



## **PELUANG DAN TANTANGAN DALAM PEMANFAATAN RARE EARTH MINERALS DI INDONESIA GUNA MENDUKUNG KETAHANAN ENERGI**

**Dimas Dwi Putra, Imam Supriyadi, Donny Yusgiantoro**

Ketahanan Energi, Fakultas Manajemen Pertahanan,  
Universitas Pertahanan Republik Indonesia, Indonesia

### **Abstrak**

Rare Earth Elements (REE) adalah kelompok logam yang krusial untuk perkembangan teknologi. REE biasanya diperoleh dari senyawa kimia seperti mineral monasit yang radioaktif dan senotim yang mengandung 54-65% erbijum, cerium, dan thorium. China adalah produsen terbesar REE, sementara Amerika Serikat menjadi importir utama, sangat bergantung pada ketersediaan REE. Indonesia memiliki potensi untuk memproduksi REE berkat keberadaan mineral seperti monasit di beberapa wilayah, seperti Bangka Belitung dan Kalimantan. REE memiliki banyak aplikasi industri, termasuk perangkat militer, superkonduktor, dan tenaga nuklir. Meski eksplorasi REE di Indonesia masih terbatas, potensi mineral yang ada membuat REE diprediksi menjadi masa depan industri pertambangan Indonesia, karena bahan utama mineral REE sudah dimanfaatkan oleh perusahaan besar. Pengolahan REE melibatkan beberapa langkah utama: eksplorasi, penambangan, benefisi, pengolahan kimia, pemisahan, dan pemurnian. Proses penambangan bervariasi tergantung pada jenis bijih dan elemen yang diekstraksi, membutuhkan fasilitas yang kompleks. Ekstraksi pelarut, flotasi, dan proses elektrolitik digunakan dalam pengolahan logam lain. Data tentang penggunaan energi dalam pemrosesan REE, terutama pada tahap oksidasi, masih minim. Penelitian ini penting karena produk akhir REE yang dimurnikan perlu diproses lebih lanjut sebelum bisa digunakan secara komersial untuk mendukung ketahanan energi Indonesia.

**Kata Kunci:** Elemen Tanah Jarang, Ketahanan Energi, Tambang, Senjata, Indonesia.

## PENDAHULUAN

Rare Earth Elements (REE) atau biasa dikenal dengan sebutan Logam Tanah Jarang (LTJ) merupakan bagian dari unsur logam yang terkandung di dalam bumi dan sangat dibutuhkan untuk perkembangan teknologi. Istilah Logam Tanah Jarang pertama kali diusulkan oleh Johann Gadolin pada tahun 1794 karena ketika REE pertama kali ditemukan, mereka meyakini bahwa jenis mineral tersebut hanya tersedia di bumi dalam jumlah yang sedikit. Karena kemiripan substansi kandungan antar sesama REE, maka pelepasan dan keteraturan secara total memerlukan waktu lebih dari 100 tahun sejak pertama kali ditemukan (Evans, 1997).

Logam Tanah Jarang (LTJ) ini awalnya diproduksi dalam jumlah kecil, seperti pegmatite batu yang merupakan lingkungan geologi di mana mereka pertama kali ditemukan. Pengumpulan komponen LTJ pertama kali ditemukan pada tahun 1787 oleh seorang Letnan Angkatan bersenjata Swedia bernama Karl Axel Arrhenius, yang mengumpulkan mineral ytterbite—gadolin, dari tambang Feldspar dan kuarsa di dekat kota Ytterby, Swedia. Mineral ini berhasil diisolasi oleh J. Gadoli pada tahun 1794.

Dimulai sekitar tahun 1998, lebih dari 80% bahan mentah REE di dunia berasal dari China, dan sebagian besar produksinya berasal dari deposit Bayan Obo di Mongolia. Amerika Serikat adalah salah satu negara yang 100% yang bergantung pada impor REE dan sangat bergantung pada berbagai mineral yang membantu perekonomiannya. Jeff Spors (2018) menulis [www.theweek.com](http://www.theweek.com) dengan judul “How China can win trade in 1 move” (theweek.com, 2023), diinformasikan bahwa Amerika Serikat hampir sepenuhnya bergantung pada pemasok asing untuk Logam Tanah Jarang. Di mana pasokan tersebut hampir seluruhnya tergantung pada Tiongkok.

Menurut Spors, jika China benar-benar ingin mengacaukan Amerika, China dapat melakukan hal tersebut melalui berbagai kebijakan ekspor Logam Tanah Jarang. Hal tersebut diyakini akan sangat mengganggu persediaan rantai pasokan Amerika untuk produk teknologi tinggi yang mereka jalankan (Denny Noviansyah, 2018).

Pada tahun 2010, China bukan hanya pemasok utama LTJ di Amerika, namun faktanya China juga merupakan penyedia utama pasokan LTJ dunia. Pada tahun 2010, China mulai mengurangi ekspor REE seperti dalam sementara waktu menghentikan total perbekalan Jepang menyusul kejadian global di Laut China Selatan. Monopoli China pada sektor LTJ ini membuat berbagai negara mengusulkan pembentukan panel ke WTO. Inilah yang membuat China memangkas standar perdagangan sebesar 37% pada tahun 2011. Hal ini berdampak pada terciptanya panduan untuk *ferro* yang mengandung unsur tanah sehingga meningkatkan ekspor sebesar 20-25% pada tahun 2011. Jumlah yang membatasi kebijakan China terhadap kontrol ekspor logam langka mempengaruhi industri di Amerika Serikat, Jepang dan Eropa. Sementara itu, sumber-sumber alternatif untuk Logam Tanah Jarang juga masih terus dikembangkan.

Hal ini menyebabkan para pembuat kebijakan di Amerika Serikat, Eropa, dan di tempat lain mencari sejumlah pilihan untuk mengatasi krisis di Logam Tanah Jarang yang telah dimonopoli sepenuhnya oleh China, termasuk tantangan kebijakan China di WTO. Panel ini dibuka oleh WTO pada tahun 2014, di mana terdapat dua kubu yaitu Amerika, Jepang, Asosiasi Eropa di satu sisi, melawan China di sisi lainnya. Hasil panel tersebut membatasi China untuk mencabut kuota ekspornya. Keadaan saat ini menunjukkan bahwa China pernah menggunakan kelebihan LTJ untuk bermain keras pada pasar

dunia jika dipaksa atau didorong jauh oleh negara lain.

Di Indonesia, komponen bumi langka yang terkandung dalam mineral seperti zirkon, monasit, dan senotim sangatlah menarik. Zirkon sebagai mineral terkait dapat terlihat di simpanan emas dan timah aluvial, sedangkan monasit dan senotim dapat ditemukan sebagai mineral terkait di simpanan timah aluvial. Adanya bahan galian yang mengandung bagian “Logam Tanah Jarang” membuat mineral-mineral tersebut akan menimbulkan dampak di masa depan bagi perekonomian Indonesia. Di Indonesia sendiri, mineral yang mengandung unsur-unsur logam tanah jarang ditemukan sebagai mineral sampingan pada produk-produk utama, khususnya emas aluvial dan timah, sehingga Indonesia memiliki peluang untuk mengembangkan LTJ sebagai salah satu bahan baku mineral yang dapat memberikan manfaat tambahan terhadap seluruh potensi mineral di Indonesia.

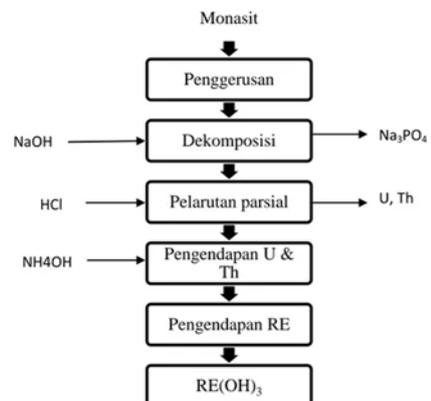
### METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Kualitatif yang bersifat deskriptif analitis dengan pendekatan normatif empiris. Pendekatan ini dipilih karena mampu menggabungkan pemahaman normatif terhadap peraturan dan kebijakan yang ada dengan observasi empiris terhadap fenomena yang terjadi di lapangan. Kerangka metodologis ini memungkinkan peneliti untuk mendeskripsikan, menganalisis, dan memahami kompleksitas yang ada dalam praktek pengembangan dan eksplorasi “Logam Tanah Jarang” di Indonesia serta implikasinya terhadap potens dan peluang perekonomian Indonesia. Metode pengumpulan data dilakukan melalui berbagai sumber seperti studi literatur yang berupa review jurnal, dokumentasi yang terkait, dan studi

kepustakaan yang relevan dengan topik, baik dari riset sebelumnya, artikel ilmiah, serta informasi dari situs-situs resmi. Analisis data dilakukan secara induktif, di mana temuan dari data yang terkumpul diinterpretasikan untuk mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam tentang subjek penelitian. Proses ini melibatkan pengidentifikasian pola, tema, dan kategori dalam data yang mengemuka melalui observasi terperinci. Pada akhirnya analisis ini bertujuan untuk menghasilkan kesimpulan yang tidak hanya didukung oleh data empiris tetapi juga berkontribusi pada teori dan praktik yang ada dalam konteks ketahanan energi.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Logam tanah jarang atau *rare earth element* merupakan mineral yang bersifat magnetik dan konduktif, serta banyak digunakan di perangkat elektronik seperti ponsel, tablet, speaker, dan barang produktif lainnya. Logam tanah jarang ini seringkali dimanfaatkan untuk sektor kesehatan, otomotif, penerbangan, sampai industri pertahanan. Banyak senjata militer canggih yang diproduksi dengan komponen dari *rare earth*. *Rare earth mineral* didapatkan dari perusahaan tambang yang melakukan ekstraksi atau proses pemisahan.



Gambar 1. Langkah Permurnian LTJ

Di Indonesia, jumlah logam tanah jarang yang sudah dieksplorasi relatif sedikit. Daerah yang menjadi *leading* sektor logam tanah jarang berada di Bangka Belitung dan Kalimantan. Menurut Irwandy Arif, harga *rare earth mineral* lebih tinggi dibanding *lithium* sehingga LTJ disebut sebagai mineral masa depan dan diprediksi akan dicari banyak negara. Beberapa negara besar seperti China, Brazil, Vietnam, Rusia, dan India juga telah berhasil memberdayakan sumber logam tanah jarang. Penemuan cadangan *rare earth mineral* di Uni Eropa ini diharapkan bisa mengurangi ketergantungan dari Beijing. Sebab China merupakan negara raksasa yang mendominasi pasar *rare earth mineral* yang memproduksi lebih dari 80% dan menyuplai sekitar 95% pasokan ke benua Eropa.

### 1. Urgensi dan Keterdapatan LTJ di Bumi

Logam tanah jarang merupakan kumpulan 17 unsur kimia tabel periodik yang terdiri dari 15 unsur *lantanida*, *scandium* dan *yttrium*. Unsur *yttrium* merupakan bahan pokok pembuatan untuk warna televisi, sel bahan bakar dan lampu neon. Secara umum, logam tanah jarang ditemukan dalam bentuk senyawa kompleks dengan bentuk fosfat dan karbonat. Pembahasan mengenai hal ini sangat jarang muncul ke permukaan, namun Luhut Binsar Pandjaitan mengemukakan bahwa logam tanah jarang merupakan komoditas mineral hasil ekstrak timah yang dapat dijadikan atau diproduksi menjadi magnet, elektronik, sampai senjata.

Secara keilmuan sains, logam tanah jarang diperoleh dari mineral *monazite* dan *xenotime*. *Monazite* merupakan senyawa fosfat logam tanah jarang yang mengandung sekitar 50-70% oksida. *Monazite* berasal dari mineral pasir berat, serta mengandung *thorium* yang cukup tinggi sehingga mineral

tersebut mengandung senyawa radioaktif berupa uranium dan torium

Berdasarkan data yang diperoleh, daerah yang berpotensi menghasilkan monasit di Indonesia, antara lain: Bangka Belitung, Ketapang, dan Rirang-tanah merah. Di Bangka, mineral monasit didapat sebagai hasil samping pertambangan timah, hal ini dibuktikan dengan hasil pertambangan *rare earth mineral* sebesar 7.290-8.505 ton per-tahun (Dudi, 2015). Sementara senotim merupakan senyawa *ytterbium phosphate* yang mengandung sekitar 54-65% *erbium*, *cerium*, dan *thorium*. Keberadaan monasit dan senotim di Indonesia ada di sepanjang pantai Kepulauan Bangka, Belitung, Singkep, serta di Rirang Kalimantan Barat. Selain dalam bentuk pasir, mineral ini—di Bangka, didapat sebagai sisa hasil penambangan timah. Industri seperti mobil listrik, elektronik, satelit, katalis, magnet, dan sensor banyak menggunakan unsur logam tanah jarang. Keberadaan unsur logam tanah jarang sangat penting dikarenakan mineral tersebut dapat menunjang perkembangan industri teknologi. Banyak faktor yang mendukung seberapa penting industri logam tanah jarang, khususnya di Indonesia, yakni:

- a. Logam tanah jarang adalah mineral yang cukup langka sebagai bahan baku senjata dan alat perang
- b. Di Bangka Belitung, logam tanah jarang digunakan sebagai pembangkit listrik tenaga nuklir.

### 2. Langkah dan Proses LTJ

Pemrosesan *rare earth elements* terdiri dari enam langkah utama yang meliputi eksplorasi deposit, penambangan, benefisi, pengolahan kimia, pemisahan, dan pemurnian. Sebelum itu, industri *rare earth elements* akan sangat berdampak pada sektor ekonomi dan masalah lingkungan pada

proses penambangan. Langkah *pertama* dimulai dengan eksplorasi dan mengidentifikasi lokasi deposit *rare earth elements* yang potensial untuk diekstraksi sebagai mineral berharga di dunia. Sebagian besar perusahaan biasanya memulai dengan pengambilan sampel dan mengelola studi ekstensif dengan analisis geokimia. Dalam kasus ini, perusahaan harus menggunakan aktivitas eksplorasi *greenfield* sebagai studi pendahuluan.

Langkah *kedua* yakni penambangan, yang memiliki teknik standar dalam mengembangkan beberapa mineral dan elemen. Menurut Liu dan Bongaerts, bahwa sebagian besar *rare earth elements* ditambang dengan teknik penambangan konvensional, diantaranya: penambangan permukaan—penambangan terbuka, penambangan bawah tanah dan pencucian in-situ. Langkah *ketiga* adalah proses benefisiasi *rare earth elements* yang mengandung mineral. Proses benefisiasi melibatkan proses pemisahan fisik yang bertujuan untuk menghilangkan kotoran, atau untuk meningkatkan konsentrasi sebuah produk. *Keempat* adalah proses perengkahan atau perlakuan kimiawi— asam dan basa merupakan dua rute dalam perengkahan ini. Kedua rute tersebut digunakan untuk meningkatkan konsentrasi REO dengan tingkat konsentrasi kemurnian sebesar 90% sehingga proses ini menjadi tahap pembersihan kotoran—peluruhan senyawa yang tidak berguna.

Langkah *kelima* melibatkan proses pemisahan untuk memurnikan masing-masing REO. Ada lima metode umum untuk proses pemisahan, yaitu superkritis, biosorpsi, elektropemenang, ekstraksi pelarut dan pertukaran ion. Di antara metode-metode ini, ekstraksi pelarut adalah metode yang sering digunakan industri kimia dalam memisahkan *rare earth*

dalam elemen tunggal (Liyananadirah, 2017).



Gambar 2. Proses Produksi LTJ

### 3. Industri LTJ

Proses penambangan untuk *rare earth elements* bervariasi tergantung pada jenis bijih yang diproses dan berbagai elemen yang menyertainya— yang juga akan diekstraksi. Sebagai contoh, tambang REE terbesar dan paling terkenal di dunia terdapat di China, Bayan Obo. Pada awalnya, industri REE ditemukan sebagai tambang bijih besi pada tahun 1927 dan juga merupakan salah satu lokasi ekstraksi fluorit terbesar di dunia (Zhongxin, 1992). Jejak besar tambang seperti Bayan Obo jelas dapat memiliki dampak ekologis yang besar dan tidak diragukan lagi bahwa masalah lingkungan menjadi kian nampak. Pengurangan produksi oleh China dengan alasan lingkungan selama tiga tahun terakhir memicu pengurangan kuota ekspor yang telah dipertanyakan oleh Amerika Serikat, Jepang dan Eropa, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut, namun, tidak diragukan lagi bahwa skala operasi di Bayan Obo membutuhkan perbaikan lingkungan.

Sebuah artikel penelitian independen oleh surat kabar Prancis *Le Monde* yang kemudian diterbitkan di *The Guardian* pada tahun 2012 berhasil mendokumentasikan melalui

wawancara dengan para petani dan penduduk lokal di kota Baotou bahwa skala penambangan telah mengubah gaya hidup penduduk secara permanen. Di desa Xinguang Sancun, para petani telah meninggalkan ladang dan berhenti menanam apa pun kecuali gandum dan jagung sehingga populasinya menurun dari 2.000 menjadi 300 orang dalam 10 tahun terakhir. Sebuah studi yang dilakukan oleh badan perlindungan lingkungan kota menunjukkan bahwa mineral tanah jarang adalah sumber masalah mereka dengan meningkatnya polusi yang diperparah dengan puluhan pabrik baru dan layanan industri lainnya (theguardian.com, 2012). Pemerintah China telah berkomitmen untuk mengucurkan dana sebesar 4 miliar Yuan (\$600 juta) untuk membersihkan kerusakan yang disebabkan oleh sektor energi terbarukan di wilayah ini. Pada tahun 2012, Su Bo, wakil menteri untuk industri dan teknologi informasi menyatakan secara terbuka bahwa pihak berwenang China "sama sekali tidak mau mengorbankan lingkungan untuk mengembangkan industri REE" (smh.com, 2012).

Penambangan tanah jarang lainnya berasal dari endapan tanah liat yang teradsorpsi ion yang sangat lazim di China Selatan dan memiliki jejak lingkungan yang cukup besar di provinsi Jiangxi. Pada tahun 2010, terdapat 88 produsen mineral tanah jarang di ibukota provinsi, Ganzhou, namun menurut sebuah studi USGS, 90 persen dari mereka menghentikan operasinya karena harga jual yang rendah. Provinsi Jiangxi memiliki cadangan 2,3 MT REE adsorpsi ion (Tharumarajah, 2011). Perkembangan yang menarik di sektor ini melibatkan *Aluminium Corporation of China* (Chinalco, Beijing, China) saat menandatangani perjanjian dengan pemerintah Provinsi Jiangxi untuk mengizinkan perusahaan mengkonsolidasikan produsen logam nonferrous lokal untuk mengambil alih

saham Jiangxi Rare Earth and Rare Metals Tungsten Group Co. Ltd. Keterlibatan perusahaan yang jauh lebih besar dengan jangkauan multinasional kemungkinan akan memberikan pengawasan lingkungan dan sosial yang lebih besar terhadap sektor lempung yang teradsorpsi ion dari REE.

Pemrosesan elemen REE adalah proses yang kompleks dan sering kali melibatkan banyak fasilitas. Seperti halnya logam lain, kombinasi ekstraksi pelarut dan proses flotasi, ditambah dengan beberapa proses elektrolitik dapat digunakan. Setelah pemrosesan awal untuk mengekstrak REE, terdapat sektor pemurni berupa kimia khusus yang menghasilkan logam tertentu yang dapat digunakan oleh perakit untuk produk seperti magnet dan fosfor. Sebagian besar teknik pemrosesan serupa tetapi dengan tingkat presisi ekstraksi yang lebih tinggi dalam unit yang lebih kecil.

Daur ulang energi terbarukan masih sangat terbatas dan pada tahun 2011, hanya terdapat sekitar 1 persen dari pasokan. Binnemans dkk, telah melakukan tinjauan mendalam terhadap berbagai jalur daur ulang REE dan potensinya. Tidak diragukan lagi bahwa ET daur ulang dapat mengurangi jejak ekologi pertambangan, tetapi biaya ekstraksi dari produk yang mengandung REE membuat pemulihan menjadi kurang kompetitif (Binnemans, 2013). Mengingat kompleksitas pasokan REE dari tambang ke pasar dan potensi pendekatan ekonomi sirkular "*cradle to cradle*", sektor ini membutuhkan sistem pemantauan yang disengaja dan terperinci yang harus adaptif terhadap perubahan teknologi. Protokol pemantauan untuk proses industri yang kompleks seringkali menjadi sarana utama untuk meredakan masalah sosial.

## SIMPULAN

REE penting dalam industri militer karena digunakan dalam

produksi senjata dan peralatan militer canggih. Mereka juga penting dalam industri superkonduktor, di mana mereka dapat digunakan untuk membuat material dengan hambatan listrik nol, sehingga memungkinkan pengembangan perangkat elektronik berkinerja tinggi dan berbagai perangkat hemat energi. Selain itu, REE digunakan dalam industri tenaga nuklir untuk berbagai aplikasi, salah satunya ialah produksi bahan bakar untuk reaktor nuklir. Industri-industri ini bergantung pada REE karena sifat uniknya, seperti sifat magnetis dan konduktifnya, yang menjadikannya penting untuk pengembangan teknologi maju.

REE merupakan senyawa mineral yang sangat berpotensi di bidang industri. Indonesia sebagai salah satu negara yang memiliki cadangan REE seharusnya mampu mengelola jenis mineral langka ini dengan semaksimal mungkin. Hal ini dilihat dari harga dan manfaat yang diperoleh dari REE sebagai sumber energi masa depan Indonesia. Namun banyak artikel menyebutkan bahwa Indonesia sendiri belum memiliki teknologi yang memadai. Oleh karena itu, masyarakat Indonesia dan para ilmuwan harus mengupayakan investasi pada perkembangan teknologi untuk diprioritaskan sebagai bahan utama produksi industri REE.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Bontron, Cecile. (2012). Rare Earth Mining in China Comes at a Heavy Cost for Local Villages. Retrieved from <https://www.theguardian.com/environment/2012/aug/07/china-rare-earth-village-pollution>

Brzyska W. (1996). Lanthanides and Actinides. *Wydawnictwa Naukowo-Techniczne Poland*.

Cai, Peter., & Wilkins, Georgia. (2012). China Cites Environment to Justify Grip on Rare Earths. Retrieved from <https://www.smh.com.au/business/china-cites-environment-to-justify-grip-on-rare-earth-elements-20120620>

[environment-to-justify-grip-on-rare-earth-elements-20120620](https://www.smh.com.au/business/china-cites-environment-to-justify-grip-on-rare-earth-elements-20120620)

Evans C.H. (1997). Episodes from the History of the Rare Earth Elements. *University of Pittsburgh*. USA.

Nasrudin Usman, Dudi. (2015). RARE EARTH MINERALS. *Jurnal Pascasarjana Universitas Padjajaran*. Bandung.

Noviansyah, Denny. (2018). Logam Tanah Jarang. *PT Dunia Pustaka Jaya*. Bandung.

Tharumarajah, R., & Koltun, P. (2011). Radle to Gate: Penilaian Dampak Lingkungan Logam Tanah Langka dalam Konferensi Australia tentang Penilaian Siklus Hidup ke-7. Melbourne, Australia.

Zhongxin, Y., Ge, B., Chenyu, W., Zhongqin, Z., & Xianjiang, Y. (1992). Fitur Geologi dan Asal usul Deposit Bijih Bayan Obo REE. *Aplikasi Geokimia*.