https://doi.org/10.47548/ijistra.2021.38
Vol. 2, No. 3, (Oct, 2021)

Mineral Kritikal dari Perspektif Keselamatan Negara

Critical Minerals from a National Security Perspective

Badhrulhisham Bin Abdul Aziz
Global Rare Earth Technology
(Corresponding author: dr_badhrul@yahoo.com)

ABSTRAK

Mineral kritikal (menurut *United States Geological Survey*, USGS) boleh dikategorikan sebagai 'komoditi mineral yang mempunyai kegunaan penting serta tiada pengganti berdaya maju, namun berdepan dengan potensi gangguan bekalan, ditakrifkan sebagai kritikal kepada keselamatan ekonomi dan negara'. Dalam tempoh 10 tahun yang lepas, negara-negara seperti Australia, Kesatuan Eropah (EU) dan Amerika Syarikat telah mula berusaha mengenal pasti, mengkategori dan memprioritikan secara strategik mineral kritikal, contohnya nadir bumi. Walaupun Malaysia kaya dengan mineral berharga (dengan anggaran nilai rizabnya sebanyak RM 4.11 trilion; dimana kemungkinan besar RM 1 trilion boleh dianggarkan sebagai nilai mineral kritikal), ia masih belum membangunkan pelan komprehensif untuk mineral kritikal yang boleh diekstrak. Kertas kerja ini, yang berdasarkan laporan tempatan dan antarabangsa bersama-sama dengan data yang boleh dipercayai, mencadangkan untuk Malaysia mula meneroka usaha mengenal pasti kedudukan sumber-sumber penting dengan sewajarnya. Seterusnya negara perlu mewujudkan perancangan strategik yang komprehensif dalam memelihara dan menggunakan mineral kritikal ini, dengan mengambilkira risiko rantaian bekalan dan pembangunan teknologi yang merupakan perkara antara paling utama kepada keselamatan negara.

KATA KUNCI
Mineral Kritikal, Keselamatan Negara, Nadir Bumi

Received: Aug 30, 2021 Accepted: Sept 9, 2021 Published: Oct 26, 2021

ABSTRACT

Critical mineral (according to United States Geological Survey, USGS) can be categorized as 'mineral commodities that have important uses and no viable substitutes, yet face potential disruption in supply, are defined as critical to the nation's economic and national security'. In the last 10 years, countries such as Australia, Europe United (EU) and USA have started making the efforts in identifying, categorizing, and prioritizing strategically the critical minerals e.g., rare earth. While Malaysia is rich in valuable minerals (with its reserve-estimated value at RM 4.11 trillion; most probably RM 1 trillion estimated to be the value of critical minerals), it has yet to develop a comprehensive plan for the critical minerals that can be extracted from the minerals. Systematic and useful data and information on critical minerals has yet to be established. This paper, which is based on local and international reports together with established data, is attempting to propose for Malaysia to explore the possibility of identifying and ranking its important resources accordingly and subsequently establish comprehensive strategic planning in preserving and utilizing these metals, taking into account supply risks and technological development that are paramount to national security.

KEYWORD
Critical Metals, National Security, Rare Earth

1.0 Pengenalan

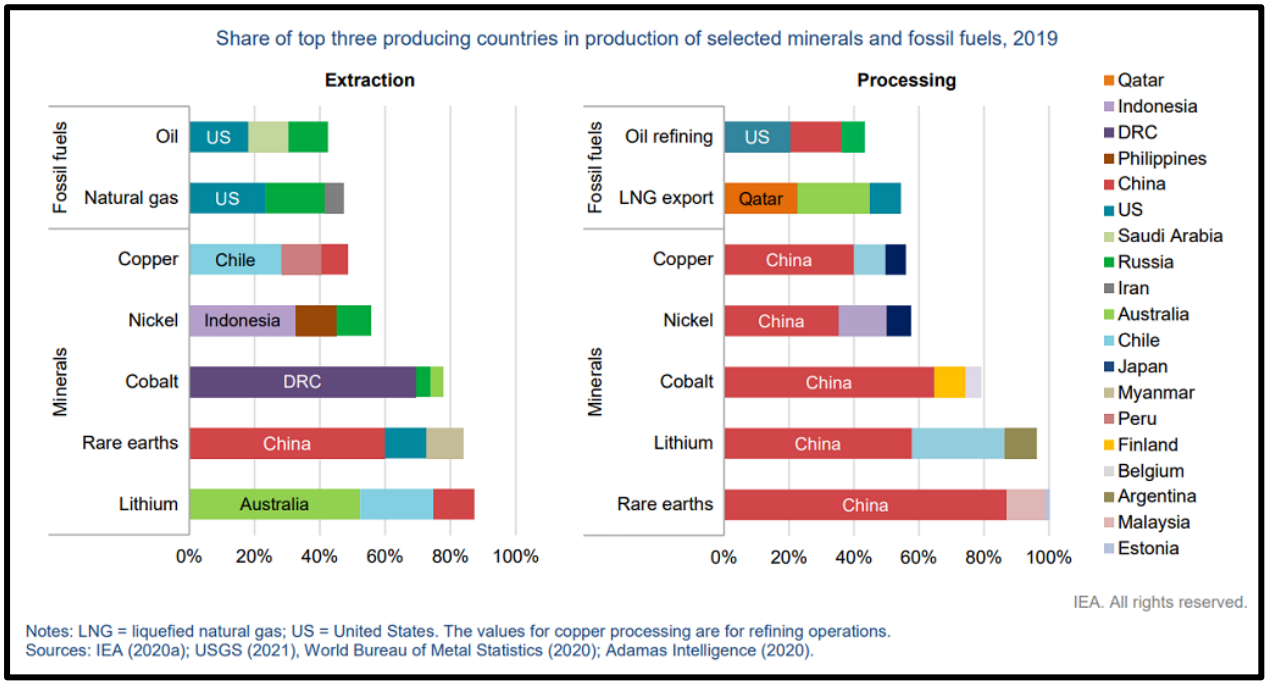
Kemajuan teknologi yang berkembang dengan pesat telah memberi kesan yang mendalam dan impak besar kepada permintaan global mineral yang merupakan elemen penting untuk ekonomi sesebuah negara. Mineral yang diproses menjadi logam atau sebatian logam, amat diperlukan dalam semua aplikasi moden seperti kereta elektrik, telefon bimbit, komputer, kincir angin, solar panel, jet pejuang dan lain-lain. Apabila sesuatu mineral itu dianggap penting kepada ekonomi dan keselamatan negara; terdedah kepada situasi meruncing dalam rangkaian bekalan; dan menjadi sebahagian penting dalam pembuatan, ianya diklasifikasikan sebagai mineral kritikal.

Contoh paling ketara mengenai perkembangan ini adalah apabila syarikat-syarikat di Amerika Syarikat membina sistem senjata ketenteraan, bateri kenderaan elektrik, satelit dan turbin angin, mereka banyak bergantung kepada beberapa mineral kritikal yang kebanyakannya dilombong dan diproses hampir sepenuhnya di negara-negara lain. Seperti dalam pembinaan jet pejuang F-35A yang memerlukan sekurang-kurangnya 417 kg unsur nadir bumi, hampir kesemuanya datang dari China. Tahap kebergantungan kepada import membimbangkan kerajaan AS yang menjangkakan gangguan bekalan rangkaian mineral kritikal ini boleh berlaku bila-bila masa sahaja jika terjadinya bencana alam, pertikaian perdagangan atau kegagalan industri berkaitan yang menjadikan mineral kritikal sebagai keutamaan dalam hal keselamatan negara.

Berkaitan dengan faktor di atas, yang menjadi masalah pada hari ini adalah perlombongan dan pengeluaran mineral kritikal dimonopoli oleh sebuah negara iaitu China yang menyebabkan risiko bekalan begitu tinggi dalam rantaian bekalan global yang kompleks. Menurut satu laporan yang dikeluarkan oleh *International Energy Association* (IEA) baru-baru ini, negara China menghasilkan 63 peratus elemen nadir bumi global, yang merupakan sekumpulan mineral kritikal strategik yang paling penting ketika ini. Selain itu, negara pengeluar terbesar kobalt iaitu Congo, juga dikuasai oleh China yang memegang saham majoriti dalam industri berkenaan. China juga mempunyai sekurang-kurangnya 85 peratus daripada kapasiti pemprosesan global untuk bahan nadir bumi yang digunakan dalam pelbagai industri berteknologi tinggi.

China menguasai hampir kesemua rantaian nilai merentasi perlombongan dan pemprosesan serta memainkan peranan utama dalam rantaian bekalan global nadir bumi. Bekalan mineral kritikal ini sekali gus boleh terjejas dengan mudah kerana beberapa faktor seperti perang perdagangan, konflik wilayah dan lain-lain. Ini menjadikan ianya sebagai agenda utama dalam isu keselamatan sesebuah negara yang perlu diberi perhatian.

Rajah 1 menunjukkan laporan IEA berkenaan dengan negara pengeluar utama dalam bahan api fosil dan mineral yang jelas menunjukkan dominasi China dalam kebanyakan mineral.



Rajah 1: Negara Utama Pengeluaran Mineral dan Bahan Api Fosil 2019

2.0 Gambaran Am Mineral di Malaysia

Malaysia merupakan negara yang kaya dengan mineral dan mempunyai yang potensi besar dalam industri ini. Menurut kenyataan Datuk Dr. Shamsul Anuar Nasarah, Menteri Tenaga dan Sumber Asli, nilai semasa sumber mineral negara dianggarkan berjumlah RM4.1 trillion, berdasarkan kajian terkini Jabatan Mineral dan Geosains (JMG). Pada tahun 2020 sahaja, pengeluaran mineral negara meningkat sebanyak 6.4% berjumlah RM6.32 bilion. Sumbangan ekonomi industri perlombongan dan pengkuarian mineral (tidak termasuk minyak dan gas) adalah bernilai RM9 bilion atau 0.7 peratus daripada keseluruhan KDNK negara yang menyediakan peluang pekerjaan kepada 15,275 orang.

Menyedari kepentingan industri mineral dalam pembangunan negara, beberapa usaha transformasi sedang dan akan dilakukan untuk memperkasakan industri ini seperti penstrukturan semula organisasi melibatkan JMG dan Lembaga Pembangunan Timah melalui penubuhan Lembaga Pembangunan Industri Mineral yang juga berperanan dalam mengawal selia aktiviti pembangunan sebagaimana yang dilaporkan oleh menteri berkenaan dalam Mesyuarat Kedua, Sidang Parlimen ke-14 dalam sesi soal jawab lisan pada 27 Julai 2020:

“Kementerian juga berhasrat untuk mewujudkan semula Majlis Mineral Negara yang sebelum ini telah digabungkan di bawah Majlis Tanah Negara pada tahun 2009. Pewujudan semula Majlis Mineral

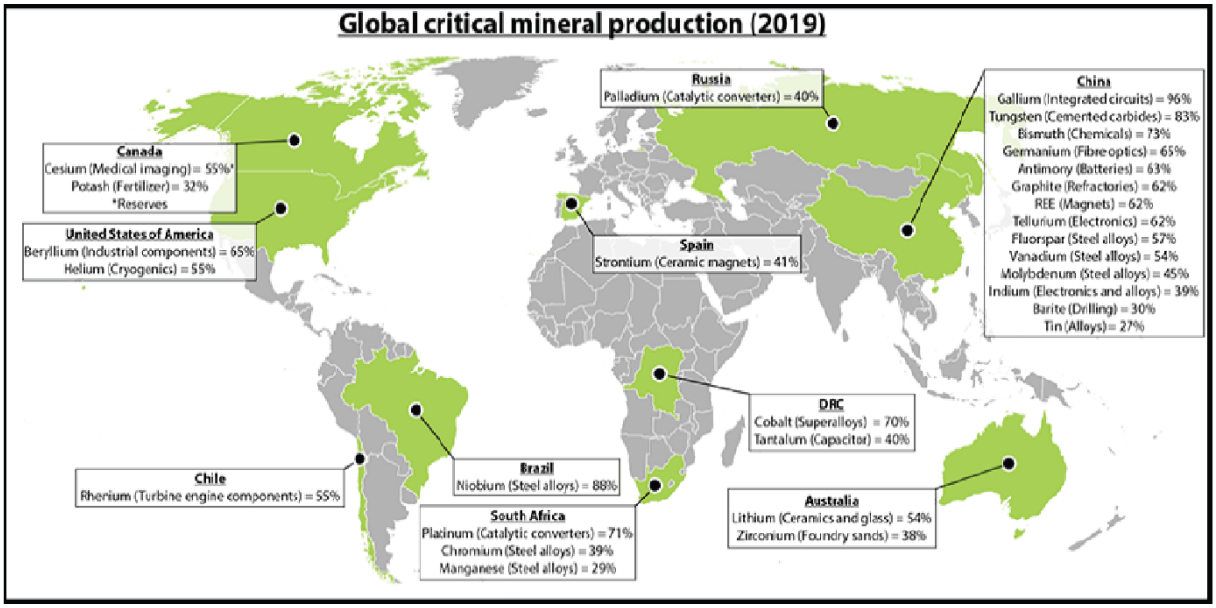
Negara adalah bagi memastikan isu-isu berkaitan industri mineral negara dapat dibincangkan secara komprehensif antara kerajaan Persekutuan dan kerajaan negeri terutamanya untuk memastikan segala perancangan dan pelaksanaan yang terkandung dalam pelan transformasi industri mineral negara dapat dicapai sepenuhnya.

Selain itu, Kementerian ini juga dalam tindakan untuk menubuhkan Lembaga Pembangunan Industri Mineral Malaysia (LPMM) sebagai pemacu pembangunan dan tadbir urus industri mineral secara khusus dan holistik termasuk kawal selia industri tersebut. Kementerian ini mensasarkan untuk membentangkan RUU LPMM ini di Parlimen pada bulan Mac 2021."

Kajian Spesifik Potensi dan Pembangunan Mineral di kawasan terpilih di seluruh negara yang dilakukan baru-baru ini, menunjukkan banyak kawasan berpotensi mengandungi sumber mineral yang belum diteroka dan dibangunkan secara komersial. Di antaranya adalah kawasan bijih timah Jalur Barat Timah serta beberapa negeri di pantai barat Semenanjung.

3.0 Mineral Kritikal Global

Rajah 2 menunjukkan pengeluaran mineral kritikal bagi tahun 2019. Seperti yang diketahui umum, China mengungguli pengeluaran mineral kritikal dunia yang menyebabkan keresahan di kalangan banyak negara dari sudut geopolitik dan keamanan serantau.



Rajah 2: Pengeluaran Mineral Kritikal Global 2019

Salah satu contoh di mana China menggunakan kelebihan ini apabila ia mengugut Jepun untuk melepaskan sebuah kapal nelayan milik warganya yang telah menceroboh sempadan Jepun dan ditahan oleh pihak berkuasa Jepun untuk didakwa. Ugutan dalam bentuk menghentikan bekalan nadir bumi kepada China menyebabkan Jepun berfikir dua kali untuk meneruskan dakwaannya. Mineral kritikal terutama nadir bumi merupakan bahan-bahan yang menjadi buruan negara-negara pengeluar produk teknologi tinggi terutama dalam elektronik, komputer dan pertahanan. Negara-negara ini sanggup melabur berbilion ringgit semata-mata untuk memastikan bekalan bahan mentah ini sentiasa wujud dan berterusan untuk jangka hayat sesebuah industri. Jepun misalnya, telah melabur dan memberi pinjaman kepada loji milik syarikat Lynas di Malaysia untuk memastikan bekalan produk nadir bumi untuk tujuan industri pembuatannya terjamin berbanding dengan pesaing-pesaingnya.

4.0 Mineral Kritikal Amerika Syarikat

Amerika Syarikat telah memulakan usaha berterusan menguruskan mineral kritikal bermula sejak 2010. Pada bulan Disember tahun 2017, takrifan mineral kritikal dibuat di bawah Perintah Eksekutif (EO) 13817 oleh Presiden Trump, *'A Federal Strategy to Ensure Secure and Reliable Supplies of Critical Minerals*' sebagai:

i. mineral bukan bahan api atau bahan mineral penting kepada keselamatan ekonomi dan negara;
ii. rantaian bekalan yang terdedah kepada risiko gangguan; dan
iii. yang berfungsi sebagai fungsi penting dalam pembuatan sesuatu produk, ketiadaannya akan membawa kesan yang ketara kepada ekonomi atau keselamatan negara.

Berdasarkan definisi ini, pada bulan Mei 2018, kerajaan Amerika Syarikat mengeluarkan senarai 33 mineral dan dua kumpulan mineral iaitu logam kumpulan platinum dan unsur-unsur nadir bumi; yang dianggap kritikal dan memberi amaran bahawa daripada 35 mineral yang terdapat dalam senarai ini, Amerika Syarikat bergantung kepada import yang melebihi separuh dari senarai tersebut dalam penggunaan industrinya.

Selain itu, Amerika Syarikat tidak mempunyai sebarang pengeluaran domestik untuk 14 mineral kritikal yang tersenarai. Amerika Syarikat memandang serius bekalan mineral kritikal di atas yang amat penting untuk kemakmuran ekonomi dan keselamatan negaranya. Ia amat bergantung kepada sumber luar negara untuk mendapatkan mineral kritikal yang mana 50% dari senarai 35 mineral yang dikelaskan sebagai mineral kritikal. Masalah yang besar adalah hampir semua bekalan ini dari satu atau dua negara, contohnya: bekalan kobalt, 60% dilombong di Congo dan 80% diproses di China. Untuk mengatasi situasi kritikal ini, Amerika Syarikat menggariskan empat matlamat strategik:

1. Merangsang inovasi saintifik dan membangunkan teknologi yang akan memastikan rantaian mineral kritikal dan bekalan bahan yang berdaya tahan dan selamat, tidak bergantung kepada sumber dan pemprosesan pesaing.
2. Menggalakkan dan menyokong penggunaan dan kapasiti sektor swasta untuk mineral kritikal domestik yang mampan dan menjamin rantaian bekalan tidak terputus.
3. Mengkaji alternatif mineral jangka panjang dan bahan-bahan inovasi dalam satu ekosistem membangunkan keupayaan baru untuk mengurangkan penggunaan mineral kritikal masa depan dan cabaran rantaian bekalan berkaitan.
4. Menyelaras dengan rakan kongsi dan sekutu antarabangsa serta agensi persekutuan yang lain untuk mempelbagaikan rantaian bekalan global dan memastikan penggunaan amalan terbaik untuk perlombongan dan pemprosesan yang mampan.

5.0 Mineral Kritikal Kanada

Kanada telah menyedari bahawa ia terdedah kepada isu geopolitik dan bekalan dalam mineral kritikal ini, termasuk sekatan eksport. Walaupun Kanada adalah salah satu daripada beberapa negara Barat yang banyak deposit lithium, graphite, kobalt, dan nikel, yang semuanya memainkan peranan penting dalam mengejar matlamat Kanada 2050 dalam membangunkan tenaga bersih, kenderaan elektrik, dan bateri, ia masih lagi berusaha untuk mendapatkan jaminan bekalan mineral kritikal yang lain.

Memandangkan keselamatan negara dan ekonomi akan bergantung kepada bekalan mineral yang stabil dan selamat, Kanada juga seperti Amerika Syarikat, telah menyenaraikan 31 mineral sebagai kritikal pada Mac 2021. Senarai ini mengetengahkan bidang tumpuan dalam dasar perlombongan masa depan Kanada dengan pelan strategiknya untuk menggalakkan pertumbuhan ekonomi melalui industri

penting ini serta menyokong objektif keselamatan negara. Rajah 3 menunjukkan senarai mineral kritikal yang dikenalpasti oleh Kanada.

Aluminum	Gallium	Molybdenum	Tellurium
Antimony	Germanium	Nickel	Tin
Bismuth	Graphite	Niobium	Titanium
Cesium	Helium	Platinum group metals	Tungsten
Chromium	Indium	Potash	Uranium
Cobalt	Lithium	Rare earth elements	Vanadium
Copper	Magnesium	Scandium	Zinc
Fluorspar	Manganese	Tantalum	

Rajah 3: Senarai Mineral Kritikal Kanada

Di samping usaha dalam mengenal pasti mineral kritikal dan membangunkan pelan strategik industri mineral kritikal, Kanada telah mengadakan kerjasama dua hala dengan Amerika Syarikat. Pada 9 Januari 2020, Kanada dan Amerika Syarikat mengumumkan 'Pelan Tindakan Bersama Kanada-Amerika Syarikat' untuk meningkatkan keselamatan negara dan ekonomi melalui pembangunan dan pembekalan mineral kritikal yang stabil. Dengan memastikan pasaran terbuka dan bebas untuk mineral kritikal, Kanada dan sekutu antarabangsanya ingin memastikan risiko geopolitik dan sumber bekalan semasa dapat diminimakan.

6.0 Mineral Kritikal Jepun

Sebagaimana yang diketahui umum, Jepun tidak mempunyai sumber mineral yang banyak dan terpaksa bergantung kepada import termasuk mineral kritikal. Contohnya lombong indium di Hokkaido yang terhenti pada tahun 2006 dan memaksa Jepun bergantung sepenuhnya kepada import. Walaupun sektor huluan Jepun dalam mineral kritikal agak kecil, ia amat terserlah dalam industri hiliran seperti pemprosesan dan pembuatan nadir bumi. Sebagai contoh, syarikat Jepun menguasai 15 peratus daripada pengeluaran magnet global tahunan. Bagi pasaran global magnet kekal NdFeB berskala tinggi, tiga syarikat Jepun iaitu Hitachi Metals, Shin-Etsu Chemical, dan TDK dianggarkan mempunyai lebih 85% ekuiti. Kapasiti Jepun dalam industri magnet bermula awal dengan rekaan dan ciptaan dalam proses serta pendaftaran hak harta intelek dalam bidang ini.

Jepun adalah antara negara terawal mengenal pasti mineral kritikal untuk negaranya. Senarai pertama mineral kritikal disediakan oleh '*Advisory Committee on Mining Industry*' pada tahun 1984 di bawah kuasa Kementerian Ekonomi, Perdagangan dan Industri (METI). Senarai ini kekal dan tidak berubah di mana pada tahun 2014, ianya terdiri dari 32 mineral kritikal dan platinum serta nadir bumi. Selain itu, Jepun juga menyenaraikan *fluorine* dan silikon dalam senarai tersebut. Menyedari keselamatan ekonomi adalah sinonim dengan keselamatan negaranya, kerajaan Jepun telah lama berusaha menangani keselamatan mineral kritikal dan rantaian bekalan bahan sebagai satu keutamaan. Memandangkan ketiadaan kapasiti huluan domestik, Jepun mengejar mendapatkan rantaian bekalan

mineral kritikal melalui perdagangan, pelaburan dalam projek perlombongan di luar negara, stok simpanan, dan penyelidikan dalam teknologi kitar semula dan alternatif.

Kementerian Ekonomi, Perdagangan dan Industri (METI) mengetuai kerja dasar itu, manakala *Japan Oil, Gas dan Metals National Corporation* (JOGMEC) adalah pelaksana utama. JOGMEC bergabung dengan METI dan mempunyai kuasa berkanun untuk membuat pelaburan strategik di luar negara untuk meningkatkan keselamatan tenaga berasaskan mineral Jepun. Seawal pertengahan tahun 1980-an, Jepun bimbang dengan kekurangan bekalan yang mungkin timbul akibat kadar pembangunan huluan yang perlahan di seluruh dunia dan jangkaan pertumbuhan permintaan yang tinggi bagi mineral yang diperlukan untuk barangan berteknologi tinggi. Justeru itu, pada tahun 1983, Jepun telah mula memperkasakan simpanan stok tujuh mineralnya termasuk tungsten, kobalt, dan vanadium, tiga daripada mineral yang dikenal pasti sebagai kritikal oleh Amerika Syarikat, Kesatuan Eropah, dan Jepun.

Selain itu, Jepun juga menggunakan kaedah 'diplomasi sumber' seperti melalui bantuan luar, kewangan awam dan insurans perniagaan untuk mendapatkan bekalan mineral kritikal. Di samping itu, melabur dengan bekerjasama syarikat-syarikat luar negara di India, Vietnam dan Malaysia. Bukan itu sahaja, Jepun juga menggunakan kelebihan teknologinya untuk mengurangkan kebergantungan mineral kritikal dari segi kuantiti yang digunakan dalam menghasilkan produk dan juga kebergantungan dengan negara China melalui teknologi kitar semula, perlombongan di lautan dalam dan lain-lain pendekatan.

Pada bulan Mac 2020, Jepun telah mengeluarkan perspektif terbarunya dengan strategi menyelaraskan profil mineral kritikal dan peralatan berkaitan; mengkaji semula sistem simpanan stok; meningkatkan kerjasama penyelidikan antarabangsa, dan memberi tumpuan kepada inovasi yang berkaitan dengan kitar semula mineral kritikal ini. Di samping itu, ia juga mengambil kira persaingan sumber yang semakin meningkat dengan China, Amerika Syarikat, dan juga Eropah.

7.0 Mineral Kritikal Kesatuan Eropah

Salah satu keunikan Kesatuan Eropah dalam isu mineral kritikal adalah kewujudan pelbagai model ekonomi dan struktur industri yang komprehensif. Ada negara yang menjadi pengeluar dan pembekal mineral kritikal, dan ada yang berperanan sebagai peneraju dalam teknologi berkaitan. Walau bagaimanapun, kesatuan Eropah agak ke depan dalam mengenal pasti mineral kritikal mereka di samping membangunkan pengkalan data yang lengkap berkenaan bekalan dan permintaan mineral kritikal.

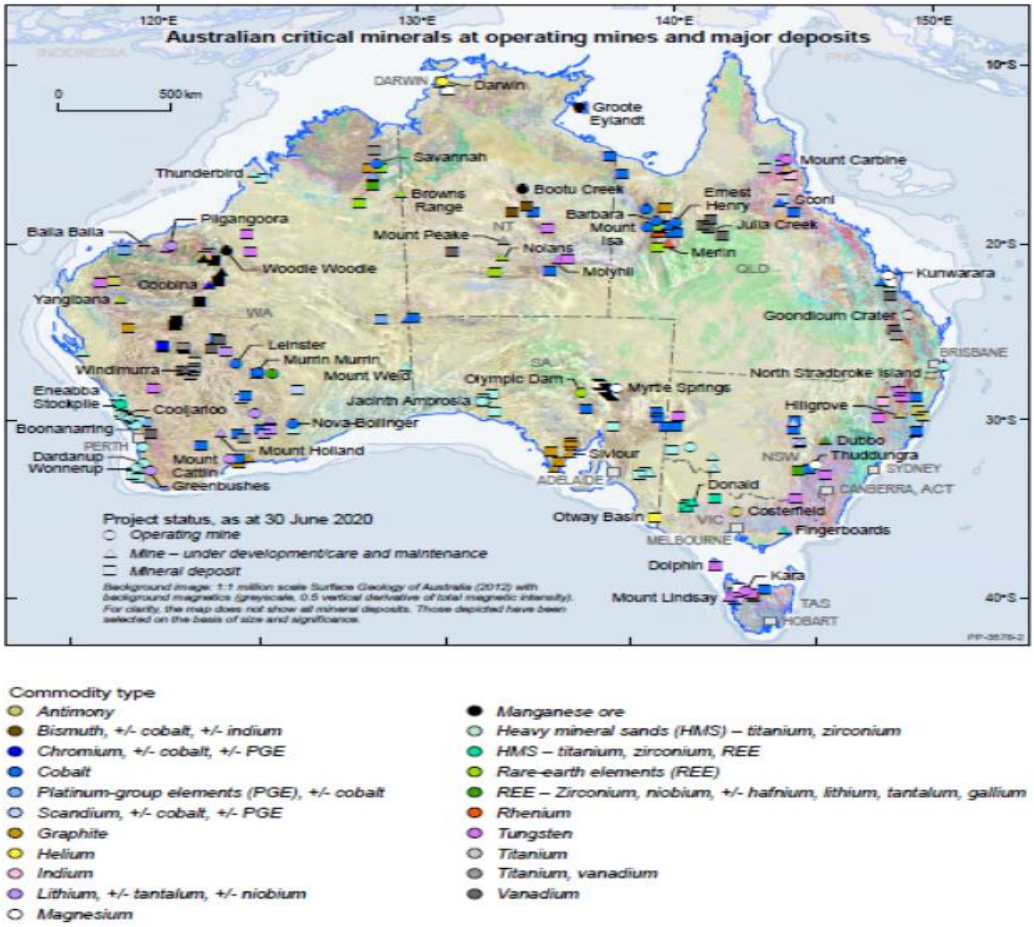
Sejak 2011, dari 83 bahan mineral yang dinilai, Suruhanjaya Eropah telah mengeluarkan senarai mineral kritikal dan mentah setiap tiga tahun; senarai kemas kini yang terbaru dikeluarkan pada September 2020. Senarai terkini terdiri dari 30 mineral kritikal iaitu 27 mineral dan tiga kumpulan mineral: elemen nadir bumi berat dan ringan (di kategori berasingan) dan logam kumpulan platinum. Untuk memastikan kesinambungan bekalan mineral kritikal yang lestari dan pembangunan teknologi berkaitan terutama komitmen dalam tenaga bersih, Kesatuan Eropah telah melancarkan pelbagai inisiatif sejak tahun 2000 hingga ke hari ini.

Pada bulan September 2020, ia telah mengeluarkan satu dokumen strategik bertajuk '*Critical Raw Materials Resilience: Charting a Path Towards Greater Security and Sustainability*' yang memberi tumpuan kepada bekalan keselamatan mineral kritikal. Dokumen ini menyenaraikan mineral kritikal dan perancangan untuk memantapkan rangkaian bekalan mineral kritikal. Antara matlamat dan inisiatif ini adalah:

i. Membangunkan rantaian bekalan yang berdaya tahan untuk ekosistem perindustrian EU;
ii. Mengurangkan kebergantungan kepada bahan mentah kritikal utama melalui penggunaan sumber, produk mampan, dan inovasi tempatan;
iii. Memperkukuhkan sumber dan pemprosesan bahan mentah domestik yang mampan dan bertanggungjawab;
iv. Mempelbagaikan bekalan dengan sumber yang mampan dan lestari dari negara ketiga, mengukuhkan perdagangan terbuka berasaskan peraturan yang ditetapkan untuk mineral dalam perdagangan antarabangsa.

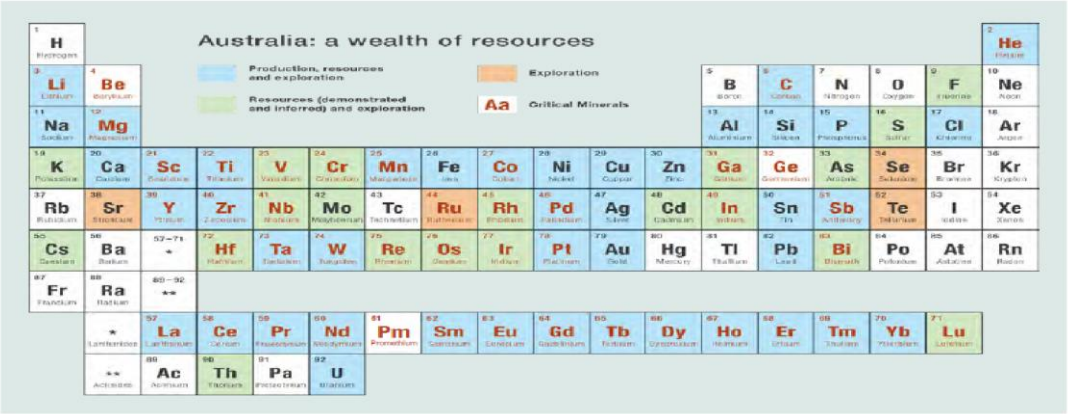
8.0 Mineral Kritikal Australia

Di Australia pula, dengan pengurusannya yang teratur dalam mengenal pasti sumber mineralnya dan mendokumentasi serta sentiasa memperbaharui peta sumber mineralnya, tidak hairanlah ia boleh di anggap berjaya dalam bidang mineral kritikal ini. Rajah 4 menunjukkan peta yang terperinci mengenai sumber mineral kritikal dan perlombongan berkaitan.



Rajah 4: Kedudukan Lombong Utama Mineral Kritikal

Kerajaan Australia juga telah mengambil inisiatif meneliti senarai mineral kritikal yang disenaraikan secara rasmi oleh Amerika Syarikat, Kesatuan Eropah dan Jepun, dan memadankannya dengan pengetahuan geologi Australia. Hasilnya adalah senarai 24 mineral kritikal yang ada atau boleh dihasilkan di Australia. Senarai ini mula dikenal pasti dalam Strategi Mineral Kritikal Australia 2019 sebagaimana dalam Rajah 5 di bawah.



Rajah 5: Senarai Mineral Kritikal Australia (berwarna merah) dalam Jadual Berkala

Sokongan dan inisiatif dari pihak kerajaan Australia dalam sektor mineral kritikal ini amat memberangsangkan. Menyedari kepentingan mineral kritikal dalam matlamatnya menguasai teknologi moden, ia komited untuk memastikan pelaburan diutamakan dan di sokong dengan pelbagai inovasi dan infrastruktur. Di samping itu kerajaan pusat bekerjasama dengan negeri dan wilayah untuk membangunkan program kerjasama yang membina inisiatif penerokaan sedia ada dan mengenal pasti peluang rantaian bekalan baru. Dengan gabungan kemahiran dan pengetahuan dari universiti serta pihak industri, bukan sahaja dapat membangunkan teknologi berasaskan mineral kritikal ini, malah berusaha menjadi pembekal sumber utama mineral kritikal global.

9.0 Mineral Kritikal Malaysia

Sebagaimana yang diterangkan dalam awal kertas kerja ini, Malaysia mempunyai potensi besar dalam bidang mineral kritikal terutama sekali dalam nadir bumi. Selain mempunyai simpanan nadir bumi dan mineral kritikal yang strategik, Malaysia juga merupakan penempatan sebuah loji nadir bumi terbesar dan termoden di luar China. Ini sekaligus memberi banyak kelebihan yang sepatutnya dapat menarik pelabur-pelabur asing dan tempatan untuk memajukan industri hiliran dengan wujudnya kilang Lynas tersebut. Malangnya ia tidak berlaku dan diburukkan dengan pelbagai kempen oleh setengah-setengah pihak yang cuba untuk menggagalkan penubuhan dan pengoperasian loji tersebut.

Di samping itu, data dan maklumat berkenaan lokasi, saiz simpanan dan bekalan serta maklumat-maklumat berkenaan mineral kritikal amat sukar diperolehi. Di samping itu, pengkalan data Malaysia untuk mineral, terutamanya mineral kritikal, adalah terlalu lemah dan tidak membantu dalam membangunkan industri ini. Tanpa pengkalan data yang kemas seperti Australia, amat sukar bagi pelabur, penyelidik dan industri untuk mengenal pasti potensi dan merangka pelan strategik dalam pelbagai bidang industri.

Berbanding dengan negara-negara di atas, Malaysia masih belum mewujudkan sebarang keutamaan bagi simpanan dan pengeluaran mineral. Malah satu senarai maklumat terperinci yang berkenaan mineral kritikal masih belum wujud. Begitu juga, pengguna tempatan industri logam berasaskan mineral masih belum disenarai pendek dengan sewajarnya. Di samping itu, dasar keselamatan serantau negara yang sepatutnya menjadikan mineral kritikal ini sebagai salah satu '*bargaining chip'*, masih tidak dipertimbangkan. Berbanding dengan negara lain yang menyedari kepentingan mineral kritikal bukan sahaja dalam pembangunan teknologi, juga untuk tujuan keselamatan negara, masih belum dalam perkiraan Wisma Putra.

Berdasarkan kajian penulis dan juga dapatan beberapa buah universiti tempatan dalam isu mineral kritikal, senarai mineral kritikal negara dicadangkan seperti dalam Rajah 6. Dalam senarai ini, beberapa mineral kritikal yang boleh dimanfaatkan oleh Malaysia dalam menjadi pemain utama, bukan saja sebagai pembekal sumber yang kaya ini, tetapi boleh membangunkan teknologi berkaitan mineral kritikal secara holistik, patut diambil kira oleh kerajaan.

Rajah 6: Cadangan Mineral Kritikal Malaysia

10.0 Cadangan dan Penutup

Sebagai cadangan, walaupun industri di Malaysia tidak memerlukan semua logam atau mineral yang ada, ia harus meneroka kemungkinan kedudukan sumber negara dengan sewajarnya (seperti apa yang dilakukan oleh Australia, Kanada dan lain-lain dalam menentukan kedudukan kepentingan ekonomi sebagai penjual atau pengeluar logam dan mineral). Berdasarkan keperluan industri tempatan dan pengeluaran logam dan mineral tempatan, Malaysia harus cuba sekurang-kurangnya menubuhkan pangkalan data lengkap dan terperinci logam dan mineral kritikal untuk masa depan negara. Malaysia mesti mempunyai perancangan strategik untuk mineral kritikal agar keselamatan serantau dan kedudukan ekonomi negara dapat diperkasakan untuk menjadi sebuah negara yang disegani dan berpengaruh di rantau ini. Seiring dengan perkembangan teknologi dan dengan perancangan sumber manusia berkemahiran tinggi, negara boleh pergi lebih jauh dengan membangunkan sumber yang kaya ini.

Salah satu usaha yang telah dibuat oleh Negara adalah berkenaan dengan nadir bumi, yang merupakan sebahagian besar mineral kritikal yang amat penting. Pada tahun 2014, Akademi Sains Malaysia telah menerbitkan satu 'blueprint' yang komprehensif bertajuk *'The Establishment of Rare Earth-Based Industries in Malaysia'* yang lengkap dengan beberapa maklumat dan data bertujuan untuk mengemukakan satu cadangan rancangan tindakan yang boleh diambil oleh pihak kerajaan dan

swasta sebagai rujukan dalam membangunkan industri nadir bumi yang menjanjikan pulangan yang amat besar dari segi ekonomi.

'Blueprint' ini merangkumi sektor huluan (aspek penerokaan, perlombongan dan R&D); sektor pertengahan (pemprosesan mineral, pengurusan sisa buangan dan R&D); sektor hiliran (bidang industri hijau nilai tambah menggunakan logam nadir bumi, kitar semula peralatan pengguna dan perindustrian elektrik dan elektronik berkaitan, pengurusan sisa buangan serta R&D); sumber manusia (yang diperlukan di semua peringkat kepakaran); kesan sosial dan alam sekitar industri berasaskan nadir bumi; aspek tadbir urus (undang-undang dan peraturan berkaitan); kesan ekonomi industri nadir bumi; serta Pelan hala tuju industri nadir bumi dan peluang bagi Malaysia.

Kebergantungan kepada pihak luar dalam teknologi terkini dapat diminimakan jika teknologi tempatan berasaskan mineral dan logam kritikal dapat dibangunkan dengan jayanya. Salah satu usaha yang mesti dilakukan adalah dengan membangunkan sumber manusia yang berkemahiran tinggi dalam pembangunan, pengurusan dan operasi industri mineral kritikal. Dana yang mencukupi untuk tujuan penyelidikan dan pengkomersilan bagi sektor huluan dan hiliran, mesti diperuntukkan di samping program-program pendidikan dan latihan diwujudkan bagi memenuhi permintaan tenaga kerja dalam bidang berkaitan dengan mineral.

Rujukan

Akademi Sains Negara (2014). Blueprint: The Establishment of Rare Earth-Based Industries in Malaysia.

Australian Government. (2020). Australian Critical Minerals Prospectus 2020. Australian Trade and Investment Commission Geoscience Australia: Department of Industry, Science, Energy and Resources.

Curpen. R., et al. (2021). Canada Announces the Critical Minerals List. Bennette Jones. https://www.bennettjones.com/

Emsbo. P., Lawley. C., and Czarnota. K. (2021). Geological Surveys Unite to Improve Critical Mineral Security. https://eos.org/science-updates/geological-surveys-unite-to-improve-critical-mineral-security

Executive Office of the President. (2017). Presidential Documents: A Federal Strategy to Ensure Secure and Reliable Supplies of Critical Minerals. Vol. 82. No. 246. https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2017-12-26/pdf/2017-27899.pdf

Frank. D., Galloway. J., and Assmus. K. (2005). The Life Cycle of a Mineral Deposit— A Teacher's Guide for Hands-On Mineral Education Activities. Geological Survey. General Information Product 17: U.S. Department of the Interior U.S.

International Energy Agency. (2021). The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions: IEA Publications. https://iea.blob.core.windows.net/

Kalantzakos. S. (2020). The Race for Critical Minerals in an Era of Geopolitical Realignments. The International Spectator: Italian Journal of International Affairs. 55:3, 1-16. https://doi.org/10.1080/03932729.2020.1786926

Nakano. J. (2021). The Geopolitics of Critical Minerals Supply Chains. 'Presentation to the USEA, April 27, 2021: Center for Strategic & International Studies. https://usea.org/

National Research Council. (2007). Minerals, Critical Minerals, and the U.S. Economy, Report in Brief. Washington: The National Academy of Sciences.

Parlimen Malaysia. (27 Julai 2020). Penyata Rasmi Parlimen, Dewan Rakyat, Parlimen Keempat Belas, Penggal Ketiga, Mesyuarat Kedua: Kuala Lumpur.

The Conversation. (6 April 2021). The US is Worried About its Critical Minerals Supply Chains – Essential for Electric Vehicles, Wind Power and The Nation's Defense. https://theconversation.com/the-us-is-worried-about-its-critical-minerals-supply-chains-essential-for-electric-vehicles-wind-power-and-the-nations-defense-157465

U.S. Department of Energy (2021). Critical Minerals and Materials: U.S Department of Energy's Strategy to Support Domestic Critical Mineral and Material Supply Chains (FY 2021-FY 2031).