

## TINJAUAN TENTANG UNSUR TANAH JARANG

Oleh

**Sabtanto Joko Suprpto**

Bidang Program dan Kerja Sama - Pusat Sumber Daya Geologi

### SARI

Keterdapatannya unsur tanah jarang pada mineral-mineral seperti zirkon, monasit dan xenotim, di Indonesia sangat langka. Zirkon sebagai mineral ikutan dapat dijumpai pada endapan emas dan timah aluvial, sedangkan monasit dan xenotim terdapat sebagai mineral ikutan pada endapan timah aluvial. Keberadaan mineral mengandung unsur tanah jarang sebagai mineral ikutan, dalam proses penambangan dan pengolahan emas atau timah akan terbawa serta, sehingga mineral-mineral tersebut akan menjadi produk sampingan.

Penggunaan logam tanah jarang memicu berkembangnya teknologi material baru. Perkembangan material ini banyak diaplikasikan di dalam industri untuk meningkatkan kualitas produk. Posisi tanah jarang pada masa datang yang semakin strategis tersebut perlu diupayakan untuk dapat dikembangkan secara berkelanjutan mengingat Indonesia mempunyai sumber daya yang potensial untuk diusahakan.

### ABSTRACT

*The occurrence of rare earth elements which occur in minerals such as zircon, monazite and xenotime, in Indonesia are very scarce. Zircon as accessory mineral can be found in alluvial gold and tin deposits, while monazite and xenotime occur as accessory minerals in alluvial tin deposit. The existence of minerals containing that of rare earth elements as accessory minerals, in mining and processing of gold or tin will be carried away so that these minerals will be as by product.*

*Utilization of rare earth metals triggering off the development of technology of new materials. Many of these material development are applied in industry to intensity product quality. Position of the rare earth elements in the future which increasingly strategic needs to be attempted to be able to be developed continuously remembering that Indonesia has potensial resources to be endeavored.*

### PENDAHULUAN

Unsur tanah jarang sesuai namanya merupakan unsur yang sangat langka atau keterdapatannya sangat sedikit, di alam berupa senyawa kompleks, umumnya senyawa kompleks fosfat dan karbonat. Seiring dengan perkembangan teknologi pengolahan material, unsur tanah jarang semakin dibutuhkan, dan umumnya pada industri teknologi tinggi.

Di Indonesia mineral mengandung unsur tanah jarang terdapat sebagai mineral ikutan pada komoditas utama terutama emas dan timah aluvial yang mempunyai peluang untuk diusahakan sebagai produk sampingan yang dapat memberikan nilai tambah dari seluruh potensi bahan galian. Potensi endapan emas aluvial tersebut relatif melimpah dapat dijumpai tersebar di sebagian pulau-pulau besar di Indonesia. Sedangkan pada Jalur Timah Asia Tenggara yang mengandung sebagian besar sumber daya timah dunia melewati wilayah

Indonesia mulai dari Kepulauan Karimun, Singkep sampai Bangka dan Belitung merupakan potensi strategis yang dapat memberikan kontribusi besar kepada pembangunan nasional.

Penggunaan logam tanah jarang sangat luas dan erat kaitannya dengan produk industri teknologi tinggi, seperti industri komputer, telekomunikasi, nuklir, dan ruang angkasa. Di masa mendatang diperkirakan penggunaan tanah jarang akan meluas, terutama unsur tanah jarang tunggal, seperti neodimium, samarium, europium, gadolinium, dan yttrium.

Potensi besar yang dapat dihasilkan dari komoditas unsur/logam tanah jarang khususnya dalam jangka panjang dimana teknologi terus berkembang pesat, memerlukan ketersediaan bahan tersebut. Oleh karena itu pengelolaannya memerlukan berbagai pertimbangan yang tidak semata-mata keekonomian semata. Peluang jangka panjang dan untuk pemenuhan bahan industri teknologi tinggi yang akan

dikembangkan di Indonesia, maka produk sampingan berupa mineral-mineral mengandung logam/unsur tanah jarang tersebut dapat dialokasikan untuk pemenuhan kebutuhan nasional, yang disimpan untuk alternatif penggunaan pada masa yang akan datang pada industri strategis di dalam negeri.

**KARAKTERISTIK**

Unsur tanah jarang (UTJ) adalah nama yang diberikan kepada kelompok lantanida, yang merupakan logam transisi dari Grup 11B pada Tabel Periodik. Kelompok lantanida terdiri atas 15 unsur, yaitu mulai dari lantanum (nomor atom 57) hingga lutetium (nomor atom 71), serta termasuk tiga unsur tambahannya yaitu yttrium, thorium dan scandium (Tabel 1). Pemasukan yttrium, torium dan skandium ke dalam golongan unsur tanah jarang dengan pertimbangan kesamaan sifat. Unsur tanah jarang mempunyai sifat reaktif tinggi terhadap air dan oksigen, bentuk senyawa stabil dalam kondisi oksida, titik leleh relatif tinggi, serta sebagai bahan penghantar panas yang tinggi.

Table 1. Nama simbol Unsur Logam Tanah Jarang

| Simbol | Nama Unsur   | Simbol | Nama Unsur |
|--------|--------------|--------|------------|
| Y      | Yttrium      | Gd     | gadolinium |
| Sc     | Scandium     | Tb     | terbium    |
| La     | Lanthanum    | Dy     | dysprosium |
| Ce     | Cerium       | Ho     | holmium    |
| Pr     | Praseodymium | Er     | erbium     |
| Nd     | neodymium    | Tm     | thulium    |
| Pm     | promethium   | Yb     | ytterbium  |
| Sm     | Samarium     | Lu     | lutetium   |
| Eu     | Europium     | Th     | Thorium    |

Berdasarkan variasi radius ion dan susunan elektron, unsur tanah jarang diklasifikasikan ke dalam dua subkelompok, yaitu :

- Unsur tanah jarang ringan, atau subkelompok cerium yang meliputi lanthanum hingga europium
- Unsur tanah jarang berat, atau subkelompok yttrium yang meliputi gadolinium hingga lutetium dan yttrium.

Logam tanah jarang (LTJ) tidak ditemukan di bumi sebagai unsur bebas melainkan paduan

berbentuk senyawa kompleks. Sehingga untuk pemanfaatannya, logam tanah jarang harus dipisahkan terlebih dahulu dari senyawa kompleks tersebut.

Selama ini telah diketahui lebih dari 100 jenis mineral tanah jarang, dan 14 jenis di antaranya diketahui mempunyai kandungan total % oksida tanah jarang tinggi. Mineral tanah jarang tersebut dikelompokkan dalam mineral karbonat, fosfat, oksida, silikat, dan fluorida. Mineral logam tanah jarang bastnaesit, monasit, xenotim dan zirkon paling banyak dijumpai di alam.

- **Bastnaesit (CeFCO<sub>3</sub>).** Merupakan senyawa *fluoro-carbonate cerium* yang mengandung 60-70% oksida logam tanah jarang seperti lanthanum and neodymium. Mineral bastnaesit merupakan sumber logam tanah jarang yang utama di dunia. Bastnaesit ditemukan dalam batuan karbonatit, breksi dolomit, pegmatit dan skarn amfibol.



Gambar 1. Mineral kasiterit (SnO<sub>2</sub>) dan mineral ikutannya, contoh dari Pulau Bangka, Babel (difoto dari contoh koleksi KPP Konservasi).

- **Monasit ((Ce,La,Y,Th)PO<sub>3</sub>)** merupakan senyawa fosfat logam tanah jarang yang mengandung 50-70% oksida logam tanah jarang (LTJ). Monasit umumnya diambil dari konsentrat yang merupakan hasil pengolahan dari endapan pada timah aluvial bersama dengan zirkon dan xenotim (gambar 1). Monasit memiliki kandungan thorium yang cukup tinggi. Sehingga mineral tersebut memiliki sinar  $\alpha$  bersifat radioaktif. Thorium memancarkan radiasi tingkat rendah, dengan menggunakan selembur kertas saja, akan terhindar dari radiasi yang dipancarkan.
- **Xenotim (YPO<sub>4</sub>)** merupakan senyawa yttrium fosfat yang mengandung 54-65%

LTJ termasuk erbijum, cerium dan thorium. Xenotim juga mineral yang ditemukan dalam pasir mineral berat, serta dalam pegmatit dan batuan beku.

- **Zirkon**, merupakan senyawa zirkonium silikat yang didalamnya dapat terkandung thorium, yttrium dan cerium.

Dalam memperoleh mineral di atas, tidak bisa didapatkan dengan mudah, karena jumlah mineral tersebut sangat terbatas. Terlebih lagi, mineral tersebut tidak terpisah sendiri, tetapi tercampur dengan mineral lain. Unsur-unsur yang mendominasi dalam senyawa logam/unsur tanah jarang adalah lanthanum, cerium, dan neodimium. Sehingga mineral dengan penyusun unsur ini, ekonomis untuk diekstraksi. Pemanfaatan ketiga jenis UTJ ini sangat tinggi dibanding logam tanah jarang lainnya.

Logam Tanah Jarang bersifat tidak tergantikan. Hal ini disebabkan sifat Logam Tanah Jarang yang sangat khas, sehingga sampai saat ini, tidak ada material lain yang mampu menggantikannya. Jika ada, kemampuan yang dihasilkan tidak sebaik material logam tanah jarang. Sifat logam tanah jarang yang digunakan sebagai material berteknologi tinggi dan belum ada penggantinya, membuat logam tanah jarang menjadi material yang vital dan mempunyai potensi startegis (<http://id.wikipedia.org>).

## SEJARAH

Kelompok unsur logam tanah jarang pertama kali ditemukan pada tahun 1787 oleh seorang letnan angkatan bersenjata Swedia bernama Karl Axel Arrhenius, yang mengumpulkan mineral ytterbite dari tambang feldspar dan kuarsa di dekat Desa Ytterby, Swedia. Mineral tersebut berhasil dipisahkan oleh J. Gadoli pada tahun 1794.

Tahun 1804 Klaproth dan timnya menemukan ceria yang merupakan bentuk oksida dari cerium. Tahun 1828, Belzerius menemukan thoria dari mineral thorit. Tahun 1842 Mosander memisahkan senyawa bernama yttria menjadi tiga macam unsur melalui pengendapan fraksional menggunakan asam oksalat dan hidroksida, unsur-unsur tersebut yttria, terbia, dan erbia.

Pada tahun 1878 Boisbaudran menemukan samarium. Tahun 1885, Welsbach memisahkan praseodymium dan neodimium yang terdapat pada samarium. Boisbaudran tahun 1886 mendapatkan gadolinium dari mineral ytterbia yang diperoleh J.C.G de Marignac tahun 1880. Ytterbia yang diperoleh Marignac, pada tahun 1907 mampu dipisahkan oleh L de Boisbaudran

menjadi neoytterium dan lutecium. P.T. Cleve memisahkan tiga unsur dari erbia dan terbia yang dimiliki Marignac, diperoleh erbijum, holminium dan thalium, sementara L de Boisbaudran memperoleh unsur lain dinamai dysprosia (<http://minerals.usgs.gov>.)

## MULAJADI

Unsur tanah jarang tersebar luas dalam konsentrasi rendah (10 – 300 ppm) pada banyak formasi batuan. Kandungan unsur tanah jarang yang tinggi lebih banyak dijumpai pada batuan granitik dibandingkan dengan pada batuan basa. Konsentrasi unsur tanah jarang tinggi dijumpai pada batuan beku alkalin dan karbonatit.

Berdasarkan mulajadi, cebakan mineral tanah jarang dibagi dalam dua tipe, yaitu cebakan primer sebagai hasil proses magmatik dan hidrotermal (Gambar 2), serta cebakan sekunder tipe letakan sebagai hasil proses rombakan dan sedimentasi (Gambar 3 dan 6) dan cebakan tipe lateritik. Pembentukan mineral tanah jarang primer dalam batuan karbonatit menghasilkan mineral bastnaesit dan monasit (<http://minerals.usgs.gov>). Karbonatit sangat kaya kandungan unsur tanah jarang, dan merupakan batuan yang mengandung UTJ paling banyak dibanding batuan beku lainnya (Verdiansyah, 2006).



Gambar 2. Granit terpotong urat kuarsa, pembawa timah dan tanah jarang, Bukit Tumang, Singkep (Rohmana dkk, 2008).

Dalam berbagai batuan, mineral tanah jarang pada umumnya merupakan mineral ikutan (*accessory minerals*), bukan sebagai mineral utama pembentuk batuan. Pada zonasi pegmatit, unsur tanah jarang terdapat pada zona inti, yang terdiri dari kuarsa dan mineral tanah jarang.



Cebakan primer terutama berupa mineral bastnaesit, produksi terbesar dunia dari China yang merupakan produk sampingan dari tambang bijih besi. Cebakan yang lebih umum dikenal dan diusahakan adalah cebakan sekunder, sebagian besar berupa mineral monasit yang merupakan rombakan dari batuan asalnya serta telah diendapkan kembali sebagai endapan sungai, danau, delta, pantai, dan lepas pantai (Gambar 3 dan 6). (<http://minerals.usgs.gov>).

Batuan Granit pembawa oksida unsur tanah jarang, Sn, W, Be, Nb, Ta, dan Th terdiri dari Granit tipe S atau seri ilmenit (Gambar 2). Iklim tropis yang panas dan lembab menghasilkan pelapukan kimia yang kuat pada granit. Pelapukan ini menyebabkan alterasi mineral tertentu, seperti feldspar, yang berubah menjadi mineral lempung. Mineral-mineral lempung seperti kaolinit, montmorillonit dan illit, merupakan tempat kedudukan unsur tanah jarang tipe adsorpsi ion (Purawardi, 2001). Cebakan tanah jarang tipe adsorpsi ion lateritik hasil dari lapukan batuan granitik dan sienitik di wilayah beriklim tropis bagian selatan China merupakan penyumbang cadangan tanah jarang terbesar kedua di China (Haxel dkk, 2005).



Gambar 3. Endapan pasir mengandung kasierit dan mineral tanah jarang, Singkep (Rohmana dkk, 2008).

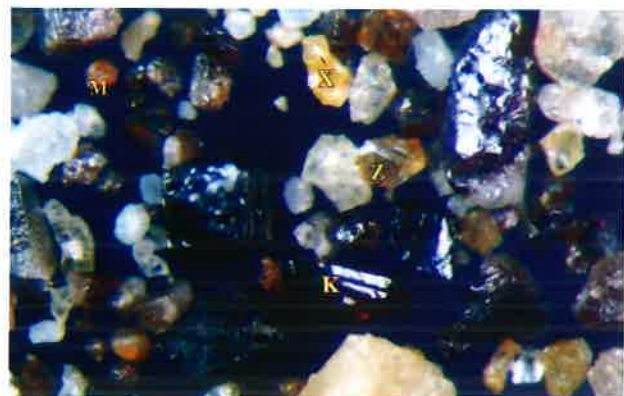
**SUMBER DAYA**

Sumber daya tanah jarang dunia terdapat dalam beberapa tipe cebakan. China sebagai penghasil tanah jarang terbesar di dunia (Tabel 2), mempunyai cebakan tanah jarang dalam bentuk cebakan primer berupa produk sampingan dari tambang bijih besi, dan sekunder berupa

endapan aluvial dan cebakan lateritik. Mineral tanah jarang di Indonesia dihasilkan sebagai mineral ikutan pada cebakan timah aluvial (Gambar 3, 4 dan 5) dan emas aluvial (Gambar 6, 7 dan 8). Selain itu sumber daya tanah jarang di Indonesia dijumpai juga bersama dengan cebakan uranium, seperti dijumpai di daerah Rirang Kalimantan Barat.

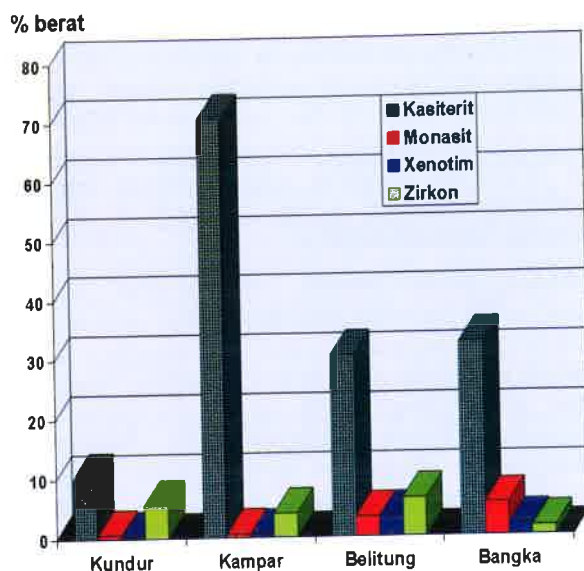
Mineral tanah jarang yang utama adalah bastnaesit, monasit, xenotim, zirkon, dan apatit. Cadangan terbesar dunia berada di China, diikuti kemudian oleh Amerika Serikat, Australia dan India. Unsur tanah jarang di China dan Amerika Serikat terdapat pada bastnaesit merupakan komponen sumber daya terbesar dunia, sementara sumber daya yang di Brasil, Malaysia, Sri Langka, India, Afrika Selatan dan Tailand berasal dari mineral monasit dalam bentuk cebakan sekunder (Rezende dan Cardoso, 2008).

Tambang Mountain Pass penghasil utama LTJ di Amerika Serikat, dapat mencukupi seluruh kebutuhan dalam negerinya pada tahun 1965 sampai dengan pertengahan 1980-an. Produksi LTJ di China sejak tahun 1985 meningkat tajam, dari sumber utama Tambang Bayan Obo. Cebakan Bayan Obo berupa cebakan besi-niobium-UTJ. Cebakan tersebut merupakan bentukan UTJ karbonatit dan oksida besi hidrotermal (Cu-Au-UTJ) sebagaimana dijumpai di Olympic Dam – Australia dan Kiruna – Swedia. Bijih di Bayan Obo mengandung 3 sampai 6% oksida tanah jarang dengan cadangan sekitar 40 juta ton. Cadangan besar UTJ di China yang kedua yaitu cebakan bijih adsorpsi ion lateritik yang merupakan lapukan batuan granitik dan sienitik di wilayah beriklim tropis bagian selatan China (Haxel dkk, 2005).



Gambar 4. Konsentrat endapan timah aluvial mengandung zirkon (Z), kasiterit (K), monazit (M) dan xenotim (X), Kampar, Riau, Rohmana dkk, 2006.





Gambar 5. Perbandingan % berat kelimpahan kasiterit dan mineral ikutan pada konsentrat pasir timah (data dari beberapa Tim KPP Konservasi)

Monasit terdapat pada batuan beku dan beberapa batuan lainnya, konsentrasi terbesar dalam bentuk endapan letakan, bersama dengan mineral berat lainnya, sebagai hasil aktivitas angin atau air. Sumber daya monasit seluruh dunia sekitar 12 juta ton, dua pertiganya merupakan endapan pasir mineral berat di pantai timur dan selatan India.

Thorium terdapat pada beberapa mineral, sebagian besar bersenyawa dengan unsur tanah jarang berupa mineral tanah jarang-thorium fosfat, seperti monasit, yang mengandung sampai dengan 12% oksida thorium atau rata-rata 6-7% (<http://www.world-nuclear.org>, 2008). Mineral tanah jarang mengandung thorium sebagian besar dihasilkan dari endapan letakan. Sumber daya thorium dunia lebih dari 500.000 ton terdapat pada tipe letakan, urat dan karbonatit. Cebakan tipe tersebar pada batuan beku alkalin, terdapat sumber daya lebih dari dua juta ton. Sumber daya thorium dalam jumlah besar berada di Australia, Brasil, Kanada, Greenland, India, Afrika Selatan dan Amerika Serikat (<http://usgs.gov>, 2008).



Gambar 6. Penambangan, pengolahan emas dan zirkon pada tailing tambang emas aluvial, Katingan, Kalsel (Djunaedi dkk, 2006)

Di Indonesia, mineral tanah jarang yang telah diusahakan terdapat di sepanjang jalur timah dan di Kalimantan. Mineral tanah jarang di Kalimantan Barat terdapat berasosiasi dengan cebakan uranium. Zirkon di Kalimantan sebagai mineral ikutan endapan emas aluvial. Pada jalur timah mineral tanah jarang umum dijumpai berupa monasit, xenotim dan zirkon, yang pada pengolahan secara gravitasi, magnetik dan elektrostatik akan terpisah sebagai produk sampingan dari pengolahan timah (Gambar 9).

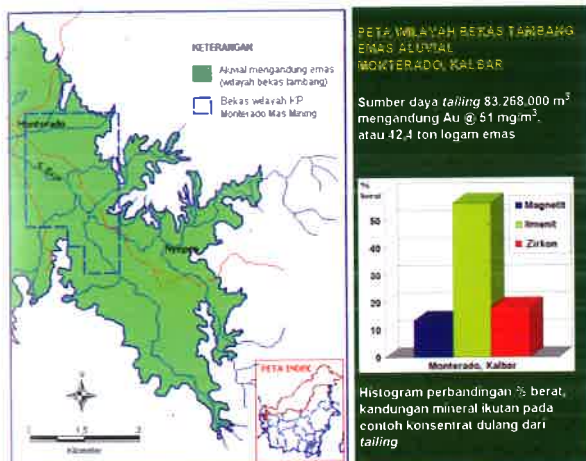
Pada neraca Pusat Sumber Daya Geologi, tahun 2007, tercatat sumber daya bijih monasit 185.992 ton. Potensi tersebut terdapat pada daerah-daerah penghasil timah utama meliputi Bangka, Belitung, Kundur dan Kampar. Sedangkan perkembangan akhir-akhir ini dengan kegiatan eksplorasi yang semakin intensif, temuan sumber daya monasit akan meningkat.

Selain terdapat sebagai mineral ikutan pada bijih timah dan emas aluvial, mineral tanah jarang terdapat juga bersama dengan bijih uranium. Bijih uranium di Rirang, Kalimantan Barat adalah tipe monasit yang diambil dari lembah Rirang Atas, Tengah dan Bawah. Kandungan unsur dalam bijih Rirang mempunyai nilai ekonomi cukup potensial yaitu uranium (U) 8528,75 ppm, unsur tanah jarang (UTJO<sub>3</sub>) 60,85 %, fosfat

( $PO_4$ ) 32,84 % dan thorium (Th) 861,5 ppm (Erni dkk., 2004).



Gambar 7. Emas dan zirkon, perbesaran ± 30x, Katingan, Kalsel (Rohmana, dkk, 2006)



Gambar 8. Peta wilayah bekas tambang emas (sumber data Gunradi dkk, 2005)

Hasil penelitian cebakan uranium di Rirang oleh Suharji dkk 2006, diperoleh sumber daya uranium sebesar 178,43 ton  $U_3O_8$  dan 5.964,61 ton UTJ dengan kategori sumber daya teruka sampai terukur. Keberadaan mineralisasi berupa urat mengisi skistositas berarah ENE-WSW terdapat pada batuan selang seling metalanau dan metapelite dalam zona berarah NNE-SSW. Mineralisasi di Rirang dijumpai berupa bongkah, namun secara umum pada batuan (batuan lapuk) masih dijumpai anomali radioaktivitas yang cukup tinggi. Dalam estimasi sumber daya U dan UTJ dilakukan pengelompokan yaitu pada bijih mengandung U dan UTJ, dan batuan (lapuk) mengandung U tanpa UTJ. Dari hasil estimasi didapat sumber daya sebesar 80,7973 ton  $U_3O_8$  dan 3.420,0569 ton UTJ terdiri dari sumber daya terukur sebesar 20,2006 ton  $U_3O_8$  dan 855,2639 ton UTJ, sumber daya

terindikasi sebesar 60,5967 ton  $U_3O_8$  dan 2.564,7930 ton UTJ.

Penelitian UTJ pada endapan lepas pantai di daerah jalur timah dilakukan Puslitbang Geologi Kelautan Bandung. Berdasarkan hasil analisis terhadap 7 conto sedimen permukaan dasar laut di Perairan Pantai Gundi, Bangka Barat, dengan menggunakan metode *Inductively Coupled Plasma (ICP)* diketahui adanya peninggian kandungan unsur Niobium (Nb) dan unsur Tantalum (Ta). Di daerah yang diselidiki terdapat asosiasi mineral kolumbit-tantalit  $(Fe,Mn)Nb_2O_6$ - $(Fe,Mn)Ta_2O_6$  dan pyrochlore  $(Na, Ca, Ce)_2Nb_2O_6F$ . Asosiasi antara unsur niobium dan tantalum merupakan salah satu penciri batuan pegmatis (Aryanto, dkk, 2008).

Hasil penelitian di Kuala Kampar Riau yang juga dilakukan oleh Puslitbang Geologi Kelautan, Bandung didapatkan peninggian harga tantalum, zirkonium, neobium dan yttrium. Kandungan zirkonium lebih dari 90 ppm terdapat dalam 6 lokasi dengan kandungan terbesar 130ppm, yttrium dengan kandungan > 20 ppm terdapat 8 lokasi contoh dengan kandungan terbesar 39,3 ppm. Kandungan neobium lebih dari 10 ppm terdapat dalam 12 lokasi dengan kandungan yang paling tinggi sebesar 15,3 ppm, kandungan tantalum lebih dari 10 ppm terdapat pada 8 lokasi (Gambar 11.B). Unsur-unsur zirkonium, yttrium, neobium dan tantalum terdapat dalam sedimen permukaan dasar laut berupa pasir, pasir lanauan, lanau pasiran, lanau, dan lumpur pasiran (Setiady dkk, 2008).

Kandungan unsur tanah jarang yang relatif tinggi pada endapan di perairan Kuala Kampar tersebut kemungkinan berkaitan dengan keberadaan cebakan timah di Daratan Sumatera yaitu di daerah sekitar Kampar dan Bangkinang, dimana dihasilkan mineral kasiterit sebagai produk utama penambangan timah dengan mineral ikutan di antaranya monasit, xenotim, dan zirkon (Gambar 5). Pada peta sebaran unsur Sn dalam contoh endapan sungai fraksi - 80 mesh Pulau Sumatera (Gambar 11.A) menggambarkan juga pola peninggian unsur Sn yang meluas dari daerah sekitar Kampar dan Bangkinang menerus ke arah pantai timur Sumatera.

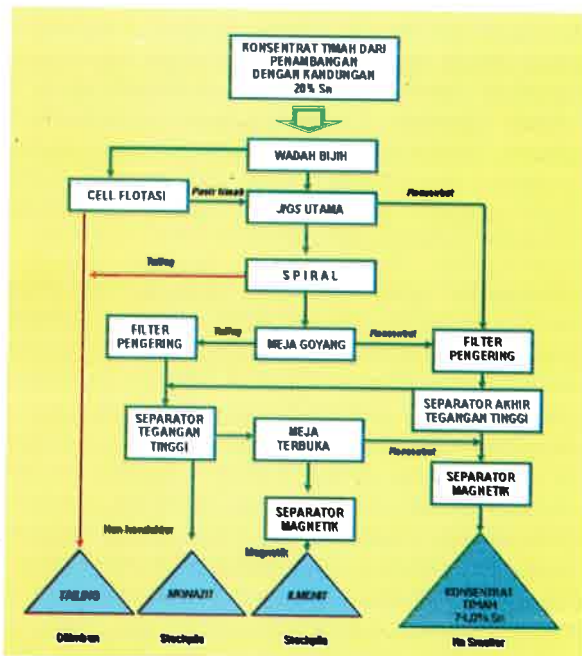
### PENAMBANGAN DAN PENGOLAHAN

Tambang yang menghasilkan mineral tanah jarang, selama ini dilakukan dengan cara tambang terbuka. Mineral tanah jarang ditambang secara *open pit* untuk cebakan primer (bastnaesit), sedangkan tambang semprot dan kapal keruk (*dredging*) untuk cebakan aluvial (monasit, zirkon dan xenotim). Pada umumnya



mineral-mineral tersebut merupakan produk sampingan.

- **Bastnaesit** merupakan sumber utama UTJ-ringan sebagai produk utama di Tambang Mountain Pass, Amerika Serikat. Operasi penambangan, pengolahan, dan pemurnian mineral ini telah berlangsung sejak 40 tahun yang lalu. Dalam lima tahun terakhir kapasitas produksi tambang telah mencapai 10 – 18 ribu ton oksida tanah jarang per tahun. Di Bayan Obo, bastnaesit diperoleh sebagai produk sampingan dari tambang bijih besi. Bijih bastnaesit di Bayan Obo mengandung 3 – 6% oksida tanah jarang, sedangkan di Mountain Pass 7 – 10% oksida tanah jarang. Dengan proses pengolahan mineral, terutama flotasi, diperoleh konsentrat bastnaesit dengan kadar 60% oksida tanah jarang, dengan proses pelindihan kadar dapat ditingkatkan menjadi 70% oksida tanah jarang, dan dengan kombinasi antara pelindihan dan kalsinasi kadar oksida tanah jarang dapat mencapai 85%.



Gambar 9. Bagan alir proses pencucian dan pemurnian pasir timah (modifikasi dari Herman dkk, 2005)

- **Monasit** yang juga merupakan sumber utama UTJ-ringan, diperoleh sebagai produk sampingan dari penambangan dan pengolahan mineral berat, seperti ilmenit, rutil, dan zirkon (Australia, Brazilia, Cina, dan India); serta kasiterit, ilmenit, dan zirkon (Malaysia, Thailand, dan Indonesia).

Konsentrat monasit terutama diperoleh dengan proses pengolahan mineral secara konsentrasi gravitasi, elektrostatik, dan magnetik. Sebagian besar konsentrat monasit yang umumnya berasal dari proses pengolahan mineral berat tersebut mempunyai kadar oksida tanah jarang 55 – 65%. Di daerah Bangka Tengah, monasit diperoleh dari pemisahan pasir timah dengan meja goyang (Gambar 10).

- **Xenotim** umumnya diperoleh sebagai produk sampingan dari penambangan dan pengolahan mineral berat, seperti kasiterit, ilmenit, zirkon, dan monasit di Asia Tenggara; serta penambangan dan pengolahan (pelindihan) bijih uranium di Kanada. Xenotim merupakan sumber utama UTJ-berat, khususnya yttrium. Di Malaysia dan Thailand, konsentrat xenotim mempunyai kadar 60% Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
- **Zirkon** di Indonesia dihasilkan dari penambangan dan pengolahan kembali tailing tambang emas aluvial, terutama pada wilayah bekas tambang rakyat, yang umumnya tailing masih terpapar di permukaan. Zirkon juga merupakan produk sampingan dari tambang timah aluvial.

Proses pemurnian bertujuan untuk memperoleh tanah jarang-garam yang salah satu atau lebih unsur telah dipisahkan, serta UTJ tunggal baik dalam bentuk tanah jarang-oksida maupun tanah jarang-metal. Sebelum teknologi pengolahan modern berkembang, ekstraksi unsur tanah jarang tunggal sangat sulit dilakukan. Akan tetapi saat ini tidak hanya konsentrat mineral tanah jarang dan garam tanah jarang yang dapat dijumpai di pasaran dunia. Namun dapat dijumpai pula unsur tanah jarang tunggal, dalam bentuk metal dan oksida. (<http://id.wikipedia.org>).



Gambar 10. Pemisahan pasir timah dan mineral ikutannya menggunakan meja goyang kondisi kering, Koba, Bangka Tengah

### PENGUNAAN

Logam tanah jarang sudah banyak digunakan di berbagai macam produk (Tabel 3). Penggunaan logam tanah jarang ini memicu berkembangnya material baru. Material baru dengan menggunakan Logam Tanah Jarang memberikan perkembangan teknologi yang cukup signifikan dalam ilmu material. Perkembangan material ini banyak diaplikasikan di dalam industri untuk meningkatkan kualitas produk. Contoh perkembangan, yaitu yang terjadi pada magnet. Logam Tanah Jarang mampu menghasilkan neomagnet, yaitu magnet yang memiliki medan magnet yang lebih baik dari pada magnet biasa. Sehingga memungkinkan munculnya perkembangan teknologi berupa penurunan berat dan volume *speaker* yang ada, memungkinkan munculnya dinamo yang lebih kuat sehingga mampu menggerakkan mobil. Dengan adanya logam tanah jarang, memungkinkan munculnya mobil bertenaga listrik yang dapat digunakan untuk perjalanan jauh. Oleh karenanya mobil *hybrid* mulai marak dikembangkan.

Penggunaan UTJ yang lain lagi sangat bervariasi yaitu pada energi nuklir, kimia, katalis, elektronik, dan optik. Pemanfaatan UTJ untuk yang sederhana seperti lampu, pelapis gelas, untuk teknologi tinggi seperti fosfor, laser, magnet, baterai, dan teknologi masa depan seperti superkonduktor, pengangkut hidrogen (Haxel dkk, 2005). Zirkonium dapat menggantikan paduan magnesium-thorium pada pesawat ruang angkasa (<http://usgs.gov>)

Dalam industri metalurgi, penambahan logam tanah jarang juga digunakan untuk pembuatan Baja High Strength, low alloy (HSLA), baja

karbon tinggi, *superalloy*, dan *stainless steel*. Hal ini karena logam tanah jarang memiliki sifat dapat meningkatkan kemampuan material berupa kekuatan, kekerasan dan peningkatan ketahanan terhadap panas. Sebagai contoh pada penambahan logam tanah jarang dalam bentuk aditif atau *alloy* pada paduan magnesium dan aluminium, maka kekuatan dan kekerasan paduan tersebut akan meningkat.

Tanah jarang dapat juga dimanfaatkan untuk katalis sebagai pengaktif, campuran khlorida seperti halnya lanthanum, sedangkan neodimium dan praseodymium digunakan untuk katalis pemurnian minyak dengan konsentrasi antara 1% - 5%. Campuran khlorida logam tanah jarang ini ditambahkan dalam katalis zeolit untuk menaikkan efisiensi perubahan minyak mentah (*crude oil*) menjadi bahan-bahan hasil dari pengolahan minyak. Diperkirakan pemakaian logam tanah jarang untuk katalis pada industri perminyakan akan lebih meningkat lagi di masa mendatang (Aryanto dkk., 2008).

Pemanfaatan logam tanah jarang yang lain berupa korek gas otomatis, lampu keamanan di pertambangan, perhiasan, cat, dan lem. Untuk instalasi nuklir, logam tanah jarang digunakan pada detektor nuklir, dan *rod* kontrol nuklir. Yttrium dapat digunakan sebagai bahan keramik berwarna, sensor oksigen, lapisan pelindung karat dan panas.

China merupakan produsen utama logam tanah jarang di dunia. Tahun 2005 mampu memproduksi 43.000.000 ton. Kapasitas produksi ini merupakan 50% dari produksi logam tanah jarang dunia. Selanjutnya, dengan produksi logam tanah jarang yang besar tersebut, China mampu mendorong pertumbuhan teknologi industrinya. Kemudian mulai mendirikan industri elektronik nasional yang dapat bersaing dengan industri elektronik luar dengan kemampuannya menggunakan material logam tanah jarang. Saat ini China tidak hanya menguasai pasar barang elektronik seperti komponen komputer, televisi, monitor dan handycam, tetapi hampir semua jenis produk industri dengan harga yang sangat kompetitif, seperti industri baja, otomotif dan manufaktur lainnya ([id.wikipedia.com](http://id.wikipedia.com))

Kebutuhan Amerika akan tanah jarang tidak tercukupi oleh produksi dalam negerinya, sehingga masih memerlukan juga impor, dimana penggunaan logam tanah jarang meningkat pada komponen untuk pertahanan seperti mesin jet pesawat tempur dan pesawat terbang komersial, sistem senjata rudal, elektronik, pendeteksi bawah laut, pertahanan antirudal,



alat pelacak, pembangkit energi pada satelit, dan komunikasi.

Penggunaan unsur tanah jarang di Amerika untuk kepentingan katalis pada otomotif 25%, katalis pada pemurnian minyak 22%, untuk imbuhan dan paduan industri metalurgi 20%, pelapis gelas dan keramik 11%, fospor-tanah jarang untuk lampu, televisi, monitor computer, radar dan film untuk X-ray 10%, magnet 3%, laser untuk medis 3%, dan lain-lain 6% (<http://usgs.gov>, 2008).

Penggunaan mineral tanah jarang semakin selektif, hal ini terkait dengan aspek lingkungan. Seperti monasit yang mengandung thorium, meskipun sifat radioaktif thorium rendah, akan tetapi dengan disertai turunannya berupa radium yang mempunyai sifat radioaktif lebih tinggi, dan akan terakumulasi selama proses pengolahan, maka dengan pertimbangan aspek lingkungan, penggunaan monasit lebih terbatas dan lebih diutamakan yang mengandung thorium rendah, seperti bastnaesit (Haxel, 2005)

## PEMBAHASAN

Indonesia yang pada saat ini merupakan eksportir timah terbesar dunia, mempunyai potensi mineral tanah jarang yang besar juga. Mineral tanah jarang sebagai produk sampingan dari penambangan dan pengolahan timah mempunyai peluang untuk dikembangkan. Potensi mineral tanah jarang tidak hanya dijumpai di sepanjang jalur timah, akan tetapi juga melimpah sebagai mineral ikutan terdapat pada endapan emas aluvial terutama di Kalimantan. Selain itu mineral tanah jarang juga dijumpai dalam jumlah signifikan berasosiasi dengan cebakan uranium di Kalimantan.

Kemungkinan keterdapat mineral tanah jarang sebagai mineral ikutan pada cebakan bijih besi primer yang banyak dijumpai di sepanjang jalur timah seperti di Belitung, Bangka, Singkep, dan Lingga perlu diungkap, agar bijih besi yang selama ini diekspor telah memperhitungkan kandungan mineral ikutannya. Demikian juga prospek unsur tanah jarang tipe adsorpsi ion lateritik pada kompleks granitoid di sepanjang jalur timah, hanya sebatas indikasi sebagaimana yang ditemukan di daerah Tanjung Pandan, Belitung hasil penyelidikan Direktorat Sumberdaya Mineral (1996), sehingga data potensi cebakan UTJ tipe tersebut masih sangat minim.

Pemanfaatan tanah jarang sudah sangat beragam di dunia industri. Dari berbagai macam pemanfaatan logam tanah jarang, dapat disimpulkan bahwa material ini merupakan

material masa depan. Mengingat bahwa material tersebut menjadi pemicu lahirnya teknologi baru yang masih akan terus berkembang seperti LCD, magnet, dan baterai hybrid. Hal ini mengakibatkan permintaan logam tanah jarang yang akan terus meningkat. Industri logam tanah jarang menjadi sebuah industri yang menjanjikan yang akan berpotensi terus berkembang di masa depan.

Potensi besar dari logam tanah jarang tersebut akan sangat menguntungkan jika Indonesia turut serta untuk mengembangkannya. Terlebih lagi pasir mineral tanah jarang sebagai sumber logam tanah jarang, sebagian hanya dijadikan sebagai sampah buangan tambang timah, atau pemanfaatan pasir darat dan laut untuk bahan urug dari daerah jalur timah yang belum memperhitungkan kandungan mineral tanah jarang.

Pemanfaatan logam tanah jarang akan mampu membuka Indonesia terhadap penguasaan dan pengembangan teknologi, terutama teknologi elektronik. Peningkatan kualitas industri metalurgi di Indonesia, dan banyak manfaat yang dapat diperoleh Indonesia dari pengolahan logam tanah jarang terutama meningkatkan perkembangan industri.

## KESIMPULAN

Tanah jarang sebagai komoditas yang berkaitan dengan teknologi tinggi mempunyai prospek di masa depan yang baik untuk dikembangkan. Mineral-mineral tanah jarang di Indonesia telah dihasilkan sebagai produk sampingan dari penambangan dan pengolahan emas aluvial dan timah aluvial. Produk sampingan sebagai komoditas yang dihasilkan dari perusahaan komoditas utamanya, meskipun belum mempunyai nilai ekonomi yang signifikan pada saat ini, namun prospek di masa depan yang akan menunjang pengembangan teknologi tinggi dan teknologi alternatif perlu untuk ditangani dengan baik. Apabila belum dijual perlu disimpan dan ditangani agar ketika nantinya dimanfaatkan dapat diambil kembali dengan mudah dan tidak menjadi turun nilai ekonomi, serta kualitas dan kuantitasnya.

Mineral basnaesit yang cenderung berasosiasi dengan cebakan bijih besi primer dan cebakan tipe skarn pada lingkungan metalogenik timah, maka pada penambangan atau cebakan bijih besi sebagaimana dijumpai di sepanjang jalur timah seperti di Belitung, Singkep, dan Lingga perlu dilakukan penelitian intensif terhadap kandungan mineral tanah jarang tersebut yang berpeluang untuk menjadi produk sampingan atau bahkan komoditas utama yang bisa

diusahakan. Demikian juga tipe adsorpsi ion lateritik pada batuan granitik dan sienit yang indikasinya telah ditemukan di daerah Pulau Belitung.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih disampaikan kepada rekan-rekan di Kelompok Program Penelitian Konservasi, dan dewan redaksi Buletin Sumber Daya Geologi atas kerjasamanya.

ACUAN

....., 2008. *Neraca Sumber Daya Mineral Tahun 2007*. Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung

Ahmad, T., Edi, S., Afan, T., 1996. Laporan Eksplorasi Logam Langka di Daerah Tikus dan Badaw, Kabupaten Belitung, Direktorat Sumberdaya Mineral, Bandung.

Aryanto, N.C.J., Widodo, Raharjo, P., 2008. *Keterkaitan Unsur Tanah Jarang Thd Mineral Berat Ilmenit dan Rutil Perairan Pantai Gundi, Bangka*. Puslitbang Geologi Kelautan, Bandung

Djunaedi, E.K., dan Putra, C., 2006. *Inventarisasi Potensi Bahan Galian pada Wilayah PETI, di Daerah Kamipang, Kabupaten Katingan, Provinsi Kalimantan Tengah*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung

Erni, R.A., Susilaningtyas, Hafni, L.N., Sumarni, Widowati, dan Rusydi, 2004. *Penentuan Kondisi Dekomposisi Optimal Bijih Uranium Rirang Kalan*, Pusat Pengembangan Geologi Nuklir-BATAN

Haxel, G.B., Hedrick, J.B., and., Orris G.J, 2005. *Rare Earth Elements—Critical Resources for High Technology*, US Geological Survey

Herman, D.Z., Suhandi, Fujiyono, H., dan Putra, C., 2005. *Pemantauan dan Evaluasi Konservasi di Kabupaten Bangka Tengah, Provinsi Bangka Belitung*, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung

Hutamadi, R., Suherman, W., Pertamina, Y., 2007. *Inventarisasi Potensi Bahan Galian Pada Wilayah Bekas Tambang, Daerah Karimun, Kepulauan Riau*. Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.

Gunradi, R., dan Djunaedi, E.K., 2003. *Evaluasi Potensi Bahan Galian pada Bekas Tambang dan Wilayah PETI di Daerah Monterado, Kabupaten Bengkayang, Provinsi Kalimantan Barat*, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung

Purawiardi, R., 2001. *Endapan Unsur-unsur Tanah Jarang dan Batuan Granit*. Majalah Metalurgi Volume 16 Nomor 1, Juni 2001, LIPI, Serpong

Rezende, M.M., dan Cardoso, V.R.S., 2008. *Rare Earth*. Brasil. <http://www.dnpm.gov.br>.

Rohmana dan Gunradi, R., 2006. *Inventarisasi Bahan Galian Pada Wilayah PETI, Daerah Kotarawaringin Barat, Kalimantan Tengah*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung

Rohmana dan Tain, Z., 2006. *Inventarisasi Bahan Galian pada Wilayah PETI Daerah Kampar, Provinsi Riau*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung

Setiady D., Sianipar, A., Rahardiawan, R., Adam, Y., dan Sunartono., 2008. *Kandungan Unsur Tanah Jarang Sedimen Permukaan Dasar Laut*, Puslitbang Geologi Kelautan, Bandung

Suharji, Ngadenin, Wagiyanto, dan Sumama, 2006. *Peningkatan Kualitas Estimasi Cadangan Uranium dan Unsur Tanah Jarang Sebagai Asosiasinya di Sektor Rirang Hulu, Kalimantan Barat*, PPGN-BATAN, Jakarta

Suprpto, S.J., 2008. *Geokimia Regional Sumatera: Conto Endapan Sungai Aktif Fraksi -80 Mesh*. Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.

Verdiansyah, O., 2006. *Karbonatit: Petrologi dan Geologi Ekonomi*. UGM. Jogjakarta

Widhiyatna, D., Pohan, M.P., Putra, C., 2006. *Inventarisasi Bahan Galian Pada Wilayah Bekas Tambang, di Daerah Belitung, Bangka-Belitung*. Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung



<http://usgs.gov>.2008

<http://minerals.usgs.gov>.

[http://id.wikipedia.org/wiki/Logam\\_tanah\\_jarang](http://id.wikipedia.org/wiki/Logam_tanah_jarang)

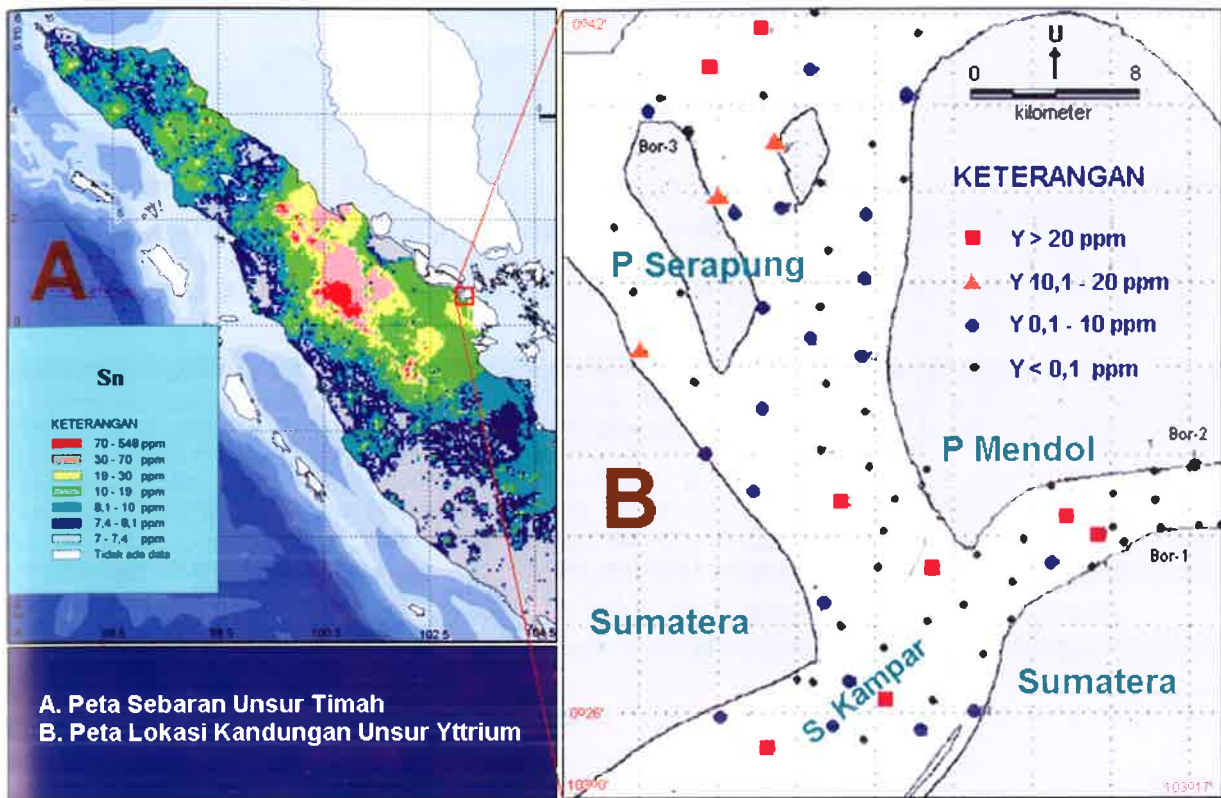
<http://www.world-nuclear.org/info/inf62.html>.Thorium.

Tabel 2. Cadangan dan produksi logam tanah jarang dunia (Rezende dan Cardoso, 2008)

| Keterangan      | Cadangan (10 <sup>3</sup> t) | Produksi (t) |         |
|-----------------|------------------------------|--------------|---------|
|                 |                              | 2005         | 2006    |
| Negara          | 2006                         | 2005         | 2006    |
| Brazil          | 44                           | 958          | 958     |
| Australia       | 5.800                        | -            | -       |
| Rusia           | 21.000                       | ...          | ...     |
| China           | 89.000                       | 119.000      | 120.000 |
| Amerika Serikat | 14.000                       | -            | -       |
| India           | 1.300                        | 2.700        | 2.700   |
| Malaysia        | 35                           | 750          | 200     |
| Lain-lain       | 22.956                       | ...          | ...     |
| Total           | 154.135                      | 123.408      | 123.858 |

Tabel 3. Konsumsi dunia logam tanah jarang untuk industri tahun 2005 (<http://id.wikipedia.org>)

| Aplikasi                 | Unsur Tanah Jarang            | Permintaan LTJ (ton) | Pemakaian Logam Tanah Jarang  |
|--------------------------|-------------------------------|----------------------|---|
| Magnet                   | Nd, Pr, Dy, Tb, Sm            | 17.170               | Motor listrik pada mobil hybrid<br>Power steering elektrik<br>Air conditioners<br>Generator<br>Hard Disk Drives |
| Baterai NiMH             | La, Ce, Pr, Nd                | 7.200                | Baterai Mobil Hybrid<br>Baterai Rechargeable  |
| Auto Catalysis           | Ce, La, Nd                    | 5.830                | Gasoline and hybrids<br>Diesel fuel additive<br>Untuk peningkatan standar emisi otomotif global                 |
| Fluid Cracking Catalysis | La, Ce, Pr, Nd                | 15.400               | Produksi minyak<br>Peningkatan kegunaan minyak mentah   |
| Phosphors                | Eu, Y, Tb, La, Dy, Ce, Pr, Gd | 4.007                | LCD TV dan monitor<br>Plasma TV<br>Energy efficient compact fluorescent lights                                  |
| Polishing Powders        | Ce, La, Pr, mixed             | 15.150               | LCD TV dan monitor<br>Plasma TV dan display<br>Silicon wafers and chips   |
| Glass additives          | Ce, La, Nd, Er, Gd, Yb        | 13.590               | Kaca optik untuk kamera digital<br>Bahan fiber optik  |



Gambar 11. A. Peta sebaran unsur Sn (Suprpto, 2008), dan B. Peta lokasi kandungan unsur yttrium di perairan dan pantai Kuala Kampar, Riau (modifikasi dari Setiady dkk, 2008)