

Prinsip-Prinsip Asas Mendasari Penjelajahan Mineral

**Wan Fuad Wan Hassan
Universiti Kebangsaan Malaysia**

Pendahuluan

Untuk sekian lama dalam tamadun manusia, penjelajahan mineral menjadi suatu kegiatan yang amat menguntungkan. Di seluruh dunia terdapat syarikat-syarikat gergasi yang berusaha mencari longgokan bijih. Di negara kita pada suatu masa dahulu perlombongan bijih timah menjadi tulang belakang ekonomi, dan nama-nama seperti Conzinc Riotinto, Osborne & Chappel, Malaysian Mining Corporation amat terkenal dengan kegiatan menjelajah bijih. Bagaimanakah syarikat-syarikat ini menemui bijih?

Penjelajahan Mineral

Kerja-kerja mencari longgokan bijih atau dikenali dengan istilah penjelajahan mineral boleh dianalogikan dengan memburu. Yang berbeza ialah mangsanya kerana haiwan boleh bergerak manakala bijih kekeal setempat. Si pemburu akan mula-mulanya mencari kawasan yang sesuai untuk memburu. Dia akan mengenal pasti hutan dara yang manakah sering dilawati rusa dan pucuk atau daun muda yang manakah pula disukai rusa. Dalam hutan itu pula, tempat manakah rusa itu mungkin ditemui; adakah di tempat yang ada anak sungai, ada pucuk-pucuk muda, atau bagaimana. Kemudian itu si pemburu akan mengenal pasti senjata buruan yang manakah yang paling berkesan, sama ada untuk mengguna anak panah, perangkap, lembing atau senapang. Kalau senapang dipilih, mampukah dia membelinya.

Langkah-langkah yang diambil untuk memburu atau melokasikan longgokan bijih ialah penapisan serta pelupusan secara sistematis suatu rantau kawasan yang luas yang dianggap berpotensi kepada saiz yang cukup kecil sehinggakan akhirnya dapat kita “tangkap” longgokan bijih itu dengan mengguna gerudi. Kebiasaannya sesebuah syarikat menentukan

negara manakah yang berpotensi untuk dicari bijih timah atau petroleum. Penentuan ini pada peringkat awal dibuat berdasarkan maklumat geologinya. Misalnya, lembangan lautan Cina Selatan mempunyai geologi yang cukup sesuai dengan kewujudan petroleum, dan banjaran granit Titiwangsa Semenanjung Malaysia terbukti merupakan kawasan bijih timah. Banjaran Titiwangsa ini masih luas, beribu-ribu hektar, dan masih perlu dipilih lagi kawasan-kawasan yang berpotensi di dalamnya supaya kos kerja terperinci dapat dikurangkan. Pada peringkat ini, *survei* tinjauan boleh dilakukan, dengan mengguna kaedah-kaedah sama ada dari angkasa lepas iaitu penderiaan jauh, dari udara seperti fotografi udara, magnet udara, *survei* radio metri, dan sebagainya. Dari maklumat awal ini, sebahagian besar kawasan yang mempunyai potensi randah dapat dilupuskan dan kawasan yang tinggi potensinya diperincikan lagi. Pada peringkat seterusnya *survei* dilakukan dari bumi, sama ada dengan mengguna kaedah geofizik atau geokimia untuk mendapatkan anomali.

Penjelajahan Geokimia

Salah satu kaedah untuk menjelajah longgokan bijih ialah kaedah geokimia. Kaedah ini berasaskan kepada kefahaman bahawa setiap bahan kimia ini mempunyai sifat kimia yang tersendiri, bergantung kepada unsur yang terkandung dalam bahan itu. Jasad bijih terdiri daripada gumpalan mineral dan setiap mineral itu mempunyai sifat kimianya tersendiri. Selain daripada mengandungi mineral bijih, jasad itu juga mengandungi mineral sampingan lain seperti sulfida biasanya tidak stabil di permukaan bumi kerana mudah diluluhawa. Apabila terluluhawa, unsur-unsur kimia akan dibebaskan oleh mineral-mineral ini, mula-mula ke dalam tanah baki, kemudian diangkut ke sistem saluran sungai. Bayangkan bangkai gajah yang sedang mengalami pereputan; bangkai ini akan mengeluarkan bau yang boleh dihidu dari jauh, dan juga lelehan cecair yang dapat dikesan apabila kita sudah cukup dekat dengan bangkai itu walaupun tersembunyi. Dengan menganalisis sampel-sampel tanah, sedimen sungai atau air sungai itu kita boleh menjejaki anomali, iaitu nilai tertinggi setiap unsur yang berkaitan, langsung kita akan menemui jasad bijihnya.

Bijih primer dalam batuan pula mempunyai suatu gelongan sebaran unsur sekelilingnya yang dapat memudahkan pengesanan dengan cara geokimia. Dengan membuat

analisis geokimia terhadap batuan gelongan anomali yang menandakan kedudukan jasad bijih boleh ditemui.

Tumbuh-tumbuhan pula berupaya menyerap sejumlah unsur ke dalam sistem tisunya. Sekiranya tumbuh-tumbuhan itu terdapat di atas tanah yang mengandungi bijih tertentu, tisu tumbuh-tumbuhan itu mengandungi logam bijih pada tanap nilai anomali menandakan adanya jasad bijih di bawahnya. Kaedah ini, yang mengguna tumbuh-tumbuhan sebagai medium persampelan dikenali sebagai biogeokimia.

Penjelajahan Geofizik

Selain daripada kaedah geokimia, kaedah geofizik boleh juga diguna. Asas kaedah ini adalah setiap bahan selain daripada mempunyai sifat kimia juga mempunyai sifat fizik yang bitara, iaitu sifat-sifat graviti tentu, pengalir arus elektrik, elektromagnet, kemagnetan atau perintang perjalanan gelombang seismos. Berdasarkan sifat-sifat inilah kita boleh mengesan jasad-jasad bijih yang tersembunyi daripada pandangan mata, walaupun tertimbus puluhan malahan ratusan kaki dalam bumi. Dengan mengguna kaedah yang sama, takungan petroleum di perut lautan dapat dijelajahi manusia dan hasilnya dimanfaatkan tamadun moden. Pencapaian ini sungguh menakjubkan takungan petroleum itu bukan sekadar tertimbus kaki dalam bumi, malahan ditutupi pula oleh lapisan tebal air laut.

Kaedah magnet mengukur daya tarikan magnet. Sesetengah jasad bijih mengandungi mineral bermagnet, seperti magnetit, Fe_3O_4 , iaitu mineral besi. Bayangkan seketul besi kira-kira dua kilo beratnya tertimbus dalam pasir di halaman sebuah rumah dan kita ingin mencari besi itu. Apakah kita harus menggali seluruh pelusuk halaman itu? Cara yang lebih sesuai ialah kita mengguna alat pengesan logam dan selepas tempatnya kita temui barulah kita gali. Cara yang sama dilakukan untuk mengesan jasad bijih bermagnet, misalnya bijih besi. Alat mengukur daya tarikan magnet dikenali sebagai megnetometer. Dengan membuat rentisan dari suatu tempat yang jauh menuju ke arah jasad magnet, kita dapati daya tarikan makin meningkat, sehinggalah kita melepasi jasad itu. Lokasi di mana bacaan magnetometer itu maksimum menunjukkan anomali magnet, dan anomali ini menandakan lokasi jasad besi

itu. Pengukuran daya tarikan magnet ini boleh dibuat dari bumi, atau juga dari udara dengan mengguna kapal terbang. Kaedah ini amat sesuai bagi menjejaki jasad bijih bermagnet, seperti jasad bijih besi. Alat mengukur daya tarikan magnet dikenali sebagai magnetometer. Dengan membuat rentisan dari suatu tempat yang jauh menuju ke arah jasad magnet, kita dapati daya tarikan makin meningkat, sehinggalah kita melepasi jasad itu. Lokasi di mana bacaan magnetometer itu maksimum menunjukkan anomali magnet, dan anomali ini menandakan lokasi jasad besi itu. Pengukuran daya tarikan magnet ini boleh dibuat dari bumi, atau juga dari udara dengan mengguna kapal terbang. Kaedah ini amat sesuai bagi menjejaki jasad bijih bermagnet, seperti jasad bijih besi. Sesetengah jasad bijih bersifat pengalir elektrik. Jasad demikian dapat dijejaki dengan mengguna kaedah elektromagnet kerana gelombang elektromagnet yang mendekati jasad pengalir itu akan berubah bentuknya. Perubahan maksimum gelombang elektromagnet ini menghasilkan anomali elektromagnet dan menandakan lokasi jasad pengalir, iaitu jasad bijih yang dicari. Kaedah ini, yang dulunya direka oleh pihak tentera untuk menjejaki kapal selam di laut, berguna bagi mencari jasad bijih yang mengandungi banyak mineral sulfida, seperti longgokan sulfida masif.

Bagi jasad bijih yang tidak bermagnet atau bukan pengalir elektrik pula, bagaimana kita menjejaknya? Sekiranya jasad itu cukup besar dan mempunyai beza graviti tentu yang sesuai, maka kaedah graviti boleh diguna. Kaedah ini berasakan hukum graviti Newton, iaitu akan berlaku tarikan graviti antara dua jasad dan nilai tarikan ini bergantung kepada kebalikan jasad dan beza gravitinya. Kaedah ini cukup berguna untuk mengesan jasad-jasad batuan yang besar, misalnya untuk memeta sempadan antara dua formasi batuan. Dalam pejelajahan petroleum, kaedah ini berguna untuk mengesan struktur-struktur geologi yang besar, seperti palam garam, yang berkemungkinan menjadi perangkap petroleum.

Bagi menjejaki struktur-struktur dalam bumi, kaedah seismos didapati cukup berkesan. Kaedah ini mengukur kelajuan gelombang seismos yang berjalan menerusi batuan dalam bumi. Makin mampat sesuatu bahan, makin laju perjalanan gelombang, makin cepat gelombang itu sampai. Masa ketibaan ke sesuatu tempat gelombang itu diukur dan dirakam dengan mengguna sebuah seismograf. Lazimnya suatu siri geofon diguna untuk mengukur masa ketibaan gelombang mengikut jarak pada suatu garisan. Daripada pengukuran masa ketibaan gelombang-gelombang ini, dan dengan mengguna model-model tertentu, kita dapat

membuat tafsiran bahan-bahan bumi bagaimanakah yang telah ditempuhi. Seterusnya dapatlah kita memperolehi gambaran tentang struktur bumi yang ada. Biasanya petroleum dalam bumi tersimpan dalam perangkap iaitu struktur-struktur bumi seperti antiklin dan sesar . Apabila struktur-struktur perangkap petroleum dapat ditentukan dengan kaedah seismos ini, barulah dibuat penggerudian telaga minyak.

Menggerudi Jasad Bijih

Tahap terakhir dalam penjelajahan setelah kita betul-betul yakin dengan lokasi jasad bijih atau jasad petroleum ialah peringkat menggerudi. Alat menggerudi dapat menebuk perut bumi untuk mengambil sampel dari tempat yang dalam. Setelah digerudi, dan sampelnya diambil, barulah kita mengetahui ada tiada bijih yang dicari. Kenapa tidak kita mulakan kerja penjelajahan ini dengan menggerudi saja? Sebenarnya, pendekatan ini amat tepat kerana hasilnya tidak diragui lagi. Malangnya, kos menggerudi amatlah mahal. setiap minyak yang digali di lautan menelan belanja berjuta-juta dolar sedangkan hasil kandungannya belum tentu. Membuat penggerudian di daratan juga mahal, dan selalunya kaedah ini diguna sebagai acara penamat. Sebelum penggerudian dilakukan, kaedah-kaedah geofizik atau kaedah geokimia cukup sesuai dipertimbangkan penggunaannya memandangkan kosnya jauh lebih murah.

Kesimpulan

Kerja penjelajahan mencari gali bijih dan petroleum berasaskan prinsip-prinsip yang cukup mudah. Dengan bantuan teknologi, prinsip-prinsip mudah ini dapat digembleng untuk mencari bijih yang tersembunyi ratusan meter dalam bumi dan di dasar laut.