Experts

Rare Earth dan Masa Depan Hijau Malaysia

Fri, 12/26/2025 - 10:11

Dalam era peralihan ke arah ekonomi rendah karbon, teknologi hijau sering dianggap sebagai simbol kemajuan dan penyelesaian kepada cabaran perubahan iklim. Kenderaan elektrik, tenaga boleh baharu, pencahayaan cekap tenaga dan sistem tenaga pintar kini menjadi sebahagian daripada gaya hidup moden. Namun begitu, di sebalik semua inovasi ini, terdapat satu elemen asas yang jarang diberi perhatian, iaitu unsur nadir bumi atau *rare earth* elements.

Walaupun namanya kurang dikenali oleh masyarakat umum, *rare earth* memainkan peranan penting dalam hampir semua teknologi moden berprestasi tinggi. Banyak peranti dan sistem yang kita gunakan hari ini bergantung kepada sekurang-kurangnya satu unsur nadir bumi, sama ada sebagai magnet berkecekapan tinggi, bahan pemancar cahaya atau komponen yang meningkatkan kestabilan dan kecekapan tenaga. Tanpa unsur-unsur ini, banyak teknologi hijau yang kita banggakan tidak dapat berfungsi dengan berkesan. Sebagai contoh, motor kenderaan elektrik menggunakan magnet kekal berasaskan *neodymium (Nd)* dan *praseodymium (Pr)* yang membolehkan motor menjadi lebih ringan, lebih kecil, dan lebih cekap tenaga. Turbin angin moden, khususnya yang berskala besar, turut menggunakan magnet rare earth bagi membolehkan sistem pemacu terus yang memerlukan penyelenggaraan lebih rendah. Pencahayaan LED pula bergantung kepada fosfor *rare earth* seperti europium (Eu) dan terbium (Tb) untuk menghasilkan cahaya yang terang dan berkualiti tinggi. Dalam bidang perubatan, mesin pengimejan seperti MRI menggunakan bahan berasaskan *rare earth* untuk memastikan ketepatan dan kestabilan operasi.

Ironinya, walaupun masyarakat semakin menyokong penggunaan teknologi hijau, wujud jurang kefahaman apabila perbincangan beralih kepada sumber asas yang menyokong teknologi tersebut. Industri *rare earth* sering dikaitkan dengan persepsi risiko alam sekitar, sedangkan hakikatnya kesan sebenar banyak bergantung kepada kaedah perlombongan dan pemprosesan yang digunakan. Rare earth itu sendiri bukanlah punca masalah; pendekatan pengurusan dan teknologi yang menentukan sama ada ia membawa manfaat atau mudarat.

Dalam konteks ini, Malaysia mempunyai kelebihan tersendiri. Sumber rare earth tempatan kebanyakannya wujud dalam bentuk tanah liat penjerapan ion (*ionic adsorption clay*), yang berbeza daripada bijih batuan keras di negara lain. Jenis sumber ini lazimnya mempunyai tahap radioaktiviti yang rendah dan boleh diproses menggunakan kaedah pelindihan (leaching) yang lebih selamat. Keadaan ini membuka peluang untuk pembangunan industri rare earth yang lebih selamat dan mesra alam jika diuruskan secara bertanggungjawab.

Seiring dengan itu, pelbagai teknologi pemprosesan hijau semakin giat dibangunkan pada peringkat global dan tempatan. Daripada penggunaan bahan kimia berimpak rendah dan kitar semula larutan proses, hinggalah kepada sistem rawatan sisa yang lebih ketat, pendekatan baharu terus diperkenalkan bagi mengurangkan kesan terhadap alam sekitar. Di universiti tempatan, khususnya di Pusat Kelestarian Mineral dan Teknologi Pemulihan Sumber (Pusat SMaRRT), Universiti Malaysia Pahang Al-Sultan Abdullah (UMPSA), penyelidikan selama lebih 10 tahun telah menghasilkan kaedah pemprosesan rare earth yang lebih selamat, lebih efisien dan lebih lestari. Antaranya

termasuk proses pelindihan berbantukan mikrobiologi yang membantu mengekalkan keseimbangan pH tanah, teknologi pengestrakan menggunakan sistem membran ionik dengan penggunaan bahan kimia yang minimum, serta pembangunan produk pemupukan tanah untuk menyokong kerja-kerja rehabilitasi kawasan terjejas.

Namun, isu rare earth bukan sekadar persoalan teknologi atau ekonomi. Ia adalah isu kenegaraan dan masa depan negara. Dalam dunia yang semakin kompetitif, penguasaan terhadap sumber strategik dan teknologi teras menentukan kedudukan sesebuah negara. Jika Malaysia hanya memilih untuk menjadi pengguna teknologi hijau tanpa menguasai rantaian nilainya, negara akan terus bergantung kepada pihak luar. Aspirasi untuk memacu kenderaan elektrik, memperluas tenaga boleh baharu dan membina ekonomi hijau akan kekal terbatas jika bahan asas dan teknologi sokongannya tidak dibangunkan secara tempatan. Sebaliknya, pembangunan industri rare earth yang bertanggungjawab mampu menjadi pemacu baharu ekonomi negara. Ia bukan sahaja mewujudkan peluang pekerjaan berkemahiran tinggi, malah memperkukuh ekosistem penyelidikan, inovasi dan industri tempatan. Lebih penting, ia membolehkan negara mengawal standard keselamatan, alam sekitar dan kebajikan komuniti secara lebih berkesan berbanding bergantung sepenuhnya kepada import.

Kesimpulan rencana ini adalah jelas. Usaha menuju dunia yang lebih hijau menuntut kefahaman menyeluruh terhadap keseluruhan rantaian teknologi yang menyokongnya. Walaupun *rare earth* bermula sebagai sumber semula jadi di bawah permukaan bumi, peranannya merangkumi hampir semua aspek kehidupan moden, daripada peranti komunikasi hinggalah kepada bateri kenderaan elektrik yang menjadi simbol peralihan kepada ekonomi rendah karbon. Teknologi hijau tidak dapat direalisasikan tanpa rare earth dan unsur ini hanya mampu memberikan manfaat sekiranya diekstrak dan diproses secara bertanggungjawab. Kesedaran inilah yang perlu dipupuk, bahawa pemanfaatan sumber bumi dan pembinaan masa depan hijau bukanlah dua matlamat yang bertentangan, sebaliknya dua tanggungjawab yang perlu digalas secara seimbang demi kemajuan negara.



Oleh: Dr. Nurul Ain Ismail
E-mel: nurulainis@umpsa.edu.my
Penulis adalah Pegawai Penyelidik, Pusat Kelestarian Mineral dan Teknologi Pemulihan Sumber (COE) Universiti Malaysia Pahang Al-Sultan Abdullah (UMPSA).
Rencana ini merupakan pandangan peribadi penulis dan tidak menggambarkan pendirian rasmi Universiti Malaysia Pahang Al-Sultan Abdullah (UMPSA).

- 103 views

View PDF