjadi isu utama dalam transisi energi di ASEAN. Di sisi lain, ASEAN juga memiliki sumber daya alam yang melimpah dalam pengembangan energi

terbarukan. Namun demikian, transisi energi bukan hal yang mudah bagi negara-negara ASEAN mengingat adanya kesenjangan ekonomi serta energi (Johnstone, 2024).

Di balik tantangan yang dihadapi, negara-negara ASEAN memiliki komitmen yang tinggi terhadap transisi energi. Dukungan kebijakan transisi energi di Indonesia, misalnya, dapat dilihat dari Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024 yang salah satunya menekankan pada target pengurangan emisi. Selain Indonesia, Malaysia juga memiliki komitmen dalam transisi energi melalui Kebijakan Energi Nasional 2022-2040. Negara ASEAN lainnya juga mendukung komitmen transisi energi (Mu'min et al., 2024).

Gambaran di atas memperlihatkan bahwa komitmen dalam transisi energi menjadi agenda tidak hanya di lembaga-lembaga internasional, tetapi juga di level kerja sama regional maupun komitmen secara nasional. Motivasi dalam merespons dampak pemanasan global menjadi faktor pendorong yang menjadikan agenda transisi energi menjadi agenda berkelanjutan dalam pencapaian komitmen global. Kerangka kebijakan menjadi fondasi bagi setiap negara dalam menjalankan program transisi energi, Melalui kerangka kerja sama dan kolaborasi internasional, diharapkan dapat membantu setiap negara dalam mencapai target pengurangan emisi yang telah disepakati di level global. Namun demikian, transisi energi bukanlah hal yang mudah dan sederhana dikarenakan terdapat tantangan dalam implementasi komitmen global.

Sehubungan dengan pendanaan dalam program transisi energi, Chipangamate dan Nwaila (2024) melihat bahwa secara tradisional banyak investasi ditujukan ke minyak dan gas, batubara, serta energi nonhidro lainnya. Namun, seiring dengan tuntutan pengurangan emisi karbon serta kebutuhan terkait keamanan energi, investasi mulai diarahkan pada pengembangan energi terbarukan. Secara umum, pendanaan dibutuhkan dalam pengembangan infrastruktur. Infrastruktur di sini tidak hanya mencakup pengembangan energi terbarukan tetapi juga infrastruktur yang dibutuhkan dalam distribusi energi terbarukan sampai dengan pengguna akhir. Dalam konteks negara-negara yang berpendapatan rendah, pendanaan menjadi hal penting dalam mendorong percepatan transisi energi. Di samping pendanaan, kerangka kebijakan yang belum memadai juga menjadi tantangan.

Tantangan transisi energi secara umum tergantung pada wilayah serta sektor yang menjadi target transisi energi. Biaya modal yang tinggi, modernisasi infrastruktur, ketergantungan pada energi fosil, serta volatilitas harga energi dinilai menjadi tantangan ekonomi transisi energi. Biaya modal, misalnya, menjadi tantangan dalam mengembangkan infrastruktur yang mendukung energi terbarukan. Tantangan ini dinilai menjadi lebih kompleks di negara berkembang. Dalam hal ini permintaan energi yang meningkat serta kurangnya akses

pembiayaan dalam proyek energi terbarukan menjadi tantangan yang sering dihadapi oleh negara berkembang. Oleh karena itu, investasi asing serta bantuan pembangunan internasional dinilai dapat membantu biaya modal dalam melakukan transisi energi (Bensalah, 2024). Dengan demikian, kerja sama baik di level global, regional yang diiringi dengan kerangka kebijakan di level nasional dapat membantu dalam pelaksanaan program transisi energi. Transisi energi dalam isu global tidak hanya menempatkan isu ini sebagai bentuk komitmen global tetapi juga berbagai tantangan maupun peluang yang menyertai kebijakan transisi energi

Peran Strategis Indonesia di Asia Tenggara di Bidang Sumber Daya Mineral

Meskipun Indonesia telah menetapkan target ambisius dalam diversifikasi energi terbarukan melalui KEN dan RUEN, realisasi di lapangan masih jauh dari harapan, dengan pencapaian energi terbarukan hanya mencapai 13,1% pada tahun 2023 dari target 23% pada tahun 2025. Keterlambatan ini menunjukkan ketergantungan yang berkelanjutan pada bahan bakar fosil, yang pada gilirannya menyebabkan beban subsidi dan kompensasi energi yang besar. Namun, di tengah tantangan tersebut, posisi strategis Indonesia sebagai salah satu produsen utama mineral penting seperti nikel, bauksit, dan timah memberikan peluang besar dalam transisi energi global. Meskipun laporan tahunan DEN menyatakan bahwa pemerintah relatif berhasil menjaga ketahanan pasokan energi, ketergantungan yang terus menerus pada bahan bakar fosil ini tentu saja berkontribusi pada subsidi dan kompensasi energi yang sangat besar selama bertahun-tahun (Nugroho et al., 2021). Melihat itu, Indonesia memiliki potensi besar untuk memainkan peran strategis dalam transisi energi global karena kekayaan sumber daya mineralnya. Sumber daya mineral seperti timah, nikel, dan bauksit sangat penting untuk pengembangan teknologi energi bersih, seperti baterai kendaraan listrik. Indonesia dapat bergabung dengan rantai pasokan energi bersih global karena posisi ini memberikannya kekuatan tawar yang signifikan di kancah internasional. Indonesia tidak hanya menjadi eksportir sumber daya mineral tetapi juga berusaha menjadi pusat teknologi hijau melalui pertumbuhan industri pengolahan mineral domestik dan kebijakan pelarangan ekspor bahan mentah(Nugroho et al., 2021).

Peran strategis Indonesia dalam geopolitik transisi energi di bidang sumber daya mineral terletak pada posisi negara sebagai salah satu produsen utama mineral penting seperti nikel, bauksit, dan timah yang mendukung pengembangan energi bersih dan teknologi hijau (Lahope, 2024). Indonesia memanfaatkan kekayaan sumber daya mineralnya untuk memperkuat posisi tawar di kancah internasional, terutama dalam industri baterai dan kendaraan listrik yang membutuhkan bahan baku mineral tertentu. Selain itu, Indonesia berupaya menjalin kerjasama internasional dan memperkuat kebijakan nasional untuk

memastikan keberlanjutan pasokan mineral, sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap impor dari negara lain. Dengan demikian, Indonesia tidak hanya berperan sebagai eksportir sumber daya mineral, tetapi juga sebagai pemain kunci dalam rantai nilai global energi bersih dan transisi energi dunia (Lahope, 2024).

Indonesia memiliki posisi strategis dalam hal geopolitik dan pembangunan ekonomi karena perannya sebagai produsen mineral utama di dunia dan sebagai kekuatan utama di wilayah regional yaitu Asia Tenggara. Posisi ini memberinya kesempatan untuk meningkatkan kekuatan internasional dan regional, terutama melalui pengelolaan dan ekspor sumber daya mineralnya yang melimpah. Indonesia memiliki banyak mineral yang membuatnya menjadi pemasok utama bahan baku untuk teknologi hijau dan energi bersih serta pusat pengembangan kerja sama regional dan global di bidang ini. Peran strategis Indonesia di Asia Tenggara dalam bidang sumber daya mineral sangat penting karena Indonesia memiliki cadangan sumber daya mineral yang melimpah dan beragam, seperti batu bara, nikel, tembaga, dan timah, yang dapat mendukung pembangunan ekonomi regional dan nasional. Indonesia berfungsi sebagai salah satu pusat pengelolaan dan ekspor sumber daya mineral utama di kawasan ini, serta berperan dalam memperkuat kerja sama regional melalui forum-forum seperti ASEAN dan kerja sama bilateral dengan negara tetangga (Arsita et al., 2021).

Selain itu, Indonesia juga berperan dalam memastikan keberlanjutan pengelolaan sumber daya mineral dengan menerapkan prinsip keadilan dan keberlanjutan lingkungan, serta mendorong pengembangan industri hilir mineral untuk meningkatkan nilai tambah dan daya saing regional. Melalui kebijakan nasional dan kerja sama internasional, Indonesia berupaya menjaga stabilitas pasokan sumber daya mineral di kawasan serta memperkuat posisi tawar di geopolitik energi dan sumber daya mineral Asia Tenggara (Arsita et al., 2021). Indonesia memiliki ekonomi terbesar di Asia Tenggara dengan PDB sebesar 1,28 triliun dollar Amerika. Dengan populasi sebesar 40% dari ASEAN, Indonesia memiliki konsumsi energi final atau *total final energy consumption* (TFEC) sebesar 22 juta ton setara minyak (Mtoe), atau seperempat dari total TFEC ASEAN (87 Mtoe) di tahun 2020. Ini menunjukkan bahwa Indonesia dapat menetapkan target energi bersih yang lebih tinggi serta kontribusi yang ditetapkan secara nasional atau *nationally determined contributions* (NDC). Setelah berhasil menjadi tuan rumah Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) G20 di Bali pada tahun 2022, Indonesia akan memegang keketuaan ASEAN pada tahun 2023, meningkatkan posisinya di dunia. Indonesia bertanggung jawab untuk mencapai target energi terbarukan atau *renewable energy* (RE) dan efisiensi energi atau *energy efficiency* (EE)(Panelewan & Yurnaidi, 2023). ASEAN 2025, seperti yang digariskan dalam APAEC Tahap II: 2021-2025. Selain itu, Indonesia juga

bertanggung jawab atas program-program yang diluncurkan oleh G20, seperti Kemitraan Transisi Energi yang Adil atau Just Energy Transition Partnership (JETP), yang bertujuan untuk mendukung penghentian pembangkit listrik tenaga batu bara di Indonesia (Panelewan & Yurnaidi, 2023).

Untuk mempercepat transisi energinya, Indonesia dapat memberlakukan Undang-Undang (UU) Energi Baru dan Terbarukan yang komprehensif, yang menyederhanakan perizinan untuk proyek energi terbarukan, memberikan mandat untuk target energi terbarukan, dan menetapkan peraturan yang jelas mengenai penetapan harga energi terbarukan, seperti model lelang atau tarif *feed-in*. Selain itu, UU ini juga akan mengembangkan peraturan terkait tarif energi terbarukan. Reformasi ini akan membantu Indonesia memenuhi komitmen iklimnya dan menciptakan lingkungan yang mendukung pengembangan energi terbarukan (Nugroho et al., 2021)

Geopolitik Transisi Energi Indonesia: Tantangan dan Peluang

Seiring dengan semakin meningkatnya kepedulian masyarakat dunia terkait sumber energi yang lebih bersih dan efisien, kebutuhan akan energi fosil perlahan akan mulai ditinggalkan. Manusia akan mulai mencari sumber EBT yang lebih ramah lingkungan dan dapat diandalkan. Secara tidak langsung, perubahan ini akan mengubah geopolitik energi global di mana sumber energi fosil umumnya lebih banyak ditemui di negara-negara tertentu, seperti Timur Tengah, menjadi sumber energi yang dapat ditemui di mana saja. Energi terbarukan, misalnya, yang dapat dimiliki dan dikembangkan oleh hampir seluruh negara karena sumbernya jamak ditemui sehari-hari, seperti angin, panas bumi, dan lain sebagainya (Giuli, 2023). Sementara itu, sumber daya mineral juga akan menjadi primadona di masa depan karena berperan sebagai bahan baku dari sebagian besar teknologi ramah lingkungan. Sumber daya mineral banyak ditemui di sebagian besar negara-negara di Afrika, Amerika Latin, dan Asia (Kakışım, 2021).

Indonesia sendiri memiliki potensi kekayaan sumber daya mineral yang cukup melimpah. Secara geografis, Indonesia terletak di zona khatulistiwa dengan iklim tropis dan subtropis yang mendukung kekayaan sumber daya mineral, utamanya bijih nikel. Nikel yang ada di Indonesia merupakan nikel laterit yang berperan dalam industri nikel global (Radhica & Wibisana, 2023). Menurut Sitohang et al. (2025), cadangan nikel Indonesia merupakan yang terbesar di dunia setelah Australia. Cadangan nikel Indonesia mencapai 21 juta ton atau sekitar 20,57% dari total cadangan nikel dunia. Selain bijih nikel, Indonesia juga memproduksi nikel setengah jadi, seperti feronikel, *nickel pig iron* (NPI), dan *matte nickel*. Produk-produk ini

menjadi target ekspor ke negara-negara lain, terutama seiring dengan pesatnya permintaan akan kendaraan elektrik.

Dengan kekayaan nikel yang melimpah, Indonesia perlu memanfaatkannya. Salah satu caranya adalah dengan membangun smelter atau fasilitas untuk mengolah bijih mineral menjadi logam murni atau paduan logam yang dapat diolah. Indonesia sendiri telah memiliki 13 unit smelter yang telah beroperasi. Pemerintah Indonesia juga telah menargetkan tambahan unit smelter lagi hingga setidaknya mencapai 30 unit smelter pada tahun 2024. Penambahan unit smelter ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dan nilai tambah dari produk nikel Indonesia (Tangkudung & Kaseger, 2024).

Pengembangan smelter ini menjadi konsekuensi yang dihadapi pemerintah Indonesia akibat ketergantungan Indonesia terhadap negara lain, seperti Jepang dan Tiongkok dalam mengolah bijih nikel menjadi logam nikel, sehingga pendapatan negara menjadi kurang maksimal akibat ekspor *raw material* dari nikel yang dihargai murah. Ketentuan ini juga diatur dalam UU Nomor 4 Tahun 2009 tentang Mineral dan Batubara, yang mendorong transformasi pengelolaan sumber daya mineral dari bentuk bahan mentah menjadi produk yang telah diolah agar memiliki nilai tambah. Undang-undang ini juga mewajibkan para pemegang Izin Usaha Pertambangan (IUP) dan Kontrak Karya (KK) untuk membangun fasilitas smelter (Khaldun, 2024).

Selain nikel, Indonesia juga kaya akan sumber daya mineral lainnya yang berpotensi untuk menjadi sumber energi, yaitu tembaga. Komoditas tembaga di Indonesia menduduki peringkat tujuh secara global. Pada tahun 2019, produksi bijih tembaga di Indonesia mencapai 14.795,66 juta ton dan cadangan tembaga mencapai 2.631,64 juta ton. Tembaga sendiri memiliki peran yang sangat penting untuk menunjang perkembangan teknologi yang berbasis listrik karena tembaga menjadi bahan baku dalam pembuatan kabel (Gonzales, 2022). Melihat potensi tembaga di Indonesia, tentu pemerintah Indonesia juga mendorong industri pertambangan untuk mengembangkan smelter tembaga. PT Semen Gresik merupakan salah satu perusahaan yang berani untuk membangun smelter tembaga di Gresik untuk mengolah konsentrat menjadi *copper cathode* (Ika, 2017).

Dengan semakin meningkatnya kepedulian masyarakat dunia terhadap isu transisi energi menuju sumber EBT, eksplorasi sumber daya mineral di Indonesia membawa peluang tersendiri. Namun, Indonesia masih memiliki beberapa tantangan. yang pertama yaitu pencemaran dan kerusakan lingkungan di sekitar smelter. Smelter nikel di Bantaeng, misalnya, menghasilkan debu dan polusi yang mencemari lingkungan warga sekitar. Polutan tersebut mengandung zat-zat berbahaya, seperti sulfur dioksida dan karbon monoksida yang melebihi

ambang batas. Hal ini menyebabkan terganggunya kesehatan masyarakat sekitar karena polutan tersebut menyebabkan sesak napas, iritasi mata, hingga mual dan muntah akibat bau yang dihasilkan dari smelter. Selain mengganggu kesehatan masyarakat setempat, limbah pengolahan nikel juga turut merusak kesuburan tanah. Banyak masyarakat yang mengeluh karena mengalami gagal panen serta tanaman yang mati karena tanah yang tercemar (Pabbu et al., 2024).

Selain permasalahan lingkungan, industri nikel Indonesia juga menghadapi tantangan besar akibat sengketa dengan Uni Eropa di World Trade Organization (WTO), yang dipicu oleh kebijakan larangan ekspor bijih nikel mentah sejak 2020 guna melindungi cadangan nasional dan mendorong hilirisasi. Meskipun kebijakan ini dimaksudkan untuk pembangunan industri dalam negeri dan peningkatan nilai tambah, WTO memutuskan Indonesia kalah karena dianggap melanggar prinsip perdagangan bebas dan tidak cukup membuktikan alasan konservasi. Kekalahan ini menyoroti dilema antara kedaulatan kebijakan nasional dan tekanan sistem perdagangan global yang cenderung berpihak pada negara maju. Di sisi lain, tantangan internal seperti kebutuhan investasi smelter, stabilitas regulasi, serta risiko eksternal berupa hambatan non-tarif dan dominasi kekuatan global menambah beban bagi upaya Indonesia membangun industri nikel berdaya saing. Oleh karena itu, Indonesia perlu memperkuat diplomasi ekonomi dan hukum internasional agar kebijakan hilirisasi bisa diterima dalam kerangka WTO, sekaligus mendorong reformasi sistem perdagangan global yang lebih adil bagi negara berkembang. Selain itu, perlu percepatan pembangunan infrastruktur industri, penyederhanaan regulasi, dan kemitraan strategis dengan investor global untuk mendukung hilirisasi nikel secara berkelanjutan (Hutabarat, 2023).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Transisi menuju energi terbarukan menjadi agenda global yang semakin mendesak dalam upaya mencapai SDG7 dan Paris Agreement. Dalam konteks tersebut, Indonesia memiliki peluang strategis untuk meningkatkan peran geopolitiknya berkat kekayaan sumber daya mineral seperti nikel dan tembaga yang menjadi komponen utama teknologi energi bersih. Di kawasan Asia Tenggara, Indonesia menempati posisi penting sebagai pemasok bahan baku untuk energi terbarukan, serta telah mengembangkan kebijakan hilirisasi guna meningkatkan nilai tambah ekonomi dan mengurangi ketergantungan terhadap ekspor bahan mentah ke pasar internasional. Namun demikian, proses ini menghadapi tantangan serius, seperti dampak lingkungan dari pembangunan smelter dan tekanan sistem perdagangan global, yang tercermin dalam kekalahan Indonesia atas gugatan WTO.

Dalam konteks ini, Indonesia perlu memperkuat diplomasi ekonomi untuk mendorong reformasi sistem perdagangan global yang lebih adil. Di sisi lain, peningkatan kesadaran nasional terhadap pentingnya transisi energi harus dilakukan melalui sosialisasi publik, penyediaan pendanaan yang memadai, serta regulasi yang tidak hanya berfokus pada eksploitasi bahan mentah, tetapi juga mendorong pengembangan produk mineral bernilai tambah. Strategi ini penting untuk memperkuat posisi ekspor Indonesia secara strategis dalam pasar global dan meningkatkan citra negara sebagai aktor utama dalam transformasi energi dunia.

Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan karena hanya menggunakan data sekunder, sehingga belum dapat menggambarkan dinamika di lapangan secara menyeluruh. Oleh karena itu, studi lanjutan disarankan untuk mengkaji secara mendalam implementasi pembangunan smelter di Indonesia, termasuk dampaknya terhadap lingkungan dan masyarakat sekitar. Selain itu, penelitian ke depan juga perlu menelaah bagaimana strategi diplomasi ekonomi Indonesia dijalankan dalam memperkuat posisinya dalam transformasi energi global, serta sejauh mana efektivitas kebijakan luar negeri dan kerja sama internasional yang dijalankan untuk mendukung agenda transisi energi nasional.

DAFTAR REFERENSI

Adelekan, O. A., Ilugbusi, B. S., Adisa, O., Obi, O. C., Awonuga, K. F., Asuzu, O. F., & Ndubuisi, N. L. (2024). Energy transition policies: A global review of shifts towards renewable sources. *Engineering Science & Technology Journal, 5*(2), 272–287. https://doi.org/10.51594/estj.v5i2.752

Arsita, S. A., Saputro, G. E., & Susanto, S. (2021). Perkembangan kebijakan energi nasional dan energi baru terbarukan Indonesia. *Jurnal Syntax Transformation, 2*(12), 1779–1788. https://doi.org/10.46799/jst.v2i12.473

Balcerzak, A. P., Uddin, G. S., Igliński, B., & Pietrzak, M. B. (2023). Global energy transition: From the main determinants to economic challenges regions. *Equilibrium: Quarterly Journal of Economics and Economic Policy, 18*(3), 597–608. https://doi.org/10.24136/eq.2023.018

Barizi, M. H., & Triarda, R. (2023). Rantai pasokan global dan nasionalisme sumber daya alam: Kajian terkait hilirisasi nikel di Indonesia. *Indonesian Journal of International Relations, 7*(2), 312–338. https://doi.org/10.32787/ijir.v7i2.466

Bensalah, N. (2024). Challenges and opportunities in energy economics: Balancing cost, sustainability, and innovation in the global energy transition. *Modern Economy, 15*(11), 1147–1180. https://doi.org/10.4236/me.2024.1511059

Berahab, R. (2022). *The energy transition amidst global uncertainties: A focus on critical minerals*. Policy Center for the New South.

Chipangamate, N. S., & Nwaila, G. T. (2024). Assessment of challenges and strategies for driving energy transitions in emerging markets: A socio-technological systems perspective. *Energy Geoscience, 5*(2), 100257. https://doi.org/10.1016/j.engeos.2023.100257

Fendri, A. (2016). *Pengaturan kewenangan pemerintah dan pemerintah daerah dalam pemanfaatan sumber daya mineral dan batu bara*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.

Gielen, D. (2021). *Critical materials for the energy transition*. International Renewable Energy Agency.

Giuli, M. (2023). Geopolitics of the energy transition. In M. Asif (Ed.), *Handbook of energy transitions* (pp. 41–54). Boca Raton, FL: CRC Press.

Gonzales, R. (2022). Memaksimalkan potensi generasi muda di industri pertambangan untuk meningkatkan ekonomi Indonesia menuju Indonesia Emas 2045: Generasi muda untuk bangsa. *Jurnal Himasapta, 7*(1), 39–50.

Hutabarat, G. I. F. (2023). Sengketa ekspor nikel Indonesia dengan Uni Eropa di World Trade Organization. *Jurnal Ilmu Hubungan Internasional LINO, 3*(2), 116–122.

Ika, S. (2017). Kebijakan hilirisasi mineral: Reformasi kebijakan untuk meningkatkan penerimaan negara. *Kajian Ekonomi & Keuangan, 1*(1), 42–67.

Iriani, M. L. (2022). The energy transition dilemma in European Union (EU) region. *Jurnal Dinamika Global, 7*(1), 122–135. https://doi.org/10.36859/jdg.v7i01.980

Johnstone, I. (2024). Energy transition governance in the ASEAN: Current status and future prospects. *Fulbright Review of Economics and Policy, 4*(2), 107–125. https://doi.org/10.1108/FREP-07-2024-0041

Kakışım, C. (2021). New energy politics shaped by energy transition: The energy balance for rare earth elements and critical minerals. *Avrasya Etüdleri, 60*, 5–28.

Kang, Y. (2024). Sustainable development through energy transition: The role of natural resources and gross fixed capital in China. *Sustainability, 17*(1), 83. https://doi.org/10.3390/su17010083

Khaldun, R. I. (2024). Dampak kebijakan hilirisasi nikel terhadap peningkatan ekspor komoditas besi dan baja Indonesia. *RELASI: Jurnal Ekonomi, 20*(1), 153–165.

Koch, N., & Perreault, T. (2018). Resource nationalism. *Progress in Human Geography*, 1–21. https://doi.org/10.1177/0309132518781497

Kuzemko, C., Blondeel, M., Bradshaw, M., Bridge, G., Faigen, E., & Fletcher, L. (2025). Rethinking energy geopolitics: Towards a geopolitical economy of global energy transformation. *Geopolitics, 30*(2), 531–565. https://doi.org/10.1080/14650045.2024.2351075

Lahope, G. (2024). Implementasi Kebijakan Energi Nasional (KEN) Indonesia menuju 23% target bauran Energi Baru Terbarukan (EBT) 2025. *Jurnal Darma Agung, 2024*, 124–135. https://dx.doi.org/10.46930/ojsuda.v32i1.3945

Loy, N., Rachmawati, I., Issundari, S., & Soesilo, J. (2024). Barriers to Indonesia's energy transition. *The Indonesian Journal of Planning and Development, 9*(2), 1–13.

Mu'min, M. S., Yaqin, M., & Anam, M. S. (2024). Does energy transition matter to sustainable development in ASEAN? *International Journal of Renewable Energy Development, 13*(2), 191–205. https://doi.org/10.61435/ijred.2024.59544

Nilamsari, N. (2014). Memahami studi dokumen dalam penelitian kualitatif. *Wacana, 13*(2), 177–181.

Nugroho, H., Rustandi, D., & Widyastuti, N. L. (2021). What position should Indonesia have in placing its renewable energy development and energy transition plan? *Bappenas Working Papers, 4*(2), 239–254. https://doi.org/10.47266/bwp.v4i2.100

Pabbu, A., Novianti, A. N., & Mundzir, A. S. (2024). Hilirisasi nikel dan tantangan perlindungan hak lingkungan di Indonesia: Studi kasus Kawasan Industri Bantaeng. *Jurnal Penelitian Multidisiplin Terpadu, 8*(11), 323–328.

Palenewan, J. J. A., & Yurnaidi, Z. (2023, February 22). *Indonesia's leadership in ASEAN's energy transition*. https://aseanenergy.org/post/indonesias-leadership-in-aseans-energy-transition/

Paul, W. (2023). Transisi sumber energi bersih terbarukan (EBT) dalam kelangsungan ekonomi di Indonesia. *Jurnal Al-Amar, 4*(1), 23–35.

Prabowo, H., & Purnama, H. R. (2024). Alternatif penyelesaian sengketa larangan ekspor nikel Indonesia di WTO. *Progresif: Jurnal Hukum, 13*(1), 42–81. https://doi.org/10.33019/progresif.v18i1.4209

Prasetyo, P. (2016). Sumber daya mineral di Indonesia khususnya bijih nikel laterit dan masalah pengolahannya sehubungan dengan UU Minerba 2009. In *Seminar Nasional Sains dan Teknik* (pp. 1–10).

Putri, B. A. S., Saroy, G. V. A., & Rajib, R. K. (2024). Pendekatan peran hukum dalam mendorong transisi energi terbarukan. *Jurnal Multidisiplin Ilmu Akademik, 1*(3), 230–235.

Radhica, D. D., & Wibisana, R. A. A. (2023). Proteksionisme nikel Indonesia dalam perdagangan dunia. *Cendekia Niaga: Journal of Trade Development Studies, 7*(1), 74–84.

Resosudarmo, B. P., Rezki, J. F., & Effendi, Y. (2023). Prospects of energy transition in Indonesia. *Bulletin of Indonesian Economic Studies, 59*(2), 149–177. https://doi.org/10.1080/00074918.2023.2238336

Sitohang, C., Azis, H., & Hafiz, M. S. (2025). Hilirisasi komoditi mineral: Studi nikel di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Ekonomi dan Manajemen, 3*(2), 1–12. https://doi.org/10.61722/jiem.v3i2.3755

Solomon, B. D., & Krishna, K. (2011). The coming sustainable energy transition: History, strategies, and outlook. *Energy Policy, 39*(11), 7422–7431. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.09.009

Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Tangkudung, A. G., & Kaseger, J. Y. (2024). Hilirisasi nikel sebagai nilai tambah dalam penguatan perekonomian Indonesia. *Jurnal Syntax Admiration*, *5*(10), 3946–3955.

Yang, Y., Xia, S., Huang, P., & Qian, J. (2024). Energy transition: Connotations, mechanisms and effects. *Energy Strategy Reviews*, *52*, 101320. https://doi.org/10.1016/j.esr.2024.101320