



POTENSI, KEBIJAKAN DAN PEMANFAATAN LOGAM TANAH JARANG (LTJ) MENUJU NET ZERO EMISSION (NZE) DI INDONESIA

Ramelia Eka Puspita¹, Ildrem Syafri², Yoga Andriana Sendjaja³, Novaldo Ramzis⁴

Universitas Padjadjaran, Indonesia^{1,2,3}

Institut Teknologi Bandung, Indonesia⁴

e-mail : pitaramel30@gmail.com¹, ildrem@unpad.ac.id²,
yoga.andriana.sendjaja@unpad.ac.id³, novaldoramzis@gmail.com⁴

Abstrak

Salah satu mineral yang masuk dalam kategori mineral kritis dan strategis yaitu Logam Tanah Jarang (LTJ), yang menunjukkan betapa pentingnya mineral ini untuk kemajuan industri berbasis teknologi ramah lingkungan (green energy). LTJ merupakan bahan baku/ komponen dasar pembuatan barang elektronik serta teknologi tinggi lainnya. Sebagai komponen dasar, tentunya perlu diketahui berapa besar potensinya, kebijakan yang sudah dibuat oleh pemerintah, dan pengolahan atau ekstraksi logam tanah jarang sehingga dapat dimanfaatkan agar target Net Zero Emission (NZE) dapat tercapai seperti yang sudah disepakati pada persetujuan paris terkait strategi mengatasi perubahan iklim. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar potensi LTJ di Indonesia, kebijakan pengelolaan LTJ, pemanfaatan LTJ sebagai komponen dasar pembuatan teknologi dan energi yang ramah lingkungan sehingga sejalan dengan strategi Pemerintah dalam program NZE. Metode penelitian yang dilakukan yaitu dengan pengambilan sampel di lokasi penelitian berada di Daerah Tanjung Binga dan sekitarnya, Kabupaten Belitung dan analisis menggunakan XRF, ICP-MS dan sayatan tipis untuk variabel potensi logam tanah jarang serta analisis SWOT untuk variabel potensi, kebijakan, pemanfaatan dan net zero emission. Dari hasil pengamatan menggunakan analisis petrografi di dapat bahwa pada tiga sample diklasifikasikan ke dalam batuan granitik dari formasi Granit Tanjungpandan dengan paragenesis bervariasi, sedangkan hasil analisis geokimia nya belum ditemukan mineral sulfida akan tetapi dilihat dari formasinya mengandung mineralisasi timah dan memperlihatkan kecenderungan pengayaan Na₂O dan Light Rare Earth Elements (LREE), diharapkan hasil penelitian ini bisa menjadi informasi dalam pemetaan potensi LTJ, pembuatan kebijakan yang tepat sehingga LTJ dapat dikelola dengan baik dan mampu mencapai target NZE.

Kata Kunci: Logam Tanah Jarang (LTJ), Potensi, Kebijakan, Pemanfaatan, Net Zero Emission (NZE)

Abstract

One of the minerals categorized as critical and strategic is Rare Earth Elements (REE), highlighting the importance of these minerals for the advancement of environmentally friendly technology-based industries (green energy). With the rapid technological progress each year, the average demand for REE in the global market is also expected to continue increasing. REE serves as the raw material/basic component for the production of electronic goods and other high-tech technologies. As a basic component, REE is highly needed; thus, it is essential to understand its potential, the policies set by the government, and the processing or extraction of rare earth metals so that they can be utilized to achieve the Net Zero Emission (NZE) target as agreed upon in the Paris Agreement on climate change strategy. Currently, the mining industry is still focused on processing and extracting primary and major by-products, while REE remains a secondary product and often discarded, indicating its potential for development. This research aims to determine the potential of REE in Indonesia, the policies for managing REE, and the utilization of REE as a basic component in the production of environmentally friendly technology and energy, aligning with the government's NZE program strategy. The results of this research are expected to provide information and reference material for mapping the potential of

REE, formulating appropriate policies so that REE can be managed and utilized optimally to achieve NZE by 2060 in Indonesia. The research method involves sample collection at the research location in the Tanjung Binga area and its surroundings, Belitung Regency, and analysis using XRF, ICP-MS, and thin sections for REE potential variables, as well as SWOT analysis for policy, utilization, and net zero emission variables.

Keywords: *Rare Earth Elements (REE), Potential, Policy, Utilization, Net Zero Emission (NZE).*

Corresponding: Nama author

E-mail: Email author

PENDAHULUAN

Kekayaan sumber daya alam di Indonesia dikenal sangat berlimpah, diantaranya logam tanah jarang yang masuk dalam komoditas mineral dan batubara. Salah satu mineral yang masuk dalam kategori mineral kritis dan strategis yaitu Logam Tanah Jarang (LTJ), yang menunjukkan betapa pentingnya mineral ini untuk kemajuan industri berbasis teknologi ramah lingkungan (*green energy*). Penggunaan energi fosil yang berasal dari batubara maupun minyak bumi sangat berkontribusi pada kerusakan lingkungan. Gas karbondioksida (CO₂) yang merupakan emisi karbon menjadi penyebab terjadinya Gas Rumah Kaca (GRK) dihasilkan oleh pembakaran batu bara (Dong Hua Y. & Yu B., 2018). Perhatian dunia saat ini berfokus pada kenaikan suhu akibat pemanasan global (*global warming*) oleh gas rumah kaca (Agung, 2023; Aulia, 2020; MAULANI, 2022).

Perubahan iklim yang cukup drastis ini membuat tercetusnya ide oleh banyak negara di dunia, terdiri dari 197 negara sehingga disepakatilah *Paris Climate Agreement* pada tahun 2015, yang menetapkan bahwa negara-negara yang berpartisipasi setuju untuk menjaga kenaikan suhu rata-rata Bumi jauh di bawah 2°C di atas tingkat pra-industri dan mengejar upaya untuk membatasi kenaikan suhu lebih jauh ke 1,5°C. Fokus dari Perjanjian Paris adalah program Net Zero Emissions (NZE), yang berarti nol emisi karbon. Negara-negara industri dan negara maju diharuskan untuk mencapai nol emisi karbon pada tahun 2050 (Ardelia, 2023). Indonesia pun sudah menyusun kebijakan strategis yaitu dengan program transisi energi untuk mencapai *Net Zero Emissions*, diantaranya pengembangan energi terbarukan yang signifikan, penghentian pembangkit listrik berbasis fosil, dan peningkatan penggunaan kendaraan listrik atau biofuel (Irma & Gusmira, 2023).

Berdasarkan hasil penelitian di Indonesia, pembentukan logam tanah jarang digolongkan menjadi endapan primer dan sekunder (Hasid et al., 2022; Hidayat, 2021; Murti & Maya, 2021). Aktivitas hidrotermal dan magmatik yang menjadi penyebab terbentuknya endapan primer, sementara proses pelarutan dan sedimentasi yang menjadi penyebab terbentuknya endapan sekunder. Mineral utama mengandung LTJ yang ditemukan di Indonesia adalah xenotim, monasit dan zirkon yang berasosiasi dengan kasiterit yang diperoleh dari penambangan timah alluvial (Gunradi, 2019).

Logam Tanah Jarang yang saat ini menjadi primadona di dunia karena kebutuhan bahan baku dalam teknologi *green energy* sehingga kebijakan terkait pengelolaan Logam Tanah Jarang di Indonesia amat mendesak agar pemanfaatan LTJ dapat digunakan untuk kemakmuran dan kesejahteraan rakyatnya (Septiansyah & Afandi, 2023; Setiawan et al., 2012; Soetopo, 2013). Pemerintah sudah mengeluarkan beberapa peraturan baik di level pusat dimulai dari undang-undang sampai keputusan menteri dari kementerian/lembaga teknis terkait, hingga peraturan pada level provinsi/daerah yang tercantum pada peraturan daerah (PERDA) dan peraturan gubernur (PERGUB) (Ardelia, 2023; Irma & Gusmira, 2023).

Logam tanah jarang, dewasa ini sangat banyak pemanfaatannya karena sebagai material penentu, diantaranya untuk kendaraan listrik, perangkat identifikasi kesehatan, fasilitas

pembangkit listrik berbasis energi baru terbarukan, perangkat elektronik hingga peralatan militer. Saat ini Indonesia sudah melakukan penelitian terkait pengolahan dan ekstraksi LTJ dalam skala laboratorium.

Penelitian mengenai logam tanah jarang (LTJ) di Indonesia telah menunjukkan potensi besar dalam mendukung transisi energi bersih. Gunradi et al. (2019) mengidentifikasi bahwa LTJ di Indonesia umumnya ditemukan sebagai mineral ikutan dalam penambangan timah, emas, dan bauksit, dengan mineral utama seperti monasit, xenotim, dan zirkon. Selain itu, Rahman dan Kusuma (2022) menyoroti pentingnya teknologi pemulihan LTJ dari tanah terkontaminasi menggunakan metode resin in leach, yang dapat meningkatkan efisiensi ekstraksi dan mendukung ekonomi sirkular. Namun, kebaruan dari penelitian ini terletak pada pendekatan integratif yang tidak hanya mengkaji potensi geologis LTJ, tetapi juga menyoroti urgensi pengembangan kebijakan nasional yang komprehensif untuk pengelolaan LTJ secara berkelanjutan dan strategis. Hal ini mencakup perlunya regulasi yang mengatur eksplorasi, ekstraksi, hingga pemanfaatan LTJ dalam mendukung industri teknologi hijau dan kemandirian energi nasional.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi dan distribusi logam tanah jarang (LTJ) di Indonesia sebagai sumber daya strategis, mengevaluasi kebijakan serta regulasi yang telah ada terkait pengelolaan LTJ, dan menyusun rekomendasi kebijakan yang mendukung pengelolaan LTJ secara berkelanjutan serta berkontribusi pada transisi energi bersih. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi ilmiah yang mendalam mengenai potensi LTJ di Indonesia untuk mendukung pengambilan keputusan strategis, serta menjadi dasar pertimbangan bagi pembuat kebijakan dalam merumuskan regulasi yang lebih komprehensif dan berkelanjutan dalam pengelolaan sumber daya tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan studi pustaka selanjutnya melakukan uji petik dengan mengambil tiga sampel batuan dan di analisis petrografi dengan metode sayatan tipis dan analisis geokimia dengan XRF dan ICP-MS untuk variabel potensi logam tanah jarang, sedangkan analisis SWOT (*strenghtness, weakness, oppportunies and threat*) digunakan untuk variabel potensi, kebijakan, pemanfaatan logam tanah jarang dan *net zero emissions*.

Analisis XRF

XRF (X-ray fluorescence spectrometry) merupakan metode analisis non-destruktif yang digunakan untuk menemukan dan mengukur konsentrasi elemen dalam sample cair, bubuk, atau padatan. Karena cepat dan tidak merusak sampel, metode XRF sering dipilih untuk pengendalian material di lapangan dan industri, dan secara luas digunakan untuk menentukan komposisi unsur suatu material.

Analisis ICP-MS

ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer*) adalah alat yang mampu mendeteksi dan menentukan unsur. Keunggulan dari metode ini adalah tingginya sensitivitas serta batas deteksi yang rendah.

Analisis Petrografi

Analisis dengan sayatan tipis merupakan salah satu teknik dalam petrologi yang biasa digunakan untuk memeriksa dan mempelajari batuan dan mineral di bawah mikroskop. Hal ini memerlukan pembuatan bagian sampel batuan yang sangat tipis, yang kemudian dilihat dengan mikroskop polarisasi cahaya.

Analisis SWOT

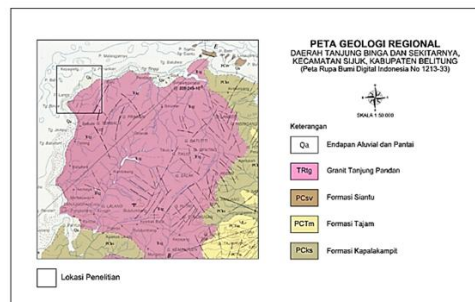
SWOT (*strenghtness, weakness, oppportunities dan treaths*) adalah metode yang secara sistematis digunakan untuk menentukan beberapa komponen/aspek dalam pembuatan strategi terkait pengembangan visi dan misi, tujuan hingga menganalisis faktor strategis pada perusahaan,

organisasi, lembaga hingga scope yang lebih luas lagi untuk kondisi saat ini, yang biasa disebut analisis situasi.

Analisis SWOT menggunakan diagram kartesius dengan 4 kuadran yaitu kuadran 1 (*Growth*), kuadran 2 (*Stability*), kuadran 3 (*Defend*) dan kuadran 4 (*Diversification*). Untuk menganalisis datanya, dapat digunakan matriks evaluasi faktor internal (*Internal Factor Evaluation/IFE*) dan matriks evaluasi faktor eksternal (*External Factor Evaluation/EFE*). Matriks ini terdiri dari kolom, bobot, peringkat, dan nilai total, yang dihasilkan dari perkalian antara bobot dan peringkat, sementara, kolom peringkat dan bobot diisi dengan nilai yang dihasilkan dari pembagian faktor internal dan eksternal berdasarkan tingkat kepentingannya (Astuti & Ratnawati S., 2020).

Geologi

Lokasi penelitian berada di Daerah Tanjung Binga dan Sekitarnya, Kecamatan Sijuk, Kabupaten Belitung, yang terletak di bagian timur Sumatera, Indonesia, dan menjadi bagian dari Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Geografis: Kabupaten Belitung terletak antara 107°08' BT hingga 107°58' BT dan 02°30' LS hingga 03°15' LS. Luasnya sekitar 229.369 ha, atau kurang lebih 2.293,69 km².



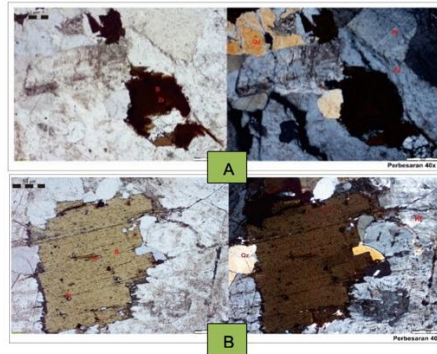
Gambar 1. Peta Geologi Daerah Tanjung Binga dan sekitarnya (Baharuddin dan Sidarto, 1995)

Secara umum di Pulau Belitung terdiri dari Formasi Siantu yang terbentuk akibat subduksi blok *paleothetys* dan indocina yang menghasilkan lava dan breksi vulkanik dari pembentukan gunungapi aktif. Pada saat subduksi yang bersamaan terbentuk juga Formasi Kalapakampit akibat sedimen laut yang terendapkan. Subduksi terhenti ketika blok Sibumasu bercampur dengan blok Malaya Timur di Trias, yang menghasilkan magma asam dari lelehan batuan metasedimen. Magma ini membentuk formasi granit Tanjungpandan dengan tipe S. (Pitfield, 1987).

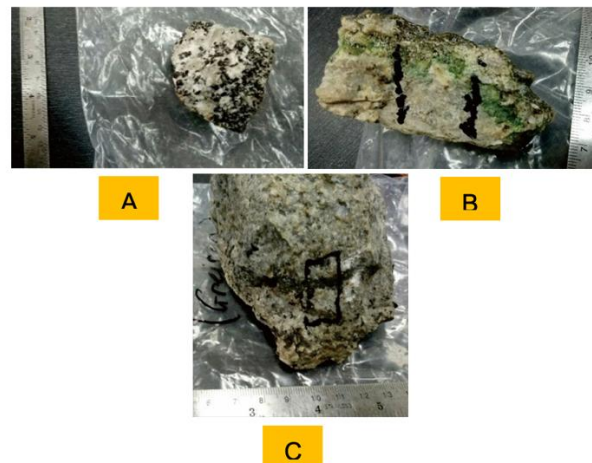
HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi Logam Tanah Jarang

Berdasarkan lokasi penelitian di Daerah Tanjung Binga dan Sekitarnya, terdapat 3 (tiga) sampel pada *outcrop* batuan granitik yang diberi kode ST 1.1, ST 1.2 dan ST 1.3 (Gambar 2).



Gambar 2. ST 1.1 (A), ST 1.2 (B) dan ST 1.3 (C)



Gambar 3. Foto mikroskopis sienogranit pada ST 1.1

Sampel ini merupakan batuan sienogranit dengan granularitas faneritik, kristalinitas holokristalin, ukuran kristal kasar, equigranular, bentuk mineral yang dikenal sebagai hipidiomorf. Dalam sayatan tipis ini, terdapat fenokris sebesar 100% yang terdiri dari mineral plagioklas, k-feldspar, kuarsa, dan biotit. Tidak terlihat keberadaan masa dasar.

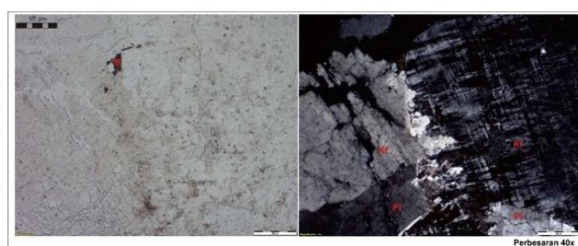
Sienogranit memiliki mineral primer berupa k-feldspar 40%, plagioklas 20%, kuarsa 20%, biotit 19.9%, dan mineral opak 0.1%. Sienogranit mengalami alterasi dengan intensitas rendah (berkisar 7%), tersebar secara selektif (Corbett & Leach, 1997). Beberapa bagian batuan ini sudah teroksidasi. Terdapat mineral sekunder berupa serisit, klorit, dan *iron oxide*.

Serisit hadir sebagai ubahan dari k-feldspar dan plagioklas, sedangkan klorit hadir sebagai ubahan dari biotit. Mineral aksesoris juga ditemukan seperti apatit dan zirkon, hadir sebagai inklusi pada biotit. Terdapat tekstur pertit pada k-feldspar dan *bird's eye* pada biotit, hubungan antar kristal *interlocking*. Pada gambar A menunjukkan asosiasi mineral kuarsa, plagioklas, k-feldspar, dan biotit dengan hubungan antar kristal memiliki kontak sutur dan bentuk kristal subhedral-anhedral. Pada tubuh kristal plagioklas di sebelah kanan juga ditemukan mineral oksida atau *iron oxide* yang mencirikan batuan sudah mengalami oksidasi. Zirkon ditemukan pada tubuh biotit sebagai inklusi, sehingga dapat diketahui bahwa zirkon terbentuk terlebih dahulu sebelum biotit. Gambar B menunjukkan biotit di bagian tengah

sayatan dengan tekstur *bird's eye*, memiliki inklusi apatit dan zirkon, bentuk kristal subhedral, dan berada di sekitar mineral *felsic* yaitu k- feldspar dan kuarsa.

Tabel 1. Paragenesa Sienogranit

Mineral	Primer	Sekunder
Plagioklas	_____	
K-felspar	_____	
Kuarsa	_____	
Biotit	_____	
Serisit		_____
Klorit		_____
Iron oxide		_____
Opak	—	
Apatit	—	
Zirkon	—	

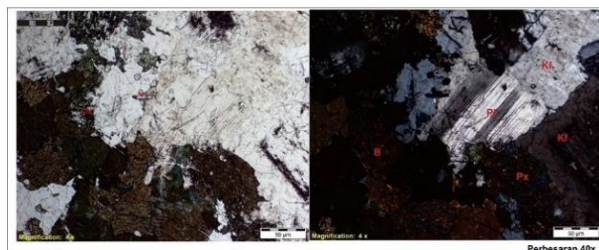
**Gambar 4. Foto miskroskopis monzogranit pada ST 1.2**

Sampel ini merupakan batuan monzogranit dengan granularitas faneritik, kristalinitas holokristalin, ukuran kristal kasar, equigranular, bentuk mineral yang dikenal sebagai hipidiomorf. Dalam sayatan tipis ini, terdapat fenokris sebesar 100% yang terdiri dari mineral kuarsa, plagioklas, k – feldspar, dan biotit. Tidak terlihat keberadaan masa dasar.

Monzogranit memiliki mineral primer berupa k-feldspar 48%, plagioklas 25%, kuarsa 25%, biotit 1.9%, dan mineral opak 0.1%. Granit mengalami alterasi dengan intensitas rendah (berkisar 4%) tersebar secara selektif (Corbett & Leach, 1997). Terdapat mineral sekunder berupa serisit dan klorit. Mineral aksesoris juga ditemukan seperti apatit yang hadir sebagai inklusi pada k-feldspar. Terdapat tekstur pertit pada k-feldspar dan sieve pada plagioklas, serta *bird's eye* pada biotit. Batuan ini memiliki komposisi mineral mafik paling rendah diantara sampel lain. Pada gambar menunjukkan tekstur *intergrowth* antara k-feldspar dan plagioklas.

Tabel 2. Paragenesa monzogranit

Mineral	Primer	Sekunder
Plagioklas	_____	
K-felspar	_____	
Kuarsa	_____	
Biotit	_____	
Serisit		_____
Klorit		_____
Opak	—	
Apatit	—	



Gambar 5. Foto miskroskopis sienit ST 1.3

Sampel ini merupakan batuan sienit kuarsa dengan granularitas faneritik, kristalinitas holokristalin, ukuran kristal kasar, *equigranular*, bentuk mineral yang dikenal sebagai hipidiomorf. Dalam sayatan tipis ini, terdapat fenokris sebesar 100% yang terdiri dari mineral plagioklas, k – feldspar, kuarsa, dan biotit. Tidak terlihat keberadaan masa dasar. Sienit kuarsa memiliki mineral primer berupa k-feldspar 52%, biotit 24.9%, plagioklas 15%, piroksen 5%, kuarsa 3%, dan mineral opak 0.1%. Mineral piroksen hanya ditemukan pada sampel ini dibandingkan sampel lainnya. Granit mengalami alterasi dengan intensitas rendah (berkisar 12%) tersebar secara selektif. Terdapat mineral sekunder berupa serisit, klorit, dan iron oxide. Mineral aksesoris juga ditemukan seperti sphen dan apatit yang hadir sebagai inklusi pada k-feldspar.

Terdapat tekstur pertit pada k-feldspar, grafik pada plagioklas, dan *bird's eye* pada biotit. Beberapa bagian sudah teroksidasi.

Pada gambar menunjukkan hubungan *locking* antara biotit dan piroksen pada bagian kiri bawah, dengan warna coklat (biotit) dan kehijauan (piroksen). Hal tersebut mengindikasikan biotit terbentuk bersama dengan piroksen. Sebagian mineral biotit dan piroksen telah berubah menjadi klorit. Terdapat juga kembar albit pada plagioklas di bagian tengah sayatan.

Tabel 3. Paragenesa sienit

Mineral	Primer	Sekunder
Plagioklas	_____	
K-felspar	_____	
Kuarsa	_____	
Biotit	_____	
Serisit		_____
Klorit		_____
Iron Oxide		_____
Opak	—	
Apatit	—	
Sphene	—	
Piroksen	_____	

Ketiga sample diklasifikasikan ke dalam batuan granitik dari formasi tanjung pandan dengan paragenesis bervariasi. Dominan biotit dan plagioklas teralterasi (khususnya menjadi serisit) dengan mineral asesoris didominasi oleh Apatit. Variasi dari mineral asesori adalah zircon dan sphen. Mineral lempung berupa klorit hadir dari alterasi biotit.

Untuk analisis geokimia menggunakan XRF (tabel 4) dan ICP MS (tabel 5) yang dilakukan pada 3 sampel batuan diatas didapat hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil analisis geokimia unsur oksida mayor sampel batuan

XRF WHOLE ROCK	KODE SAMPLE		
	ST 1.1	ST 1.2	ST 1.3
SiO ₂ (wt %)	75.11	72.92	60.87
Al ₂ O ₃ (wt %)	11.6	13.02	17.58
TiO ₂ (wt %)	0.29	0.31	0.85
Fe ₂ O ₃ (wt %)	3.34	3.15	3.21
Cr ₂ O ₃ (wt %)	0.01	0.01	0.01
MgO (wt %)	0.42	0.53	0.78
CaO (wt %)	1.54	1.68	4.49
NaO ₂ (wt %)	2.24	2.48	2.52
K ₂ O (wt %)	4.85	4.95	8.66
MnO (wt %)	0.05	0.04	0.09
P ₂ O ₅ (wt %)	0.05	0.06	0.22
S (wt %)	0.01	0.01	<0.002
LOI (wt %)	0.3	0.4	0.3
total (wt %)	99.8	99.5	99.6

Mineral sulfida tidak ditemukan pada ketiga sampel.

Tabel 5. Hasil analisis geokimia unsur jejak sampel batuan

ICPMS	KODE SAMPLE		
	ST 1.1	ST 1.2	ST 1.3
Cr (ppm)	5	7	4
Ni (ppm)	3	3	2
Cu(ppm)	4	2	1
Zn (ppm)	34	38	38
Rb (ppm)	326	303	324
Sr (ppm)	88,7	156	500
Y (ppm)	36,8	28,4	15,9
Zr (ppm)	88,2	47,5	17,5
Nb (ppm)	15,9	15,9	10,9
Ba (ppm)	230	741	2810
Pb (ppm)	25	24	25
Th (ppm)	70	42,6	14,2
Cs (ppm)	12	9	10,4
Hf (ppm)	2,2	2,6	1,6
Ta (ppm)	1,08	1,23	1,02
La (ppm)	-	-	-
Ce (ppm)	-	-	-
Sm (ppm)	-	-	-
Yb (ppm)	-	-	-

Selanjutnya untuk potensi logam tanah jarang yang ada di Indonesia berdasarkan Keputusan ESDM No.113.K/MB.01/MEM.G/2023 tentang Neraca Sumber Daya dan Cadangan Mineral

dan Batubara Nasional pada Tahun 2022, terdapat 2 mineral yang tergolong logam tanah jarang yaitu monazit dengan total besaran sumber daya untuk bijih 6.925.944.594 ton serta logam 186.663 ton dan xenotim total sumber daya sebesar untuk bijih 6.466.257.914 ton serta logam 20.734 ton sedangkan total cadangan terbukti sebesar 0,09 untuk bijih dan 0,16 untuk logam (Satuan bijih/konsentrat dalam m³).

Akan tetapi jumlah ini belum keseluruhan dari logam tanah jarang yang ada di Indonesia, masih terdapat potensi lain yang ada didalam logam utama lainnya seperti timah, nikel dan tembaga karena logam tanah jarang yang merupakan mineral ikutan.

Kebijakan Logam Tanah Jarang

1. Indonesia

Untuk kebijakan terkait LTJ di Indonesia untuk tingkat pemerintahan pusat sudah diatur dimulai dari level undang-undang sampai dengan keputusan menteri, dari sisi hulu kebijakan LTJ berdomain di Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) dan sisi hilirisasi oleh Kementerian Perindustrian (Kemenperin), sedangkan tingkat provinsi, seperti Provinsi Kepulauan Bangka Belitung pada level Peraturan Daerah (PERDA) dan Peraturan Gubernur (PERGUB).

Berikut poin penting dari peraturan perundangan yang terkait logam tanah jarang:

- **Undang – Undang (UU) Nomor 3 Tahun 2020 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara**, pada pasal 102 yaitu dilakukan pengaturan kembali terkait kebijakan peningkatan nilai tambah mineral dan batubara. Peningkatan nilai tambah yang dimaksud disini adalah mineral ikutan yang selama ini tidak diolah dan menjadi tailing saat pengolahan, padahal didalamnya masih terdapat asosiasi mineral lain yang termasuk dalam logam tanah jarang.
- **Undang – Undang No 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian**, pada pasal 31 dan 32 (1), dalam dua pasal diatas terlihat bahwa upaya pemerintah dalam mengoptimasi sumber daya alam termasuk di dalamnya logam tanah jarang dan juga penguatan industri pengolahan dalam negeri serta pembatasan ekspor sumber daya alam dalam bentuk mentah
- **Peraturan Pemerintah (PP) No. 96 Tahun 2021 tentang Pelaksanaan Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara (minerba)**, pada pasal 2 (1) Pertambangan Mineral dan Batubara dikelompokkan ke dalam 5 (lima) golongan, huruf b mineral logam salah satunya logam tanah jarang. Poin penting lainnya dalam pp ini yaitu rencana pengelolaan minerba (strategi, monitoring dan evaluasi), kepastian berusaha dan investasi di bidang pertambangan minerba dan keberpihakan kepentingan nasional dengan kewajiban peningkatan nilai tambah dalam negeri.
- **Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (Permen ESDM) No. 5 Tahun 2017 tentang Peningkatan Nilai Tambah Mineral Melalui Kegiatan Pengolahan dan Pemurnian Mineral di Dalam Negeri**, pada Lampiran I tentang peningkatan nilai tambah Mineral melalui kegiatan pengolahan dan pemurnian mineral di dalam negeri, diatur mengenai batasan minimum pengolahan dan pemurnian komoditas tambang mineral logam di dalam negeri. Pengolahan dan pemurnian LTJ termasuk di dalam komoditas mineral logam yaitu Tembaga dan Timah.
- **Permen ESDM No. 17 Tahun 2020 tentang Pengusahaan Pertambangan Mineral dan Batubara**, pada pasal 18 ayat 2 dan 4 terkait produk samping atau sisa hasil pemurnian komoditas tambang mineral logam tembaga, dan timah sesuai dengan batasan minimum Pengolahan dan/atau Pemurnian komoditas tambang Mineral logam dan Mineral bukan logam tercantum dalam Lampiran I dan Lampiran II yang merupakan bagian tidak terpisahkan.

- **Keputusan Menteri (Kepmen) ESDM No.113.K/MB.01 /MEM.G/2023 tentang Neraca Sumber Daya dan Cadangan Mineral dan Batubara Nasional pada Tahun 2022.** Di dalamnya berisi tentang neraca sumber daya dan cadangan mineral logam, mineral bukan logam, mineral bukan logam jenis tertentu, batuan, batubara, hingga batubara kualitas gambut beserta dengan peta sebarannya.
- **Kepmen ESDM No.296.K/MB.01/ MEM.B/2023 tentang Penetapan Jenis Komoditas yang Tergolong dalam Klasifikasi Mineral Kritis.** Terdapat 47 mineral kritis dan jenis komoditas tambang nya termasuk didalamnya logam tanah jarang.
- **Kepmen ESDM No. 69.K/MB.01/MEM.B/2024 tentang Penetapan Jenis Komoditas yang Tergolong dalam Klasifikasi Mineral Strategis.** Terdapat 22 jenis mineral strategis dan jenis komoditas tambangnya termasuk didalamnya logam tanah jarang.
- **Peraturan Daerah (PERDA) Provinsi Kepulauan Bangka Belitung Nomor 1 Tahun 2019 tentang Pengelolaan Mineral Ikutan dan Produk Sampingan Timah di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung,** mengatur tentang jenis mineral ikutan, perusahaan mineral ikutan, pembinaan dan pengawasan oleh perangkat daerah, hingga sanksi administratif apabila tidak menaatinya.
- **Peraturan Gubernur (PERGUB) Kepulauan Bangka Belitung Nomor 28 Tahun 2019 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Daerah Nomor 1 Tahun 2019 tentang Pengelolaan Mineral Ikutan dan Produk Sampingan Timah di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung,** mengatur tentang tata cara kerjasama dalam perusahaan mineral ikutan dan produk samping timah, tata cara pengamanan dan pelaporan hingga laporan penyimpanan mineral ikutan dan produk samping timah.

2. Republik Tiongkok

Tiongkok merupakan negara prosedusen LTJ terbesar di dunia, sehingga kebijakan/regulasi yang dikeluarkan oleh negara ini dirasa cukup penting karena sangat berdampak pada pasokan kebutuhan LTJ di dunia. Salah satu kebijakan Tiongkok yang sangat kontroversial yaitu pembatasan ekspor yang dilakukan oleh negara ini sehingga memicu konflik pada negara konsumennya pada tahun 2010 lalu (Neumann, 2020). Monopoli dan embargo yang dilakukan oleh Tiongkok membuat harga LTJ melonjak tajam dan gema politik yang kuat di negara pengimpor LTJ, diantaranya Jepang, Amerika Serikat dan beberapa Negara Eropa (Shen Ruthann M. Roderick G.E., 2019) .

Berikut perkembangan kebijakan pengelolaan LTJ di negara Tiongkok:

- Tahun 1975 – 1990, Promosi Produksi Hulu untuk Ekspor, salah satunya logam tanah jarang.
- Tahun 1991 – 1998, Pembatasan Awal terhadap Produksi dan Investasi Asing
- Tahun 1999 – 2009, Pembatasan Substansial pada Produksi dan Ekspor serta Promosi Penggunaan Industri Hilir LTJ
- Tahun 2010 – 2015, Pembatasan yang Lebih Luas serta Perselisihan Organisasi Perdagangan Dunia (WTO).
- Tahun 2016 – 2018, Perselisihan Pasca-WTO, Konsolidasi Industri Energi Baru Terbarukan dan Peraturan yang Sistematis.

3. Amerika Serikat

Negara-negara pengimpor yang sangat bergantung pada pasokan tanah jarang untuk produksi industri berteknologi tinggi, seperti Amerika Serikat, sangat khawatir tentang keandalan rantai pasokan tanah jarang untuk memenuhi kebutuhan negaranya. Akibatnya, kebijakan Tiongkok yang membatasi kuota ekspor LTJ pada tahun 2009–2010 menimbulkan kritik serta reaksi keras dari banyak negara, salah satunya Amerika Serikat (Sunardi Sudradjat

Adjat., 2021). Di Amerika Serikat, logam tanah jarang digunakan secara luas karena terkait dengan produksi produk berteknologi tinggi, pengembangan energi terbarukan yang ramah lingkungan, dan sistem pertahanan militer, dan pada akhirnya, keamanan negara (Suryadi, 2015).

Beberapa kebijakan yang sudah diterapkan dalam optimalisasi pemanfaatan logam tanah jarang Ismawati Suparno F.A.D. (2020):

- Rancangan strategi terkait keamanan nasional oleh pemerintah, dengan cara memastikan sumber daya yang strategis dan kritis dikontrol secara optimal dan mengurangi keberadaan resiko suku cadang palsu dalam rantai pasokan
- Daur ulang LTJ perlu terus dikembangkan
- Program penelitian lebih lanjut terkait mineral kritis (logam tanah jarang) perlu didukung secara penuh oleh pemerintah.

Pemanfaatan Logam Tanah Jarang

LTJ dikenal sebagai sumber material penting abad ke-21. Mineral ini adalah salah satu dari material penentu untuk mobil hybrid, perangkat identifikasi kesehatan (MRI < X-Ray, Scanner, Contrast Agent, dll), LCD, perangkat keras komputer, fasilitas pembangkit listrik tenaga energi baru terbarukan, *green technology*, peralatan dengan akurasi tinggi, perangkat penglihatan malam, sistem radar hingga peralatan militer. Penggunaan unsur tanah jarang (REEs) di Indonesia merupakan area yang menarik dan berkembang, mengingat cadangan yang signifikan dari mineral kritis ini. Unsur tanah jarang, yang mencakup 17 unsur seperti lantanum, cerium, dan neodimium, penting untuk berbagai aplikasi teknologi tinggi, termasuk ponsel pintar, kendaraan listrik (EV), sistem energi terbarukan, dan teknologi pertahanan.

Teknologi pengolahan logam tanah jarang yang telah dikembangkan di Indonesia saat ini masih pada skala laboratorium, antara lain:

- Metode SIR (*Solvent Impregnated Resin*) merupakan metode yang merupakan kombinasi antara ekstraksi pelarut dengan penukar ion
- Pembuatan Logam Yttrium dengan Proses Metalotermik.
- Ekstraksi *Stripping*, metode yang digunakan untuk memisahkan dan memurnikan mineral yang relatif murni dari konsentrat lainnya.

Net Zero Emissions (NZE)

Dari sektor Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), terdapat Gambaran Besar Kebijakan Transisi Energi, akibat masih banyaknya penggunaan energi fosil untuk penggunaan pembangkit listrik yang berdampak pada peningkatan emisi karbon sehingga terjadi perubahan iklim yang cukup drastis, dengan demikian pemerintah dalam hal ini Kementerian ESDM membuat kebijakan untuk menerapkan kebijakan net zero emission pada 2050, langkah-langkah penting yang dapat diambil untuk mencapai *net zero emission* termasuk pengembangan energi terbarukan yang signifikan, penghentian pembangkit listrik berbasis energi fosil secara bertahap, perluasan penggunaan kendaraan listrik dan biofuel. Karena sektor energi berkontribusi secara signifikan terhadap emisi, kebijakan transisi energi harus fokus pada sumber energi dan teknologi yang rendah karbon. Dengan tujuan mencapai emisi nol pada tahun 2050, industri energi di seluruh dunia diharapkan dapat beralih dari penggunaan energi fosil ke energi baru terbarukan. Tindakan cepat di seluruh dunia diperlukan untuk mengurangi emisi karbon di sektor energi. Pengurangan karbon sebesar 90% dapat dicapai melalui program energi terbarukan dan efisiensi energi.

Terdapat beberapa skenario yang merupakan strategi jangka panjang sektor ESDM :

- a. Pengembangan energi baru terbarukan (EBT) seperti solarpanel, pembangkit listrik tenaga angin, biomassa, panas bumi, air, nuklir, hingga produksi *battery energy storages system*.

- b. Peningkatan fasilitas dan infrastruktur EBT (interkoneksi, transmisi, dan smart grid) telah dilakukan
- c. Penerapan standar kinerja energi minimum dan kompor listrik telah dilakukan
- d. Konsistensi dalam penerapan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai telah dijalankan.
- e. Pemerintah mendorong pertumbuhan industri dengan berbasis transisi energi, dimulai dari penghentian secara bertahap Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Batubara serta pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Energi Baru Terbarukan (PLTEBT) dan fasilitas pendukungnya.
- f. Penerapan program bioenergi yaitu pengolahan biogas dan limbah organik.

Analisis SWOT

Hasil dari identifikasi faktor internal dan eksternal dapat ditemukan sebagai berikut:

Tabel 6. Matrik IFE

No.	Kekuatan	Skor	Bobot	Rating	Skor Bobot
1	Indonesia memiliki sumber daya logam tanah jarang yang cukup besar, baik yang belum tertambang maupun SHPP dari mineral ikutan	8,0	0,18	4,00	0,71
2	Indonesia memiliki potensi energi baru terbarukan (EBT) meliputi pemanfaatan energi angin, air, panas bumi dan surya.	9,0	0,20	4,00	0,80
3	Pemerintah sudah mulai concern terkait pengembangan logam tanah jarang terutama terkait mineral kritis	7,0	0,16	3,00	0,47
Total		24	0,53		1,98
No.	Kelemahan	Bobot	Nilai Bobot	Rating	Skor
1	Belum optimalnya eksplorasi hingga pemetaan potensi logam tanah jarang	7	0,16	4	0,62
2	Potensi logam tanah jarang dari sisa hasil pengolahan dan pemurnian (SHPP) pada timah dan logam lainnya belum termanfaatkan	8	0,18	5	0,89
3	Infrastruktur dan teknologi untuk pengolahan dan pemurnian LTJ dan infrastruktur untuk teknologi EBT belum banyak tersedia dan mahal	8	0,18	4	0,71
4	SDM yang belum memadai	7	0,16	3	0,47
5	Rantai pasok Industri Logam tanah jarang belum optimal	7	0,16	4	
6	Regulasi yang secara spesifik mengatur tentang logam tanah jarang dan NZE belum ada	8	0,18	3	0,53
Total		45,0	0,84		2,22
Total IFE		69,0	1,38		4,20

Tabel 7. Matrik EFE

No.	Peluang	Bobot	Nilai Bobot	Rating	Nilai Bobot x Rating
1	Pertumbuhan permintaan logam tanah jarang dunia	8,0	0,10	3,00	0,31
2	Efisiensi energi fosil dan optimalisasi pemanfaatan energi baru terbarukan	9,0	0,12	4,00	0,46
3	Peningkatan kebutuhan elektronik, kendaraan listrik, teknologi maju diantaranya teknologi EBT, seiring peningkatan jumlah penduduk Indonesia untuk menekan emisi karbon.	6,0	0,08	3,00	0,23
4	Penambangan laut dalam (>50 m dibawah permukaan laut)	8,0	0,26	4,00	1,03
5	Kerjasama dengan negara maju yang memiliki teknologi dan SDM yang mumpuni untuk Pengembangan teknologi LTJ dan pengelolaan NZE	8,0	0,26	4,00	1,03
6	Investasi negara asing dalam energi bersih	8,0	0,10	4,00	0,41
Total		47,0	0,91		3,47
No.	Ancaman	Bobot	Nilai Bobot	Rating	Skor
1	Sumber daya alam tidak terbarukan (logam tanah jarang dan mineral logam lainnya)	9,0	0,12	5,00	0,58
2	Transisi energi fosil ke energi baru terbarukan (EBT)	8,0	0,26	4,00	1,03
3	Kerusakan lingkungan hidup akibat limbah hasil proses penambangan hingga pengolahan dan pemurnian	7,0	0,09	3,00	0,27
4	Tindakan ilegal seperti penyelundupan dikarenakan belum ada regulasi spesifik mengatur LTJ	7,0	0,09	3,00	0,27
Total		31,0	0,55		2,15
Total EFE		78,0	1,47		5,62

Keterangan:

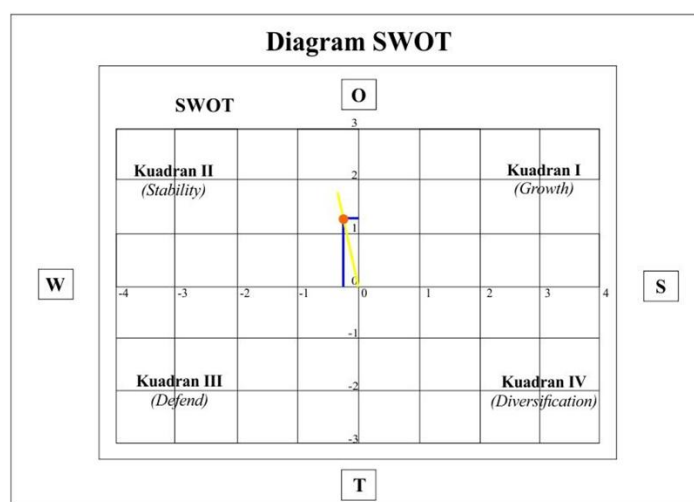
1. Pemberian nilai (skoring) pada kolom C dilakukan untuk membantu dalam penentuan bobot pada setiap faktor kunci dari kekuatan (*Strength*) dan Kelemahan (*Weaknesses*) pada project/program/kegiatan di atas dilakukan dengan cara meminta responden menyepakati

- melingkari angka skor sesuai dengan penilaiannya. (Kolom C atau skor) Sangat tidak setuju 1 sampai dengan 10 untuk sangat setuju
- Perhitungan bobot (Kolom D) dilakukan dengan membagi skor (Kolom C) dibagi total nilai skor
 - Rating dinilai menggunakan Skala Likert antara 1 - 5, misalnya: Angka 1 : Sangat kecil; Angka 2 : Kecil; Angka 3 : Sedang; Angka 4: Besar; Angka 5 : Sangat besar.

Dari hasil tabel diatas dapat kita peroleh nilai X dan Y, yaitu:

$$\begin{aligned}\text{Nilai X} &= \text{Skor S} + \text{Skor W} \\ &= 1,98 + (-2,22) \\ &= -0,24\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai Y} &= \text{Skor O} + \text{Skor T} \\ &= 3,47 + (-2,15) \\ &= 1,33\end{aligned}$$



Gambar 6. Diagram Kartesius Hasil Analisis SWOT

Dari hasil analisis SWOT dengan matriks IFE dan EFE didapat hasil nilai X sebesar -0,24 dan nilai Y sebesar 1,33, jika merujuk pada diagram kartesius SWOT terletak pada **kuadran II (stability)**, yang artinya Indonesia memiliki peluang yang besar untuk mengelola LTJ dengan baik dikarenakan kekuatan dan peluang yang cukup besar sehingga diharapkan mampu mencapai target NZE yang telah disepakati oleh banyak negara namun ada kendala atau kelemahan yang harus dihadapi, sehingga strategi ini lebih meminimalkan masalah internal untuk mengambil kesempatan atau peluang yg lebih baik, dengan kata lain memilih kebijakan yang mengutamakan stabilitas (*stability oriented strategy*).

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa Indonesia memiliki potensi besar dalam pengembangan logam tanah jarang (LTJ), khususnya mineral monasit dan xenotim, yang sudah mulai terpetakan sumber daya dan cadangannya. Namun, potensi dari mineral ikutan lainnya masih belum tergali secara optimal. Diperlukan upaya eksplorasi lanjutan dan pemetaan menyeluruh untuk memperkuat posisi Indonesia sebagai produsen bahan baku LTJ di tingkat global. Dari sisi kebijakan, Indonesia telah memiliki landasan hukum yang menetapkan LTJ sebagai mineral kritis dan strategis, tetapi regulasi yang lebih spesifik mengenai pengolahan dan ekstraksi LTJ masih sangat dibutuhkan. Saat ini, kegiatan pengolahan dan ekstraksi masih

terbatas pada skala laboratorium, sehingga strategi pengembangan industri hilir perlu segera dirumuskan, termasuk mendorong pengolahan lokal dan peningkatan kolaborasi dengan institusi riset dalam dan luar negeri. Hal ini penting untuk menciptakan teknologi ekstraksi yang efisien dan ramah lingkungan. Selain itu, mengingat komitmen Indonesia dalam Paris Agreement 2015 untuk mendukung program Net Zero Emissions, pemanfaatan LTJ dalam industri energi hijau perlu diakselerasi sebagai bagian dari strategi jangka panjang nasional. Penelitian selanjutnya disarankan untuk fokus pada studi kelayakan industri hilirisasi LTJ di Indonesia serta pengembangan teknologi lokal yang adaptif terhadap kondisi geologi dan lingkungan dalam negeri.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, M. H. B. (2023). Analisa Hukum Terhadap Pemanfaatan Logam Tanah Jarang Berdasarkan UU No. 3 Tahun 2020 Tentang Perubahan Atas Undang-Undang No. 4 Tahun 2009 Tentang Pertambangan Mineral dan Batubara JO. PP No. 96 Tahun 2021 Tentang Pelaksanaan Kegiatan Usaha Pertambangan. *UNES Law Review*, 6(2), 6739–6752.
- Ardelia, E. (2023). Proyeksi Penerapan Pajak Karbon dalam Upaya Menekan Emisi Gas Rumah Kaca Pada Sektor Pertanian dan Perkebunan di Indonesia. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 3(4), 9070–9080.
- Astuti & Ratnawati S., A. M. I. (2020). Analisis SWOT Dalam Menentukan Strategi Pemasaran (Studi Kasus di Kantor Pos Kota Magelang 56100). *Jurnal Ilmu Manajemen*, 17(2).
- Aulia, D. (2020). Polemik Ekstraksi Logam Tanah Jarang (Studi Terhadap Perencanaan Politik Pemerintah Provinsi Bangka Belitung). *Scripta: Jurnal Ilmiah Mahasiswa*, 2(2), 115–128.
- Dong Hua Y. & Yu B., F. (2018). Peak carbon emissions in China: Status, key factors and countermeasures-A literature review. *Sustainability*, 10(8), 2895.
- Gunradi, dkk. (2019). Potensi Logam Tanah Jarang di Indonesia. *Badan Geologi, Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral*.
- Hasid, H. Z., Se, S. U., Akhmad Noor, S. E., Se, M., & Kurniawan, E. (2022). *Ekonomi sumber daya alam dalam lensa pembangunan ekonomi*. Cipta Media Nusantara.
- Hidayat, S. (2021). *Rekonstruksi Regulasi Pengelolaan Sumber Daya Alam Pada Sektor Pertambangan Mineral Dan Batubara Guna Memberi Nilai Tambah Untuk Pertumbuhan Ekonomi Nasional dan Regional Berbasis Nilai Keadilan*. ProQuest Dissertations Publishing.
- Irma, M. F., & Gusmira, E. (2023). Evaluasi Kebijakan Lingkungan terhadap Emisi Gas Rumah Kaca di Indonesia. *Jurnal Kolaborasi Sains Dan Ilmu Terapan*, 2(1), 12–18.
- Ismawati Suparno F.A.D., Lilik. (2020). Logam Tanah Jarang, Kedaulatan dan Keamanan Nasional. *Prosiding TPT XXIX Perhapi 2020*, 765–772.
- MAULANI, F. A. (2022). *Sumber Daya Bahan Tambang di Indonesia*. CV Media Edukasi Creative.
- Murti, W., & Maya, S. (2021). *Pengelolaan Sumber Daya Alam*.
- Neumann, Udo. (2020). *Guide for the Microscopical Identification of Ore and Gangue Minerals: Mineral Profiles with Photomicrographs*.
- Septiansyah, S. I., & Afandi, I. H. (2023). Potensi Logam Tanah Jarang (Ltj) Di Kabupaten Ketapang Iup Pt. Batu Alam Pangsuma. *Jumpe: Journal of Mining, Mineral Processing, and Energy*, 1(01), 1–8.
- Setiawan, Y., Surahman, A., & Kailani, Z. (2012). Pencemaran emisi boiler menggunakan batubara pada industri tekstil serta kontribusinya terhadap gas rumah kaca (GRK). *Arena Tekstil*, 27(2).
- Shen Ruthann M. Roderick G.E., Y. (2019). *China's public policies toward rare earths, 1975–2018*.
- Soetopo, B. (2013). Studi Geologi dan Logam Tanah Jarang (RE) Daerah Air Gegas, Bangka Selatan. *Eksplorium*, 34(1), 51–62.
- Sunardi Sudradjat Adjat., Edy. (2021). *Regulasi Pengelolaan Energi dan Sumberdaya Mineral dan Lingkup Lingkungannya*.
- Suryadi, Budi. (2015). Kebijakan Cina Membatasi Ekspor Mineral Logam Tanah Jarang ke Amerika Serikat Tahun 2012. *JOM FISIP*, 2(2).

