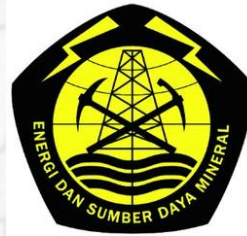




UNIVERSITAS
GADJAH MADA



DIREKTORAT JENDERAL MINERAL DAN BATUBARA
DIREKTORAT PEMBINAAN PROGRAM MINERAL DAN BATUBARA



BRIN
BADAN RISET
DAN INOVASI NASIONAL

Mineral Kritis dan Mineral Strategis di Indonesia: *Alur Pikir, Definisi, Kriteria dan Potensi Geologi*

Arifudin Idrus

Sekretaris Jenderal Masyarakat Geologi Ekonomi Indonesia (MGEI)

Departemen Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada

Tim Penyusun NA Mineral Kritis Indonesia, Ditjen Minerba



Webinar MAGETI-ITS-IAGI-MGEI, 22 Oktober 2022



Educational Background(s):

- 1990-1995: B.Eng in Geological Engineering UNHAS (cum laude)
- 1996-1998: M.Eng in Mining Engineering ITB (cum laude)
- 2001-2005: Dr.rer nat. in Mineralogy and Economic Geology, RWTH Aachen University, Germany (magna cumlaude)
- 2018 : Engineer/Ir (UGM) & Executive Professional Engineer/IPU (PII) (cumlaude)

Work Experience(s):

- 1998 – Present: Associate Professor in Economic Geology, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- 2008 - Present: Senior Guest Lecturer at Master of Mining Engineering, UPNVY
- 2010 – Present: AMDAL Instructor at PSLH UGM

Publication Index:

- Scopus H-index: 7; WoS = 6
- Google Scholar H-Index: 10
- ResearchGate Index: 27.59

Affiliation/Organization:

- IAGI; PERHAPI, PII Members
- General Secretary of MGEI (Masyarakat Geologi Ekonomi Indonesia)
- Elected Council Member SGA (Society of Geology Applied for Mineral Deposits)

Current Research Collaboration:

- StratOre Project with Freiberg University, Germany
- Trenggalek Project with Akita University, Japan
- Borneo Metallogeny Project with Univ Brunei Darussalam
- Chromite & PGM Project with Leoben University, Austria

Books:

- Emas Orogenik (Badan Geologi, 2020)
- Panduan Praktikum GSDM (UGM Press, 2021)
- Endapan Emas Epitermal (Graha Ilmu, 2022)

Professionals:

- Senior Advisor of PT. Erde Ressourcen
- Used to be Geology Advisor Indomuro Kencana; Senior Exploration Technical Advisor of KPC Group
- By Project Consultant for Several Companies and Governmental Agencies

Current research Interests:

- Geology of various ore deposits, their ore geochemistry, mineral chemistry and ore forming fluids
- Geometallurgy and TCR's recovery, and mineral exploration

- Sustainable Development Goal's (SDGs2030) :
 - menjaga peningkatan kesejahteraan ekonomi masyarakat secara berkesinambungan,
 - menjaga keberlanjutan kehidupan sosial masyarakat,
 - menjaga kualitas lingkungan hidup serta pembangunan yang inklusif, dan
 - terlaksananya tata kelola yang mampu menjaga peningkatan kualitas kehidupan dari satu generasi ke generasi berikutnya.
- selaras dengan target Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) tahun 2020-2024.
- *Net Zero Emission* → transisi energi → industrialisasi dan inovasi teknologi → industri **tumbuh & berkelanjutan**.
- Bahan mentah yang vital terdapat dalam jumlah yang tidak banyak → **kelangkaan** akan memberikan **risiko pasokan**.
- Beberapa negara/kawasan sudah menyusun kelompok material/mineral/unsur tersebut sebagai **mineral kritis** (*critical raw materials/critical minerals/critical metals*).



DIREKTORAT JENDERAL MINERAL DAN BATUBARA
DIREKTORAT PEMBINAAN PROGRAM MINERAL DAN BATUBARA



BRIN
BADAN RISET
DAN INOVASI NASIONAL



Critical
Minerals

Nomor : B-762/MB.03/DBP.P3/2021
Sifat : Segera
Lampiran : - Berkas
Perihal : Tim Penyusun Naskah Akademik Kriteria Mineral Kritis Indonesia

Yang terhormat,

1. Kepala Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara, dan Panas Bumi;
2. Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara;
3. Dr. Arifudin Idrus, ST, MT, IPU.

Menindaklanjuti hasil pembahasan kriteria dan pengelompokan mineral kritis Indonesia yang telah disampaikan kepada Direktur Jenderal Mineral dan Batubara dengan melalui nota dinas nomor 919/MB.03/DBP.P3/2021 pada tanggal 6 Desember 2021, untuk mendukung hasil pembahasan tersebut diperlukan penyusunan naskah akademik kriteria mineral kritis Indonesia. Berkaitan dengan hal tersebut, kami bentuk Tim Penyusunan Naskah Akademik Kriteria Mineral Kritis Indonesia dengan anggota terdiri dari:

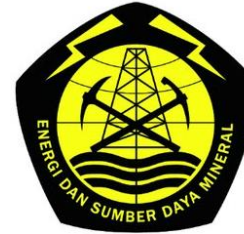
1. Dr. Ing. Ernowo;
2. Cecep Mochammad Yasin, ST. MMinRes;
3. Dr. Arifudin Idrus, ST, MT, IPU;
4. Ir. Dwi Nugroho Sunuhadi;
5. Drs. Triswan Suseno; dan
6. Anang Asdriargo, S.Si

Demikian yang dapat kami sampaikan, mohon dukungan Saudara untuk dapat menugaskan yang bersangkutan untuk berperan aktif dalam penyusunan naskah akademik yang dimaksud. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Direktur Pembinaan Program
Mineral dan Batubara,



Ditandatangani secara elektronik
Sunindyo Suryo Herdadi



DIREKTORAT JENDERAL MINERAL DAN BATUBARA
DIREKTORAT PEMBINAAN PROGRAM MINERAL DAN BATUBARA

Tim Penyusun NA Mineral Kritis Indonesia
Ditjen Minerba KESDM:

1. Dr. Ernowo (Ketua)
2. Cecep Mochammad Yasin, ST., MMinRes
3. Dr. Arifudin Idrus
4. Ir. Dwi Nugroho Sunuhadi
5. Drs. Triswan Suseno
6. Anang Asdriargo, S.Si.

TUGAS

Menyusun **1) pengertian-; 2) kriteria-** dan **3) jenis mineral kritis di Indonesia.**

→ Identifikasi **4) potensi**

TUJUAN

Acuan di dalam **perumusan kebijakan pengelolaan** mineral di Indonesia.

- Pertambangan
- Perindustrian
- Pedagangan
- Kepentingan Strategis Nasional



DIREKTORAT JENDERAL MINERAL DAN BATUBARA
DIREKTORAT PEMBINAAN PROGRAM MINERAL DAN BATUBARA



BRIN
BADAN RISET
DAN INOVASI NASIONAL



Critical
Minerals

Definisi - *Penyegaran*

UU 3/2020:

Mineral → senyawa anorganik yang terbentuk di alam, yang memiliki sifat fisik dan kimia tertentu serta susunan kristal teratur atau gabungannya yang membentuk batuan, baik dalam bentuk lepas atau padu.

KBBI

Unsur → (1) bagian terkecil dari suatu benda; bagian benda yang tidak dapat dibagi-bagi lagi dengan proses kimia; bahan asal; zat asal; elemen (2) kelompok kecil (dari kelompok yang lebih besar).

Kritis → (1) dalam keadaan krisis, gawat; genting: keadaan pasien sangat *kritis* karena terlampaui banyak mengeluarkan darah (2) dalam keadaan yang paling menentukan berhasil atau gagalnya suatu usaha

Definisi

Critical Raw Materials (EU, 2011, 2014, 2017, 2020)

→ Material (bahan baku) yang secara ekonomis dan strategis penting untuk perekonomian negara-negara eropa tetapi memiliki resiko yang tinggi terkait pasokannya.

USGS (2017)

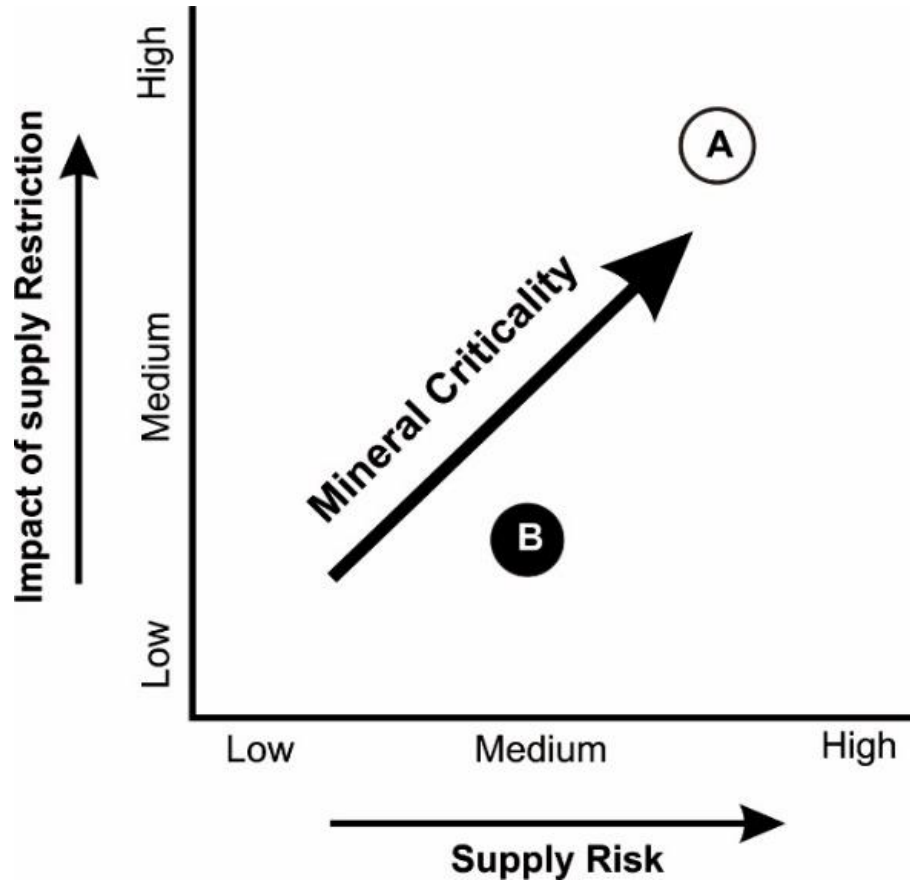
→ Komoditas mineral yang memiliki kegunaan penting dan tidak ada pengganti yang layak, namun menghadapi potensi gangguan pasokan, didefinisikan sebagai kritis bagi ekonomi dan keamanan nasional.

Dokumen *Outlook Selected Critical Minerals*, yang dikeluarkan oleh Departemen Industri, Sains, Energi dan Sumberdaya, Australia (Gasson dkk., 2021):

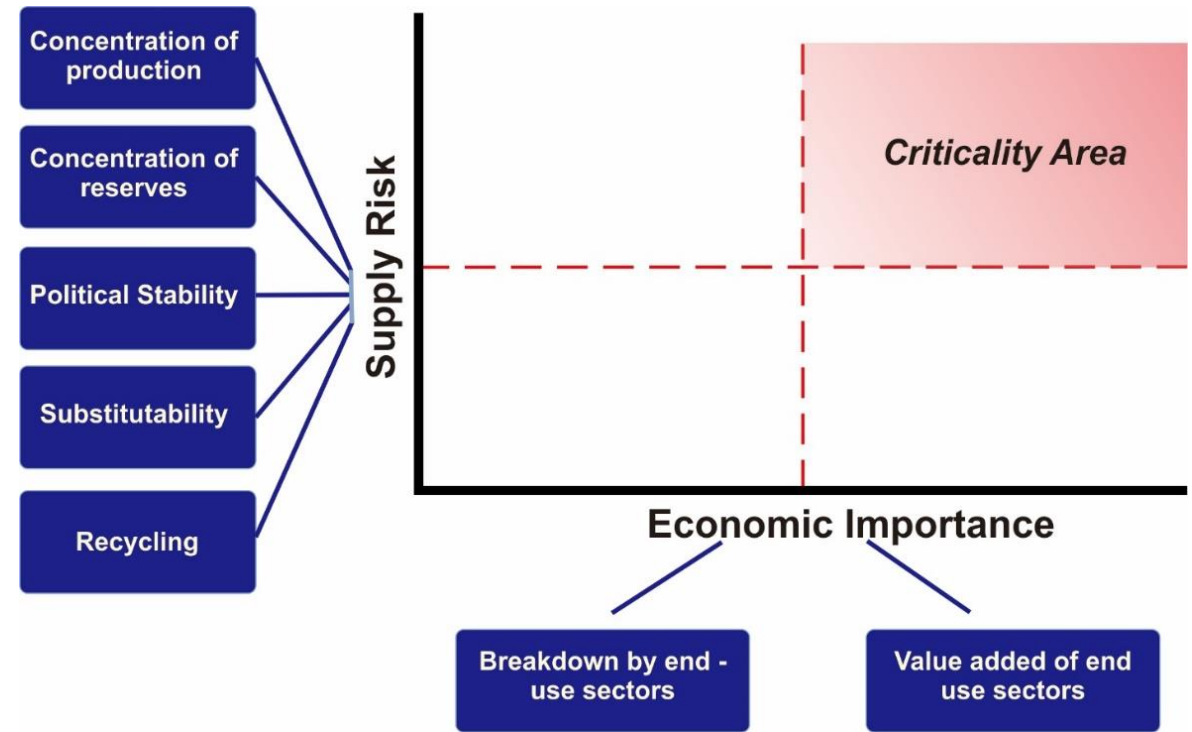
→ **Mineral kritis** sebagai logam atau non-logam yang memiliki fungsi ekonomi penting, tidak dapat diganti dan menghadapi resiko pasokan (*supply risk*) yang tinggi.

- Risiko pasokan dapat berasal dari kelangkaan geologis, masalah geopolitik, kebijakan perdagangan atau faktor lain.
- Kekritisan merupakan fungsi dari faktor keterbatasan pasokan; nilai ekonomi; harga yang tinggi; penggunaan di berbagai sektor industri terutama industri teknologi tinggi; dinamika pasar; serta nilai manfaat untuk perekonomian dan pertahanan negara.

Konsep/ Alur Pikir Global



Matriks kekritisian (*criticality*) dari mineral tertentu tergantung pada resiko pasokan dan pengaruh keterbatasan/kekurangan pasokan, sebagai contoh mineral A lebih kritis dibandingkan mineral B. (dimodifikasi dari Graedel dan Allenby, 2010; Graedel dan Barr, 2012).



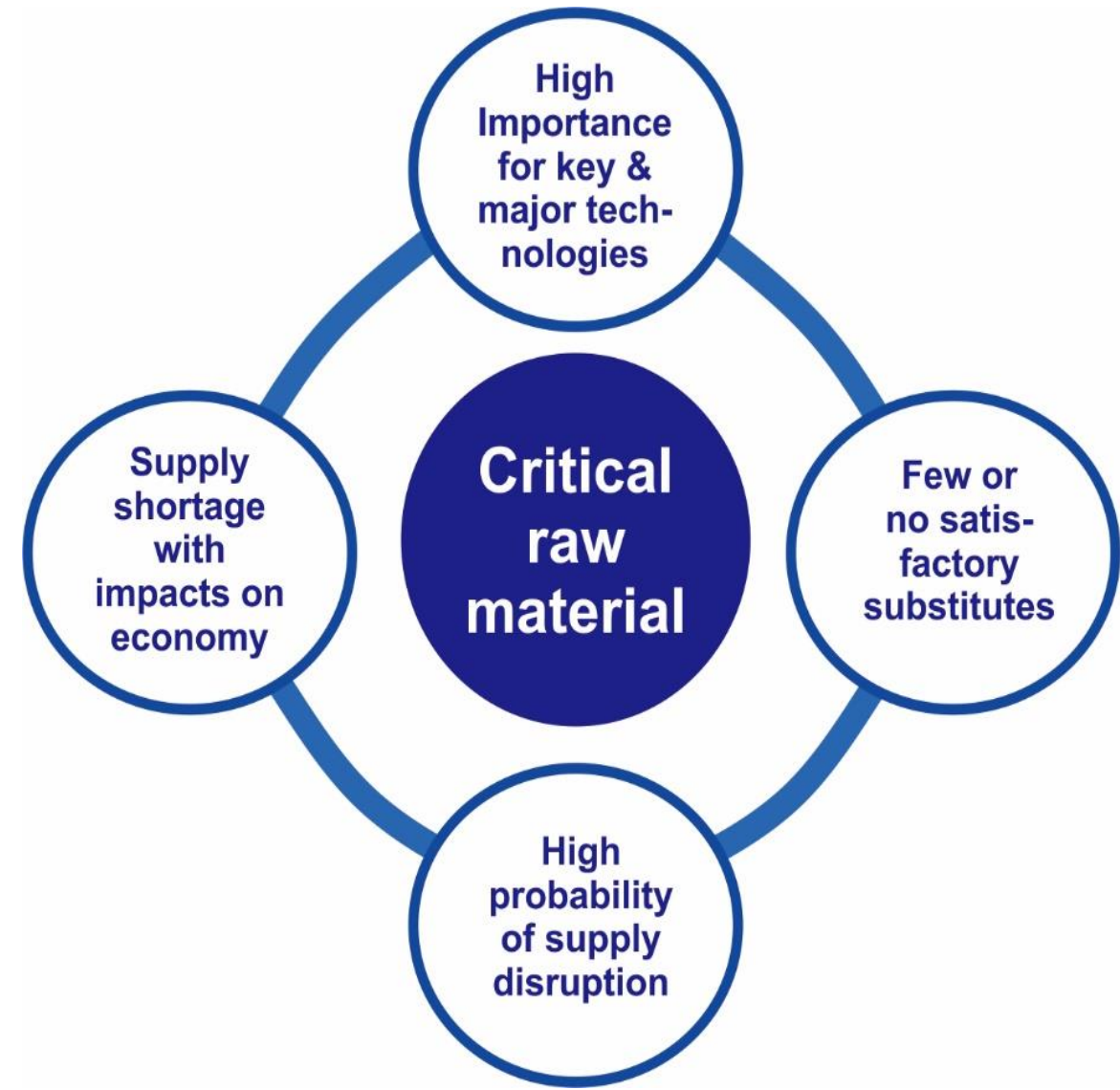
Metoda untuk mengidentifikasi mineral kritis (dimodifikasi dari Coulomb drr., 2015):

- 4 komponen penting dari **resiko pasokan (*supply risk*)**: Besaran dan distribusi (konsentrasi) produksi; Besaran dan distribusi (konsentrasi) cadangan mineral; Stabilitas politik; Kemampuan substitusi-an; dan Daur ulang (*recycling*).
- 2 komponen **kepentingan ekonomi (*economic importance*)**: Rincian pada sektor penggunaan akhir (*breakdown by end use sectors*); dan Nilai tambah pada sektor penggunaan akhir (*value added of end use sectors*).

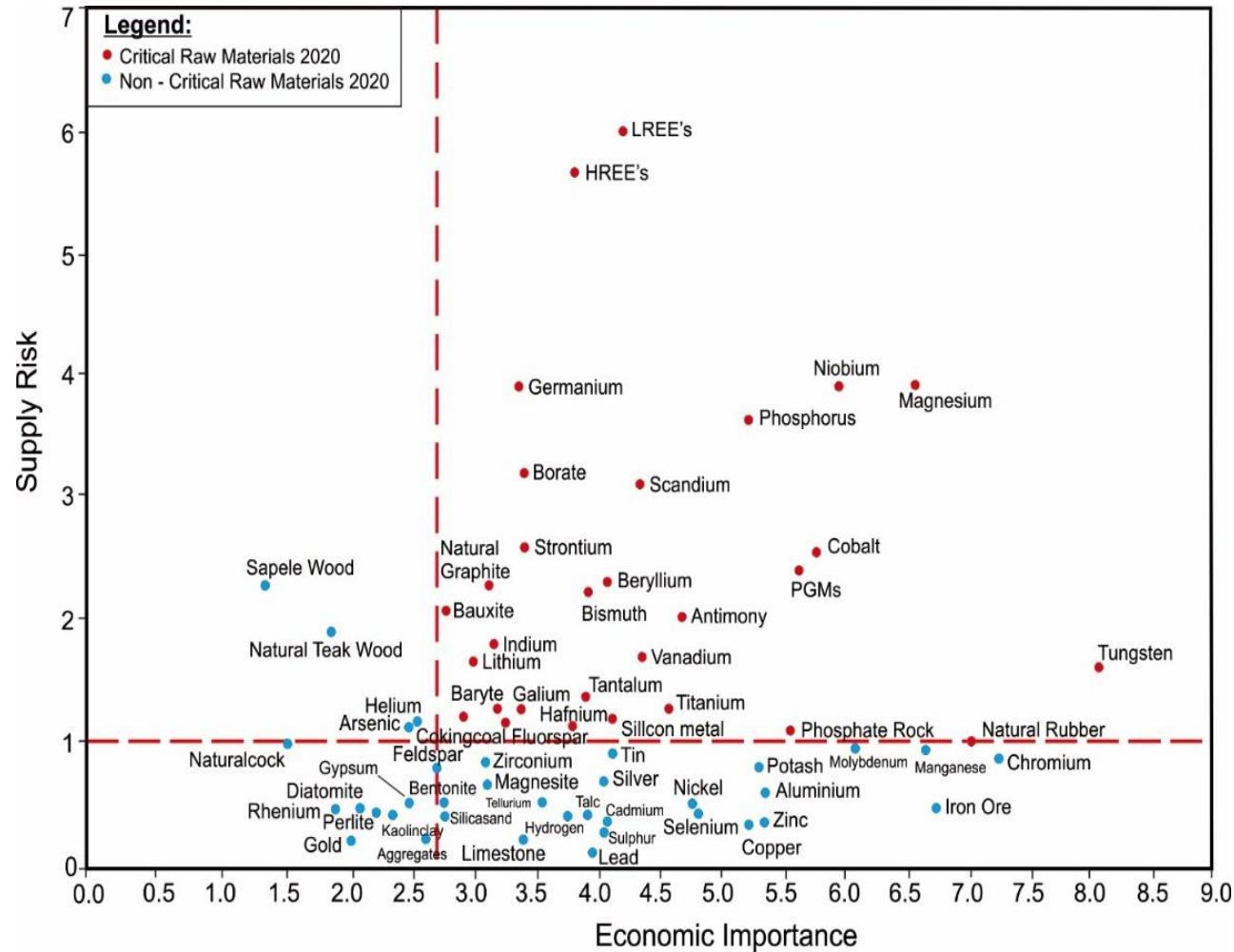
Konsep/ Alur Pikir Global

Karakteristik utama mineral kritis / *critical raw material* (dimodifikasi dari Simon drr., 2014):

1. Sangat penting untuk teknologi kunci dan utama,
2. Kekurangan pasokan yang berdampak pada ekonomi,
3. Kemungkinan besar adanya gangguan pasokan,
4. Sedikit atau tidak ada bahan pengganti yang memuaskan



Konsep/ Alur Pikir Global



Critical Raw Materials for the EU

(reported by the European Commission)

Legend:

- Listed as CRMs in 2011 (Yellow)
- Listed as CRMs in 2014 (Orange)
- Listed as CRMs in 2017 (Red)

1																	18	
1	H												13	14	15	16	17	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
			Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

Additional CRMs (not in periodic table):

- Fluorspar (CaF_2)
- Natural Graphite
- Baryte
- Borate
- Coking coal
- Natural rubber
- Phosphate rock
- Magnesite

"Dinamis"

Pengelompokkan CRM oleh Komisi Eropa berdasarkan parameter kepentingan ekonomi (*economic importance*) dan resiko pasokan (*supply risk*) (European Commission, 2020)

- Definisi beberapa kawasan/negara berdasarkan faktor keterbatasan pasokan, nilai ekonomi, harga yang tinggi, penggunaan di berbagai sektor industri terutama industri teknologi tinggi, dinamika pasar serta nilai manfaat untuk kepentingan strategis nasional meliputi **perekonomian** dan **pertahanan negara** (Komisi Eropa, 2011; Bortnikov drr., 2015; USGS, 2017; Gasson dkk., 2021).

→ Komoditi pertambangan yang memiliki nilai strategis untuk **perekonomian** dan **pertahanan-keamanan negara** yang didalam pemenuhan kebutuhanya memiliki potensi gangguan pasokan dan belum ada material pengganti yang layak.



DIREKTORAT JENDERAL MINERAL DAN BATUBARA
DIREKTORAT PEMBINAAN PROGRAM MINERAL DAN BATUBARA



BRIN
BADAN RISET
DAN INOVASI NASIONAL



Critical
Minerals

- Mengacu kepada kepentingan strategis nasional berupa ekonomi dan pertahanan negara → **Industri strategis**.
- Kombinasi pendekatan **kualitatif** dan **kuantitatif** berdasarkan ketersediaan data.
- Disusun untuk mendukung **peningkatan nilai tambah** → industri pemurnian → **kemandirian pasokan** → industri pengolahan dan pemanfaatan.
- Mempertimbangkan **ketersediaan deposit tambang, teknologi pengolahan** dan **pasar** yang berubah dari waktu ke waktu dalam **risiko pasokan** (*supply risk*).



Pasal 84

- (1) Industri Strategis dikuasai oleh negara.
- (2) Industri Strategis sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas Industri yang:



- a. memenuhi kebutuhan yang penting bagi kesejahteraan rakyat atau menguasai hajat hidup orang banyak;
- b. meningkatkan atau menghasilkan nilai tambah sumber daya alam strategis; dan/atau



- c. mempunyai kaitan dengan kepentingan pertahanan serta keamanan negara.

- (9) Ketentuan lebih lanjut mengenai Industri Strategis sebagaimana dimaksud pada ayat (1) diatur dengan Peraturan Pemerintah.

UU 16/2012 Industri Pertahanan

Ekonomi

Pasal 4

Penyelenggaraan Industri Pertahanan berfungsi untuk:

- a. memperkuat Industri Pertahanan;
- b. mengembangkan teknologi Industri Pertahanan yang bermanfaat bagi pertahanan, keamanan, dan kepentingan masyarakat;
- c. meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan penyerapan tenaga kerja;
- d. memandirikan sistem pertahanan dan keamanan negara; dan
- e. membangun dan meningkatkan sumber daya manusia yang tangguh untuk mendukung pengembangan dan pemanfaatan Industri Pertahanan.

Pasal 38

- (1) Kegiatan produksi merupakan pembuatan produk oleh Industri Pertahanan sesuai dengan perencanaan produksi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 37 ayat (1).
- (2) Dalam kegiatan produksi Industri Pertahanan wajib mengutamakan penggunaan bahan mentah, bahan baku, dan komponen dalam negeri.



PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

KEPUTUSAN PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 44 TAHUN 1989
TENTANG
BADAN PENGELOLA INDUSTRI STRATEGIS

Pasal 1

Dalam rangka penyelenggaraan pengembangan, keterpaduan pengelolaan, pembinaan teknis dan pengawasan terhadap badan-badan usaha milik Negara dalam bidang industri-industri yang bersifat strategis, dibentuk Badan Pengelola Industri Strategis, yang selanjutnya dalam Keputusan Presiden ini disebut Badan Pengelola.

Pasal 2

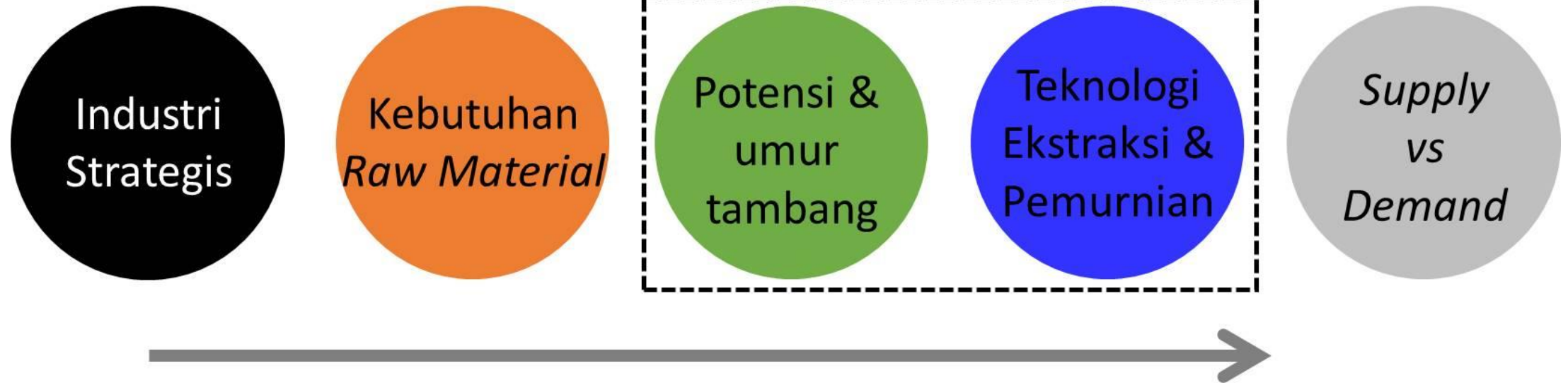
(1) Badan-badan usaha milik Negara dimaksud dalam Pasal 1 adalah :

1. Perusahaan Perseroan (PERSERO) PT. Industri Pesawat Terbang Nusantara;
2. Perusahaan Perseroan (PERSERO) PT. PAL Indonesia;
3. Perusahaan Perseroan (PERSERO) PT. PINDAD;
4. Perusahaan Umum (PERUM) Dahana;
5. Perusahaan Perseroan (PERSERO) PT. Krakatau Steel;
6. Perusahaan Perseroan (PERSERO) PT. BARATA INDONESIA;
7. Perusahaan Perseroan (PERSERO) PT. Boma Bisma Indra;
8. Perusahaan Perseroan (PERSERO) PT. Industri Kereta Api;
9. Perusahaan Perseroan (PERSERO) PT. Industri Telekomunikasi Indonesia;
10. Unit Produksi Lembaga Elektronika Nasional Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

(2) Presiden menetapkan badan usaha milik Negara lainnya yang termasuk dalam industri yang bersifat strategis sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1.

- Baja
- Transportasi & EV
- Telekomunikasi & *H-tech*
- Dirgantara & Pertahanan
- Energi terbarukan
/Green energy

- Baja
- Transportasi & EV
- Telekomunikasi & *H-tech*
- Dirgantara & Pertahanan
- Energi terbarukan
/Green energy



Alur pikir kriteria di dalam pengelompokan mineral kritis indonesia

KEBUTUHAN BAHAN BAKU INDUSTRI STRATEGIS

MINERAL KRITIS

No. Unsur	No. Unsur	No. Unsur	No. Unsur
1. Aluminium (Al)	14. Germanium (Ge)	27. Molibdenum (Mo)	40. Tantalum (Ta)
2. Antimon (Sb)	15. Grafit/Carbon (C)	28. Nikel (Ni)	41. Telurium (Te)
3. Besi (Fe)	16. Hafnium (Hf)	29. Niobium (Nb)	42. Tembaga (Cu)
4. Barium (Ba)	17. Indium (In)	30. Perak (Ag)	43. Timah (Sn)
5. Berilium (Be)	18. Kalium (K)	31. PGM	44. Titanium (Ti)
6. Boron (B)	19. Kaolin	32. HREE	45. Thorium (Th)
7. Cadmium (Cd)	20. Kobal (Co)	33. LREE	46. Tungsten (W)
8. Emas (Au)	21. Kromium (Cr)	34. Selenium (Se)	47. Vanadium (V)
9. Felspar	22. Limestone (Ca)	35. Seng (Zn)	48. Zirkonium (Zr)
10. Fluospar	23. Litium (Li)	36. Silika (Si)	49. Silikon logam
11. Fosfor (P)	24. Magnesium (Mg)	37. Skandium (Sc)	50. Soda Ash (Na)
12. Galena (Pb)	25. Mangan (Mn)	38. Strontium (Sr)	
13. Galium (Ga)	26. Merkuri (Hg)	39. Sulfur (S)	

Kebutuhan bahan baku industri strategis nasional

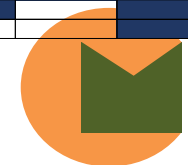
No	Raw Material	PINDAD	KEMENHAN TKDN	LEN	KRAKATAU STEEL	INKA	INTI	KEMENHAN SUMDAHAN
1	Aluminium (Al)							
2	Antimon (Sb)							
3	Barium (Ba)							
4	Berilium (Be)							
5	Besi (Fe)							
6	Boron (B)							
7	Cadmium (Cd)							
8	Disprosium (Dy)							
9	Emas (Au)							
10	Erbium (Er)							
11	Europium (Eu)							
12	Fosfor (P)							
13	Gadolinium (Gd)							
14	Galena (Pb)							
15	Galium (Ga)							
16	Germanium (Ge)							
17	Grafit/Carbon (C)							
18	Hafnium (Hf)							
19	Holmium (Ho)							
20	Indium (In)							
21	Itterbium (Yb)							
22	Kalium (K)							
23	Kaolin							
24	Kobal (Co)							
25	Kromium (Cr)							
26	Lanthanum (La)							
27	Limestone (Ca)							
28	Litium (Li)							
29	Magnesium (Mg)							
30	Mangan (Mn)							
31	Merkuri (Hg)							
32	Molibdenum (Mo)							
33	Neodymium (Nd)							
34	Nikel (Ni)							
35	Niobium (Nb)							
36	Perak (Ag)							
37	Praseodimium (Pr)							
38	Prometium (Pm)							
39	Samarium (Sm)							
40	Serium (Ce)							
41	Silika (SiO2)							
42	Silikon logam (Si)							
43	Skandium (Sc)							
44	Soda Ash (Na)							
45	Strontium (Sr)							
46	Sulfur (S)							
47	Tantalum (Ta)							
48	Telurium (Te)							
49	Tembaga (Cu)							
50	Terbium (Tb)							
51	Timah (Sn)							
52	Titanium (Ti)							
53	Tungsten (W)							
54	Vanadium (V)							
55	Yttrium (Y)							
56	Zinc (Zn)							
57	Zirkonium (Zr)							



DIREKTORAT JENDERAL MINERAL DAN BATUBARA
DIREKTORAT PEMBINAAN PROGRAM MINERAL DAN BATUBARA



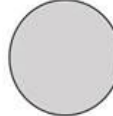
BRIN
 BADAN RISET
 DAN INOVASI NASIONAL



**Critical
 Minerals**

Al	Sb	Fe	Au	Feld	Pb	LREE	K	Ba	Be	B	Cd	P	F
Mg	Ca	Cr	Co	Kaol	Ni	HREE	PGM	In	Hf	C	Ge	Ga	Soda Ash
Mn	V	Ti	Sn	Cu	Si	Hg		Li	Sr	Se	Ta	Sc	Te
Zn	Zr	Ag				Mo		W	S	Nb	Th	Silikon Logam	

Keterangan:

 Material dengan Cadangan
  Material dengan Sumber Daya
  Material tanpa Sumber Daya dan Cadangan



DIREKTORAT JENDERAL MINERAL DAN BATUBARA
DIREKTORAT PEMBINAAN PROGRAM MINERAL DAN BATUBARA



BRIN
BADAN RISET
DAN INOVASI NASIONAL



Critical
Minerals

Al	Fe	Ca	Cu	Zn	Ag	Cr	K	Mo
Mn	Au	Feld	Si	Zr	Ti	Co	HREE	Hg
Sn	Kaol	Ni	Pb	Mg	Sb	V	LREE	PGM

Keterangan:


 Komoditi Ikutan
  Komoditi Utama

Al	Fe	Ca	Cu	Zn	Ag	Cr	K	Mo
Mn	Au	Sb	Si	Zr	Ti	Co	HREE	Hg
Sn	Kaol	Ni	Pb	Mg	Feld	V	LREE	PGM

Keterangan:

 Tidak Tersedia Industri Pengolahan dalam Negeri
  Tersedia Industri Pengolahan dalam Negeri



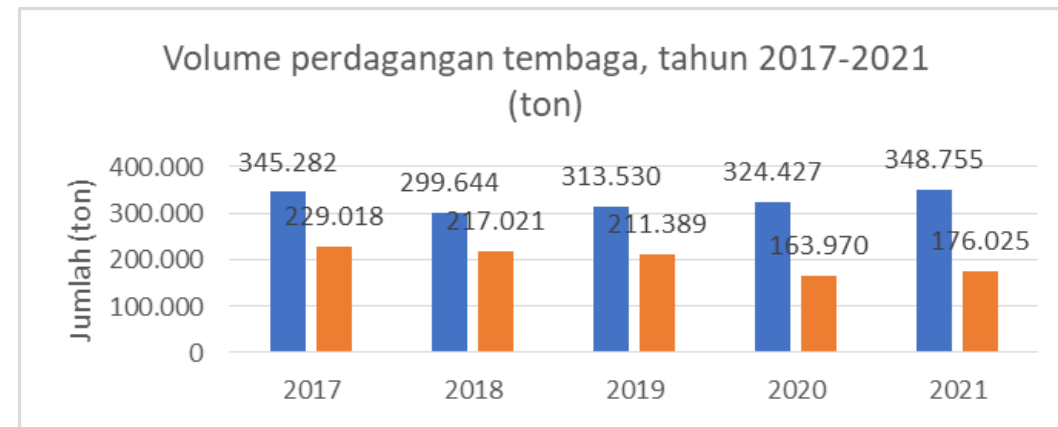
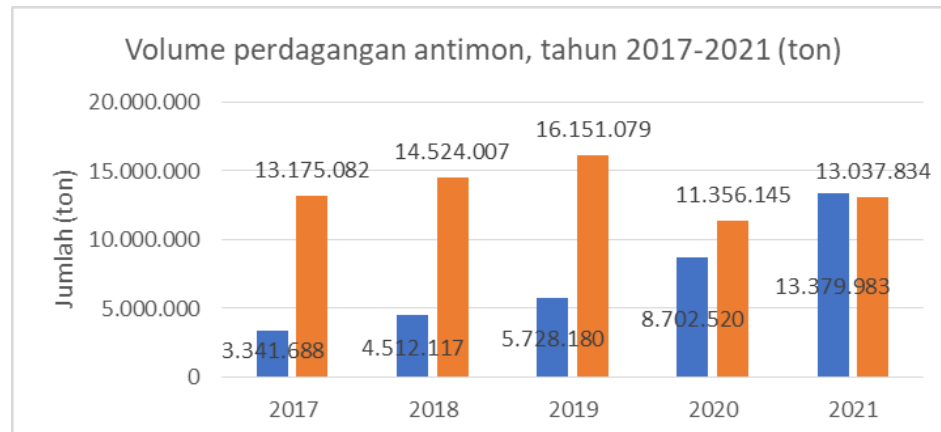
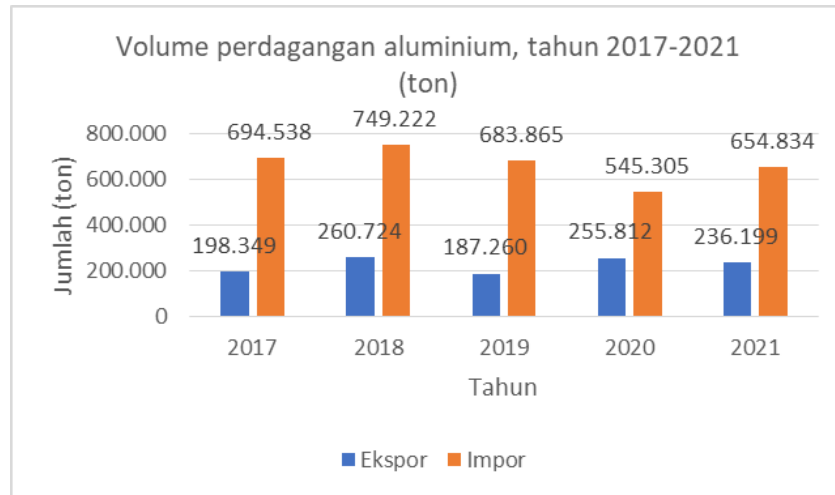
DIREKTORAT JENDERAL MINERAL DAN BATUBARA
DIREKTORAT PEMBINAAN PROGRAM MINERAL DAN BATUBARA



BRIN
 BADAN RISET
 DAN INOVASI NASIONAL



**Critical
 Minerals**



DIREKTORAT JENDERAL MINERAL DAN BATUBARA
DIREKTORAT PEMBINAAN PROGRAM MINERAL DAN BATUBARA



BRIN
 BADAN RISET
 DAN INOVASI NASIONAL



**Critical
 Minerals**

ASESMEN MINERAL KRITIS INDONESIA

Analisis Kuantitatif

Mineral Kritis

Al	Sb	Fe	Au	Feld	Pb	LREE	K	Ba	Be	B	Cd	P	F
Mg	Ca	Cr	Co	Kaol	Ni	HREE	PGM	In	Hf	C	Ge	Ga	Soda Ash
Mn	V	Ti	Sn	Cu	Si	Hg		Li	Sr	Se	Ta	Sc	Te
Zn	Zr	Ag				Mo		W	S	Nb	Th	Silikon Logam	

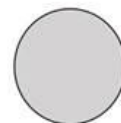
Keterangan:



Material dengan Cadangan



Material dengan Sumber Daya



Material tanpa Sumber Daya dan Cadangan



DIREKTORAT JENDERAL MINERAL DAN BATUBARA
DIREKTORAT PEMBINAAN PROGRAM MINERAL DAN BATUBARA



BRIN
BADAN RISET
DAN INOVASI NASIONAL



Critical
Minerals

Multi Factor Evaluation Process (MFEP)

- Berbagai faktor dan kriteria → perhitungan *weighting system*,
- Perhitungan akan bernilai untuk setiap faktor yang mempengaruhi dalam pengambilan keputusan dari data-data yang akan diproses.

Langkah :

1. Penentuan kriteria atau faktor-faktor;
2. Pembobotan kepada faktor yang digunakan dengan total pembobotan adalah 1 ($\sum \text{pembobotan} = 1$), pemberian bobot kepada faktor penting berdasarkan rumus $NBF1 + NBF2 + \dots + NBF_n = 1$; dimana NBF=Nilai Bobot Faktor;
3. Menghitung Nilai Bobot Evaluasi → $NBE = NBF * NKF$

NBE = Nilai Bobot Evaluasi

NBF = Nilai Bobot Faktor

NKF = Nilai Kriteria Faktor

4. Penjumlahan Nilai Bobot Evaluasi

$$\sum_{i=1}^n NBE_i = NBE1 + NBE2 + NBE_n$$

$$\sum_{i=1}^n NBE_i = \text{Total Nilai Bobot Evaluasi}$$

$NBE_i = \text{Nilai Bobot Evaluasi ke } i$



DIREKTORAT JENDERAL MINERAL DAN BATUBARA
DIREKTORAT PEMBINAAN PROGRAM MINERAL DAN BATUBARA



BRIN
BADAN RISET
DAN INOVASI NASIONAL



Critical
Minerals

Kriteria	Keterangan	Nilai Kriteria Faktor (NKF)
Potensi	Terdapat Indikasi	0
	Terdapat Sumberdaya	0,5
	Terdapat Cadangan	1
Umur Tambang	< 15 Tahun	0
	> =15 Tahun	1
Impor - Ekspor	Impor>2x Ekspor	0
	Impor>1x Ekspor	0,25
	Impor=Ekspor	0,5
	Impor<Ekspor	1
Teknologi/Industri Pengolahan Dalam negeri	Tidak Ada	0
	Ada	1
Sifat ikutan dalam bijih	Ni, Al, Sn	0
	Cu	0,5
	Lainnya	1



Penghitungan Nilai Bobot Evaluasi (NBE) terhadap masing-masing komoditi :

$$\sum_{i=1}^n NBE_i$$

NBE > 0,85 ; Tidak Kritis

NBE < 0,85 ; Kritis

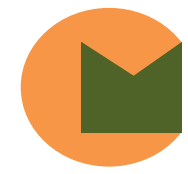
No.	Material	Nilai Kriteria Faktor (NKF)					Nilai Bobot Evaluasi (NBE)					Total NBE	Klasifikasi
		C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5		
1	Aluminium (Al)	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,24	0,19	0,00	0,14	0,00	0,57	Kritis
2	Antimon (Sb)	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,24	0,00	0,19	0,14	0,24	0,81	Kritis
3	Besi (Fe)	1,00	1,00	0,25	0,00	1,00	0,24	0,19	0,05	0,00	0,24	0,71	Kritis
4	Emas (Au)	1,00	1,00	0,25	1,00	1,00	0,24	0,19	0,05	0,14	0,24	0,86	Tidak Kritis
5	Felspar	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,24	0,19	0,00	0,00	0,24	0,67	Kritis
6	Galena (Pb)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,24	0,19	0,19	0,14	0,24	1,00	Tidak Kritis
7	Magnesium (Mg)	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,24	0,19	0,00	0,00	0,24	0,67	Kritis
8	Limestone (Ca)	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,24	0,19	0,00	0,14	0,24	0,81	Kritis
9	Kobal (Co)	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,24	0,19	0,00	0,00	0,24	0,67	Kritis
10	Kromium (Cr)	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,24	0,19	0,00	0,00	0,24	0,67	Kritis
11	Nikel (Ni)	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,24	0,00	0,19	0,14	0,00	0,57	Kritis
12	Mangan (Mn)	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,24	0,19	0,00	0,14	0,24	0,81	Kritis
13	Vanadium (V)	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,24	0,00	0,19	0,00	0,24	0,67	Kritis
14	Tembaga (Cu)	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,24	0,19	0,19	0,14	0,12	0,88	Tidak Kritis
15	Timah (Sn)	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,24	0,19	0,19	0,14	0,00	0,76	Kritis
16	Titanium (Ti)	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,24	0,48	Kritis
17	Silika (Si)	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,24	0,00	0,19	0,14	0,24	0,81	Kritis
18	Seng (Zn)	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,24	0,19	0,00	0,14	0,24	0,81	Kritis
19	Zirkonium (Zr)	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,24	0,19	0,00	0,14	0,24	0,81	Kritis
20	Perak (Ag)	1,00	1,00	0,25	1,00	1,00	0,24	0,19	0,05	0,14	0,24	0,86	Tidak Kritis
21	PGM	0,50	0,00	0,50	0,00	0,00	0,12	0,00	0,10	0,00	0,00	0,21	Kritis
22	Kaolin	1,00	1,00	0,25	1,00	1,00	0,24	0,19	0,05	0,14	0,24	0,86	Tidak Kritis
23	HREE	0,50	0,00	0,00	0,00	1,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,24	0,36	Kritis
24	LREE	0,50	0,00	0,50	0,00	1,00	0,12	0,00	0,10	0,00	0,24	0,45	Kritis
25	Merkuri (Hg)	0,50	0,00	1,00	0,00	1,00	0,12	0,00	0,19	0,00	0,24	0,55	Kritis
26	Molibdenum (Mo)	0,50	0,00	0,00	0,00	1,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,24	0,36	Kritis
27	Kalium (K)	0,50	0,00	0,00	1,00	1,00	0,12	0,00	0,00	0,14	0,24	0,50	Kritis



DIREKTORAT JENDERAL MINERAL DAN BATUBARA
DIREKTORAT PEMBINAAN PROGRAM MINERAL DAN BATUBARA



BRIN
 BADAN RISET
 DAN INOVASI NASIONAL



**Critical
 Minerals**

Mineral kritis di Indonesia

No.	Unsur	No.	Unsur	No.	Unsur
1	Aluminium (Al)	16	Kalium (K)	31	Seng (Zn)
2	Antimon (Sb)	17	Kobal (Co)	32	Silika (Si)
3	Besi (Fe)	18	Kromium (Cr)	33	Skandium (Sc)
4	Barium (Ba)	19	Limestone (Ca)	34	Strontium (Sr)
5	Berilium (Be)	20	Litium (Li)	35	Sulfur (S)
6	Boron (B)	21	Magnesium (Mg)	36	Tantalum (Ta)
7	Cadmium (Cd)	22	Mangan (Mn)	37	Telurium (Te)
8	Felspar	23	Merkuri (Hg)	38	Timah (Sn)
9	Fluospar (F)	24	Molibdenum (Mo)	39	Titanium (Ti)
10	Fosfor (P)	25	Nikel (Ni)	40	Thorium (Th)
11	Galium (Ga)	26	Niobium (Nb)	41	Tungsten (W)
12	Germanium (Ge)	27	PGM	42	Vanadium (V)
13	Grafit/Carbon (C)	28	HREE	43	Zirkonium (Zr)
14	Hafnium (Hf)	29	LREE	44	Silikon logam
15	Indium (In)	30	Selenium (Se)	45	Soda Ash (Na)



DIREKTORAT JENDERAL MINERAL DAN BATUBARA
DIREKTORAT PEMBINAAN PROGRAM MINERAL DAN BATUBARA



BRIN
 BADAN RISET
 DAN INOVASI NASIONAL



**Critical
 Minerals**

DASAR HUKUM MINERAL STRATEGIS

UU NO 11 TAHUN 1967 (KETENTUAN-KETENTUAN POKOK PERTAMBANGAN)	UU NO 4 TAHUN 2009 (PERTAMBANGAN MINERBA) dan PP 23 TAHUN 2010 (PELAKSANAAN KEGIATAN USAHA PERTAMBANGAN MINERBA)	UU NO 3 TAHUN 2020 (PERUBAHAN ATAS UU NO 4 TAHUN 2009 TENTANG PERTAMBANGAN MINERBA) dan PP 96 TAHUN 2021
1. Bahan Galian Strategis (Bahan Galian Golongan A): Bahan Galian Strategis digolongkan untuk kepentingan pertahanan, keamanan negara, dan perekonomian negara. Contoh: minyak bumi, aspal, gas alam 2. Bahan Galian Vital (Bahan Galian Golongan B): Bahan Galian Vital digolongkan untuk dapat menjamin hajat hidup orang banyak. Contoh: besi, mangan, bauksit, tembaga, dll 3. Bahan Galian yang tidak termasuk dalam golongan a atau b (Bahan Galian Golongan C: Bahan Galian yang tidak termasuk golongan A dan B. Contoh: feldspar, pasir, marmer, dll	1. Mineral Radioaktif: radium, thorium, uranium, monasit, dan bahan galian radioaktif lainnya 2. Mineral Logam: timah, nikel, mangaan, platina, emas, tembaga, perak, timbal, seng, dll 3. Mineral Bukan Logam: intan, korundum, grafit, arsen, pasir kuarsa, fluorspar, kriolit, dll 4. Batuan: andesit, gabro, peridotit, basalt, trakhit, leusit, tanah liat, tanah urug, dll 5. Batubara: bitumen padat, batuan aspal, batubara, dan gambut	1. Mineral Radioaktif: uranium, thorium, dan bahan galian radioaktif lainnya 2. Mineral Logam: timah, nikel, mangaan, platina, emas, tembaga, perak, timbal-seng, dll 3. Mineral Bukan Logam: asbes, barit, belerang, bentonit, bromium, dolomit, feldspar, dll 4. Batuan: andesit, basalt, batu apung, batu gamping, batu gunung kuari besar, batu kali, dll 5. Batubara: bitumen padat, batuan aspal, batubara, dan gambut 6. Mineral Bukan Logam Jenis Tertentu: ametis, akuamarin, intan, korundum, rubi, safir, topas, turmalin, serta batu gamping, clay, dan pasir kuarsa untuk industri semen dan/atau bukan semen

“UU No 23 Tahun 2019 (Pengelolaan Sumber Daya Nasional Untuk Pertahanan Negara)” Cadangan Material Strategis adalah bahan dan/atau hasil pertambangan serta alat peralatan hasil industri untuk pertahanan yang dipersiapkan sebagai persediaan guna memenuhi kebutuhan Pertahanan Negara. Contoh: mineral logam, batubara, minyak bumi, hasil industri petrokimia, alat peralatan hasil industri

KESEPAKATAN PENETAPAN MINERAL STRATEGIS UNTUK MENDUKUNG PERTAHANAN NEGARA TAHUN 2015

INDIKATOR MINERAL STRATEGIS UNTUK PERTAHANAN NEGARA

1. Merupakan unsur utama untuk komponen alutsista
2. Adanya ketersediaan mineral dalam jangka panjang
3. Memiliki tingkat urgensi kebutuhan industri pertahanan
4. Adanya peluang penguasaan teknologi pengolahan nasional dan partisipasi industri nasional sebagai rantai pasok industri nasional

MINERAL STRATEGIS UNTUK HANNEG:

1. Chromium (Cr)
2. Mangan (Mn)
3. Molybdenum (Mo)
4. Nikel (N)
5. Antimon (Stibium) (Sb)
6. Titanium (Ti)
7. Vanadium (V)
8. Cobalt (Co)
9. Logam Tanah Jarang (Ltj), terdiri dari 17 unsur meliputi:
 - a. Skandium (Sc)
 - b. Yttrium (Y)
 - c. Lanthanum (La)
 - d. Serium (Ce)
 - e. Praseodimium (Pr)
 - f. Neodymium (Nd)
 - g. Prometium (Pm)
 - h. Samarium (Sm)
 - i. Europium (Eu)
 - j. Gadolinium (Gd)
 - k. Terbium (Tb)
 - l. Disprosium (Dy)
 - m. Holmium (Ho)
 - n. Erbium (Er)
 - o. Tulium (Tm)
 - p. Iterbium (Yb), dan
 - q. Lutetium (Lu)

Definisi Mineral Strategis menurut Kajian Mineral Strategis (Direktorat Pembinaan Program Minerba, 2020):

1. Mineral yang sangat dibutuhkan untuk mendukung kepentingan pertahanan, keamanan negara, dan perekonomian negara;
2. Mineral yang mempunyai dampak besar terhadap kebutuhan teknologi terkini;
3. Mineral yang dapat menjadi kategori *Critical Raw Materials* (CRMs) yaitu mineral yang menjadi bahan baku untuk industri strategis atau bahan baku yang memiliki kriteria kritis; dan
4. Mineral strategis dapat pula menjadi sebagai mineral kritis dengan klasifikasi mineral-mineral yang berbeda.

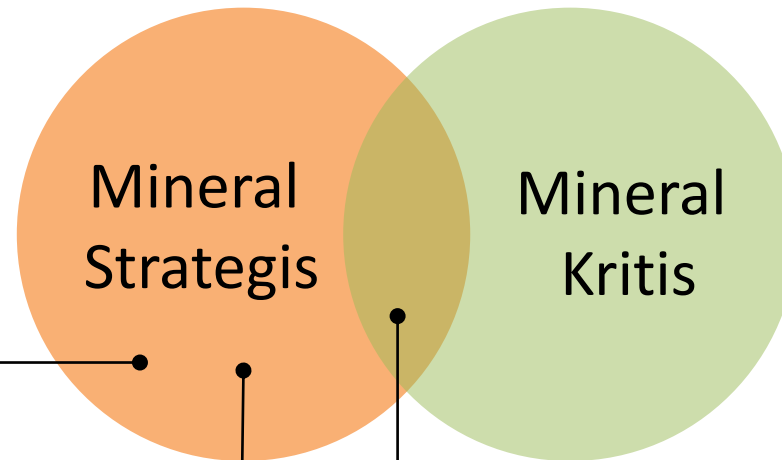
MINERAL STRATEGIS (FGD Mineral Kritis, 2022)

Mineral Strategis (*usulan definisi*)

- Memiliki potensi menguasai/gendalkan pasar global
- Cadangan devisa negara
- Kontribusi penerimaan negara dan perekonomian daerah

Cadangan devisa negara: **Emas**

Dominasi potensi global:
Tembaga



Dominasi potensi global:
Aluminium (Bauksit)
Nikel, Timah



DIREKTORAT JENDERAL MINERAL DAN BATUBARA
DIREKTORAT PEMBINAAN PROGRAM MINERAL DAN BATUBARA



BRIN
BADAN RISET
DAN INOVASI NASIONAL



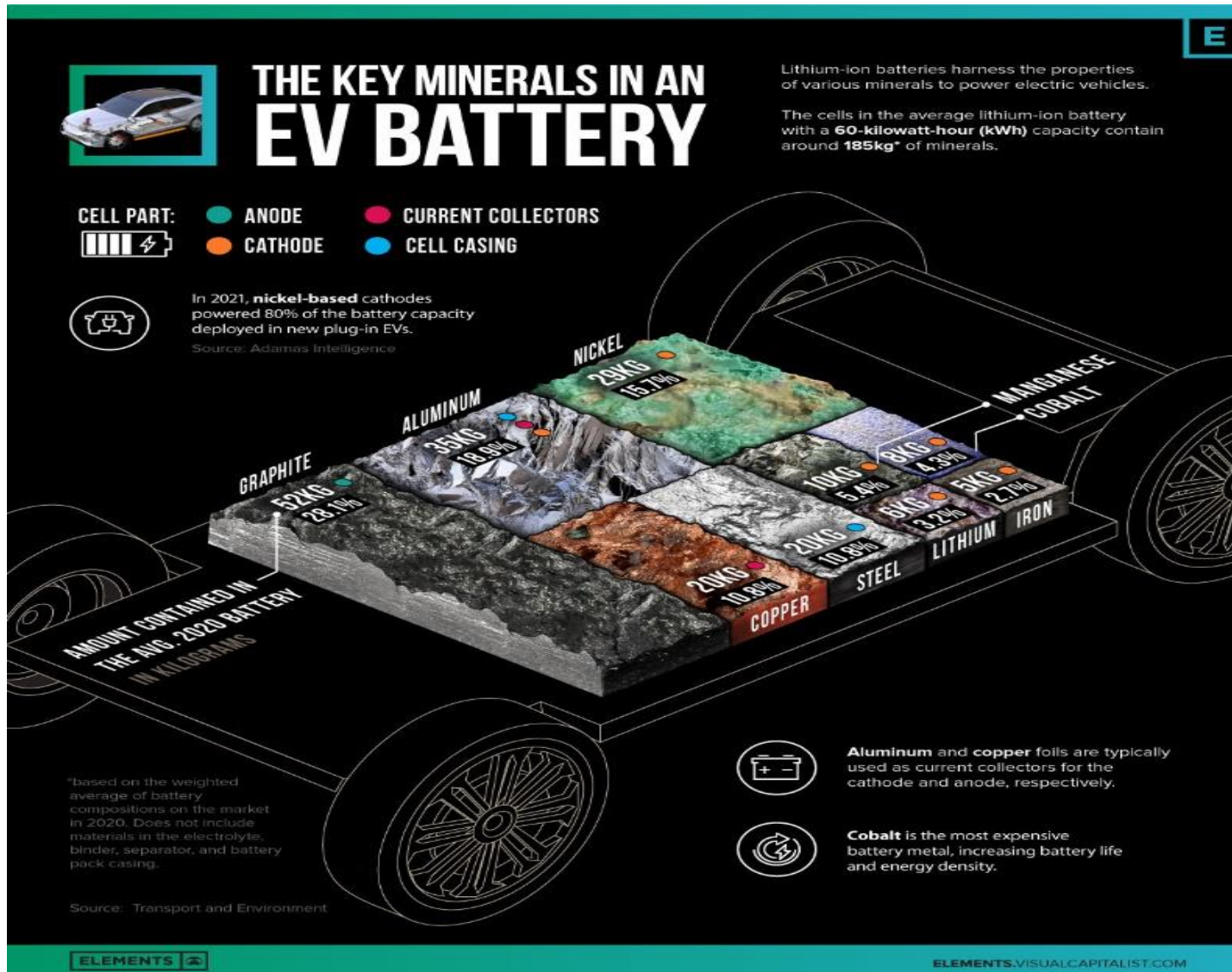
Critical
Minerals

Bagaimana dengan Potensi Geologi
Mineral Kritis di Indonesia?

Key Minerals in Green Energy: EV Battery



UNIVERSITAS GADJAH MADA



Key Take Aways:

- There are various potential raw material supply in EV Battery Industries:
- Elements in EV Battery (% weight):
 - Graphite : 28.1 %
 - Aluminium: 18.9%
 - Nickel: 15.7%
 - Copper: 10.8%
 - Steel: 10.8%
 - Manganese: 5.4%
 - Cobalt: 4.3%
 - Lithium 3.2%
 - Iron 2.7%

Source: Indonesia Battery Corporation (2022)

Minerals for Green Energy Technologies in Indonesia



UNIVERSITAS GADJAH MADA

	Copper	Aluminium	Nickel	Cobalt	Chromium	Zinc	REEs	Lithium
Solar PV	● ●	● ●	● ●	-	-	-	-	-
Wind	● ●	● ●	● ●	-	○ ●	● ●	○ ●	-
Hydro	● ●	● ●	-	-	○ ●	● ●	-	-
Concentrating Solar Power (CSP)	● ●	● ●	● ●	-	○ ●	● ●	-	-
Geothermal	-	-	● ●	-	○ ●	-	-	-
Electricity Networks	● ●	● ●		-	-	-	-	-
EVs and Battery Storage	● ●	● ●	● ●	● ●	-	-	○ ●	○ ●

Notes:

Shading indicates the confidence of potential data, color indicates the existence of downstream industry

- Data in reserve
- Data in resource
- Not available or limited
- downstream industry is existing
- intermediate product is available
- has not mined

(-) Low importance

(based on International Energy Agency, 2022)

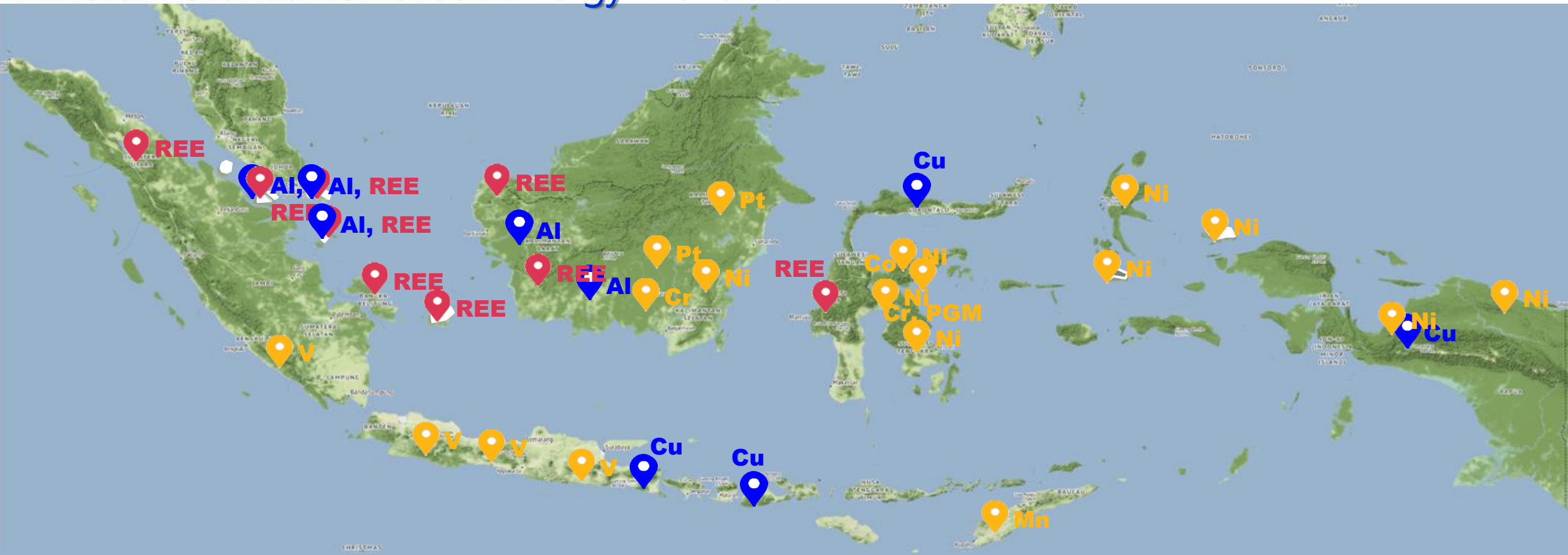
Source :

- DGMC, 2022

- Indonesia Geological Agency, 2022



Mineral Potential for Green Energy Transition



- Energy Generation (Si, REE, U)
- Energy Transmission and Distribution (Cu, Al)
- Energy Storage (Li, Ni, Co, C, Mn, V, Tu Pt, REE, Cr, Zr)

Source :
- DGMC, 2022
- Indonesia Geological Agency, 2022



Mineral Resources & Ore Reserves of Indonesia (Geological Agency; 2021)

Reserves Security of Several Important Ores in Indonesia

No.	Commodity	Resources (tones)		Reserves (tones)	
		Ore	Metal	Ore	Metal
1	Emas Primer	16.028.926.779	8.699	3.619.471.264	1.987
2	Emas Alluvial	1.632.792.609	355	65.726.139	150
3	Tembaga	15.951.450.554	65.944.875	3.017.819.590	19.936.017
4	Timah	7.159.668.511	2.406.880	6.840.343.359	2.165.905
5	Timbal	4.009.783.572	94.005.800	76.273.815	2.853.376
6	Nikel	17.685.749.507	177.814.602	5.243.538.419	57.111.962
	Nikel > 1,7%	4.077.191.328	66.666.518	2.662.733.517	32.736.453
7	Besi Primer	7.349.424.602	1.671.643.457	1.702.216.159	353.757.486
8	Pasir Besi	3.940.294.766	890.695.801	1.216.504.448	476.132.595
9	Mangan	190.890.310	87.638.863	129.433.888	57.417.310
10	Air Raksa	32.254.882	76	0	0
11	Antimon	11.890.421	375.555	3.958.633	15.835
12	Bauksit	6.632.138.239	1.094.186.118	3.220.859.010	520.475.101
13	Platina	114.750.000	8	0	0
14	Besi Sedimen	5.825.623	3.680.168	0	0
15	Perak	10.545.402.270	78.624	3.115.958.765	11.541
16	Seng	3.771.823.836	63.535.053	68.642.182	2.785.811
17	Besi Laterit	7.746.537.224	1.164.191.400	1.532.195.254	317.532.880
18	Kobalt	3.283.552.980	7.446.443	682.412.785	484.480
19	Kromit Primer	17.679.700	7.095.982	22.846.799	9.138.061
20	Kromit Plaser	4.795.844	1.053.322	3.552.165	137.971
21	Molibdenum	2.809.124.333	277.013	0	0
22	Titan Laterit	1.341.685.306	9.972.609	205.860.784	1.291.700
23	Titan Plaser	598.457.092	37.649.286	206.966.052	11.181.518
24	Vanadium	230.801.000	1.574.148	161.629.516	1.101.899
25	Monasit	6.925.944.594	186.663	0	0
26	Xenotim	6.466.257.914	20.734	0	0

No.	Commodity	Reserves 2021 (tones)	Production 2021 (tones)	Reserves Security (years)	Remarks
1	Timah	2.165.905	34.776	62	Logam
2	Emas	1.987	79	25	Logam
3	Perak	11.541	398	29	Logam
4	Tembaga	19.936.017	189.268	105	Logam
5	Bauksit	3.220.859.010	25.781.108	125	Bijih
6	Nikel	5.243.538.419	65.496.972	80	Bijih
7	Besi Primer	353.757.486	2.982.688	278	Logam
8	Pasir Besi	476.132.595			

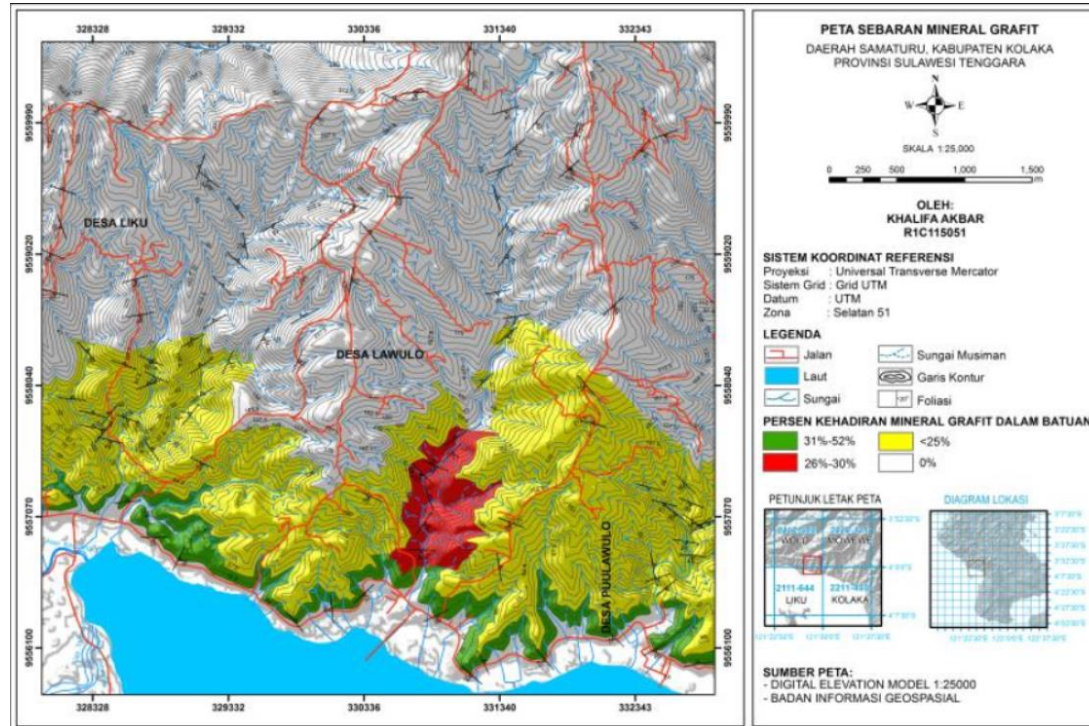
Source: NA Mineral Kritis Indonesia (2022)

Graphite: Hosted by Metamorphic and Sedimentary Rocks

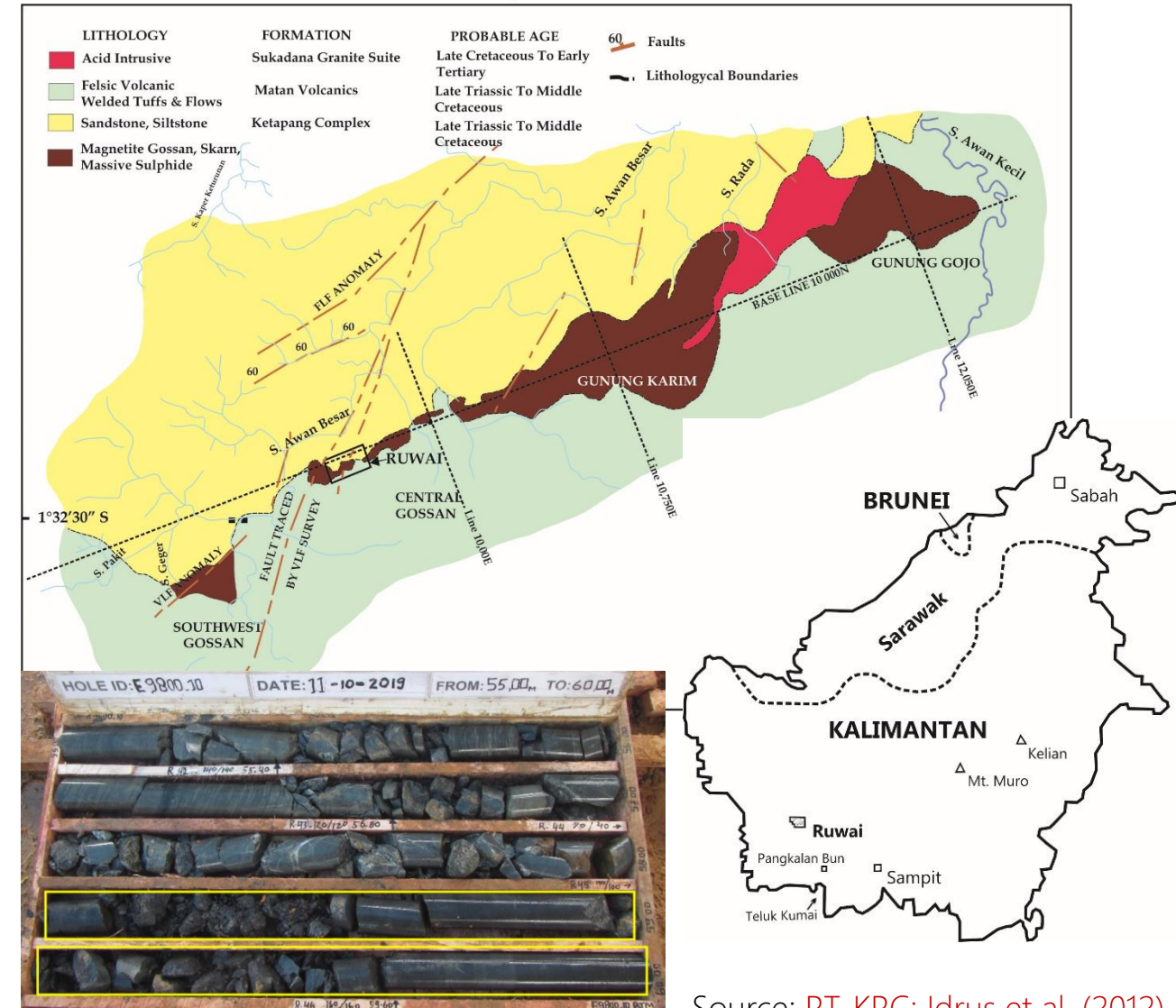
Total Resources = 31,300,000 tones (Geological Agency, 2022)



UNIVERSITAS GADJAH MADA



Source: Akbar et al. (2021)

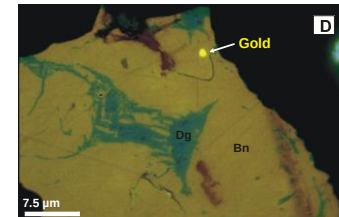
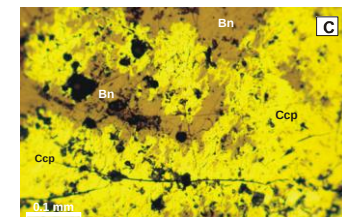
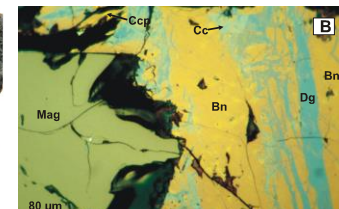
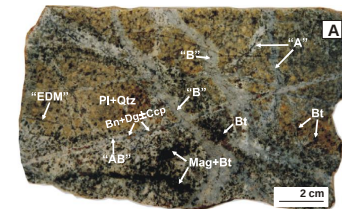
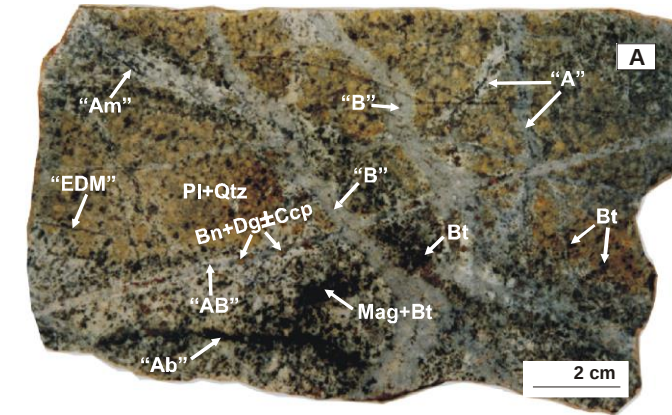
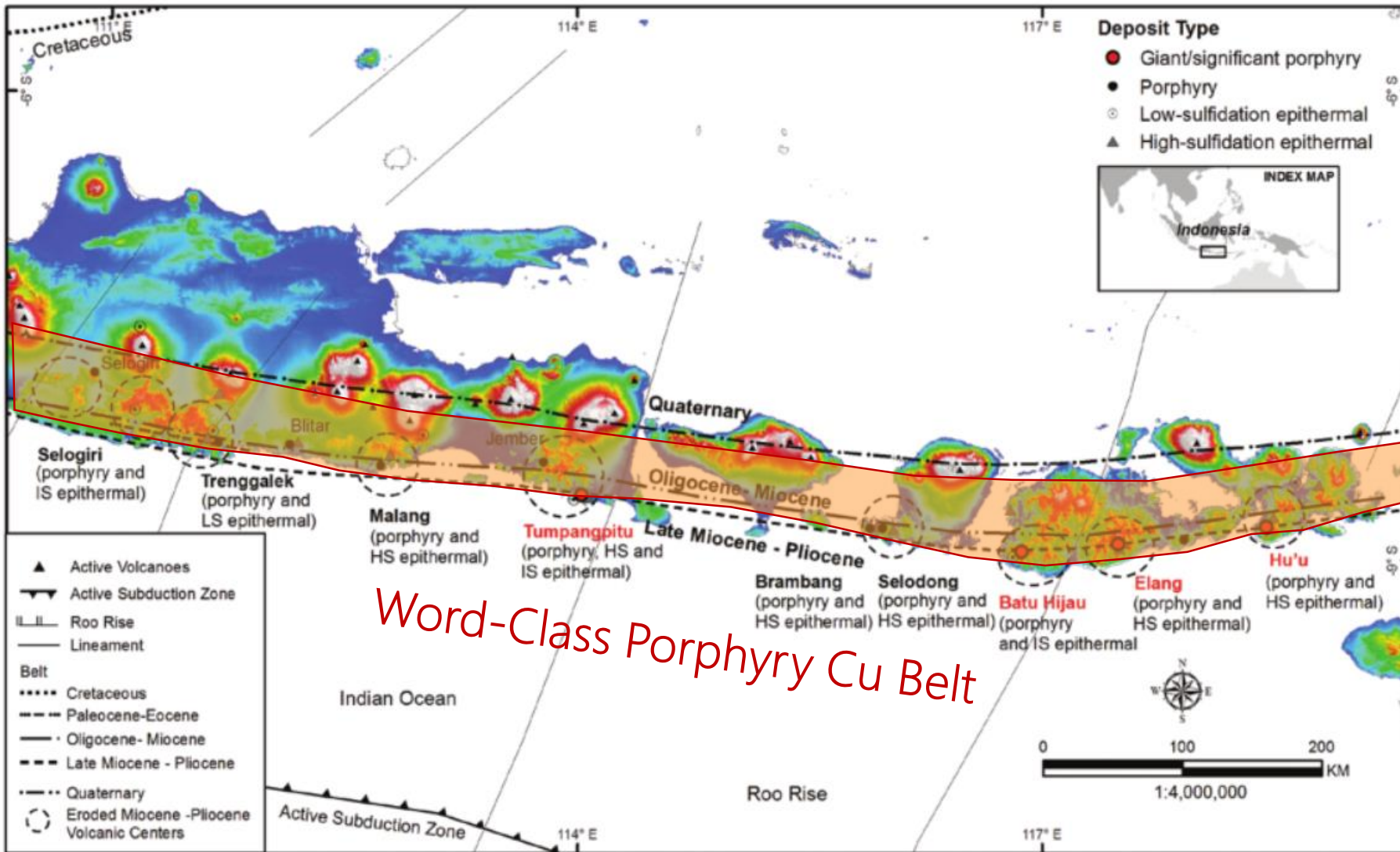


Source: PT. KPC; Idrus et al. (2012)

Copper: Eastern Sunda Arc - A World Class Porphyry Copper Belt



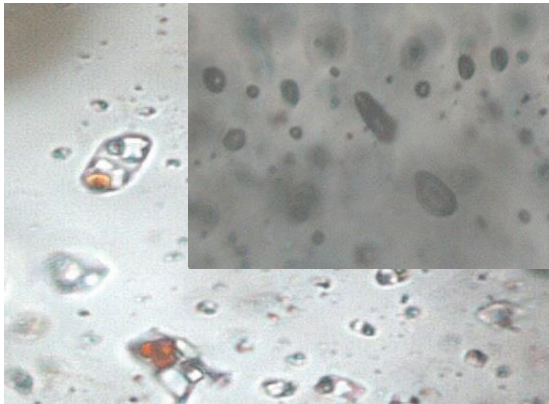
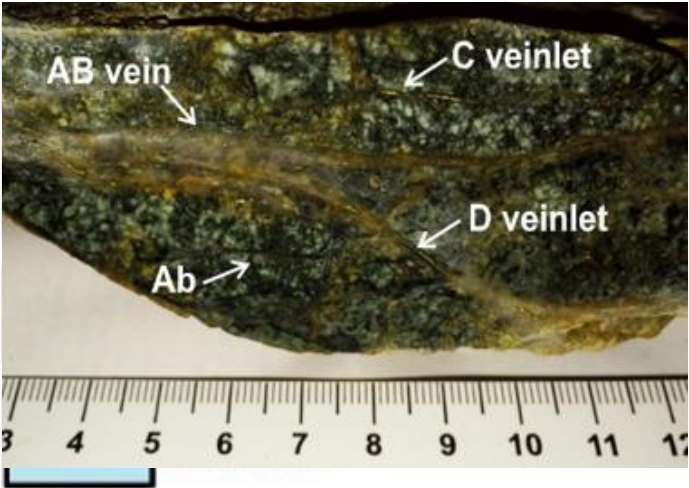
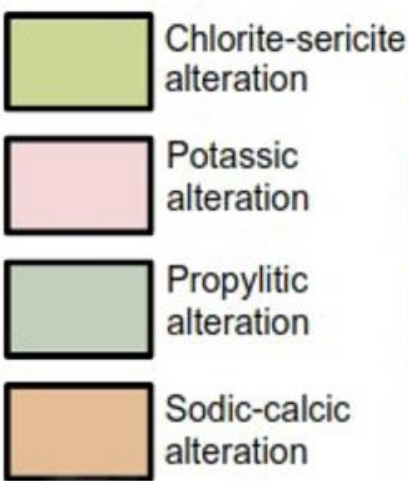
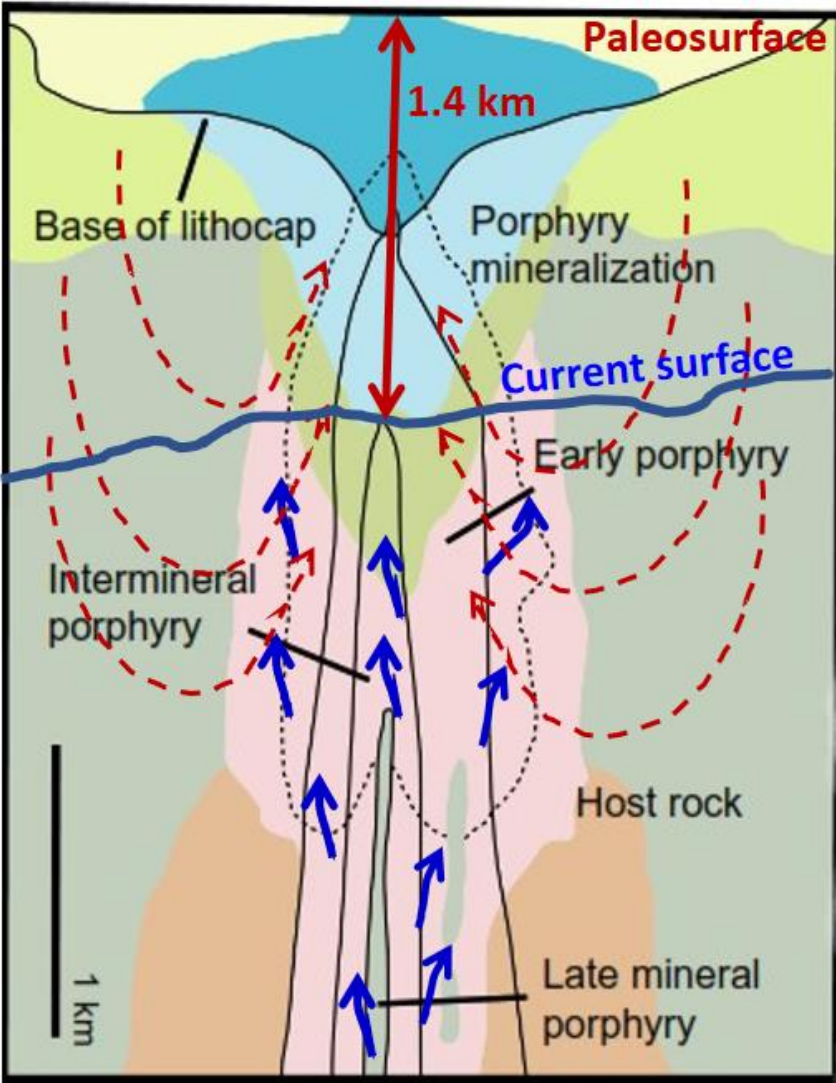
UNIVERSITAS GADJAH MADA



Source: Idrus (2006)

Source: Maryono et al. (2018)

Copper: Trenggalek Porphyry on Sillitoe (2010) Model



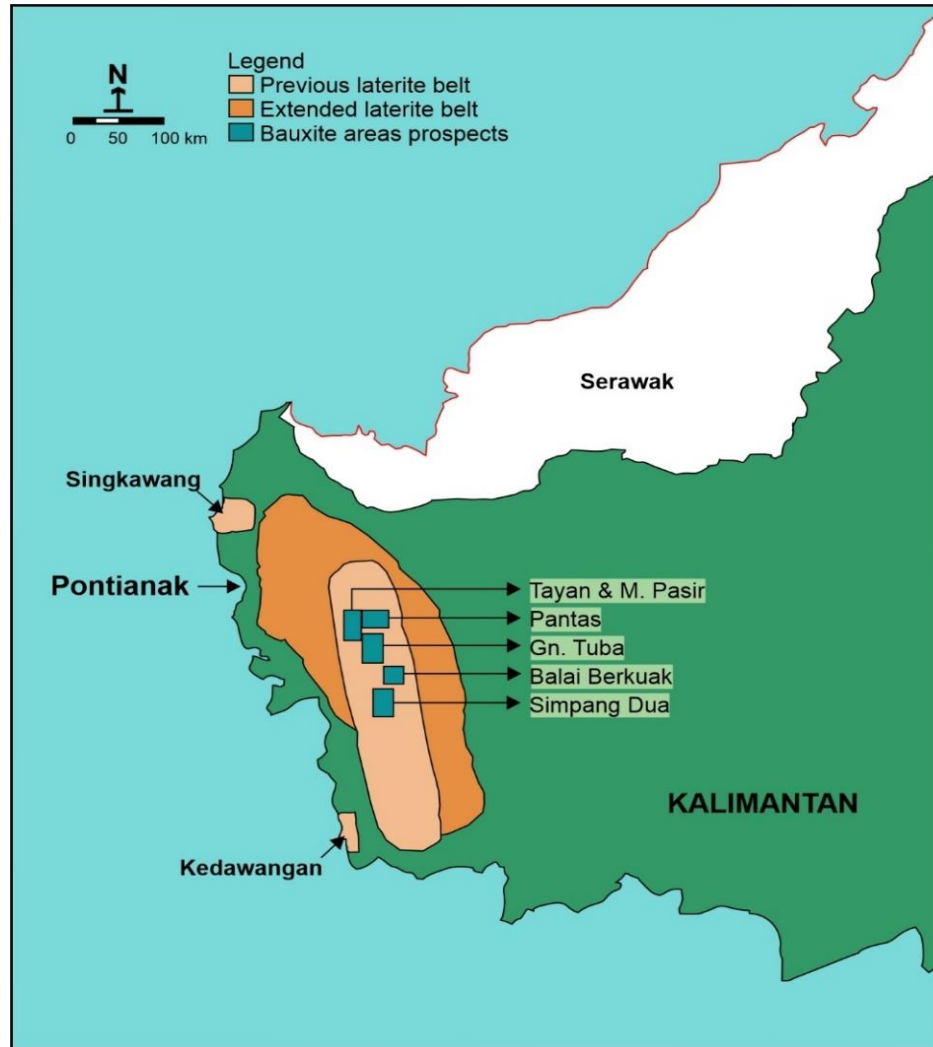
Sample ID	Au	Ag	As	Cu	Pb	Zn	Mo
2.1-A	0.63	0.8	5	0.38	119	137	1
2.1-B	1.89	3	2	0.66	43	77	1
2.2-A	1.54	2.3	3	0.89	35	65	1
2.2-B	0.54	1.9	2	0.52	27	67	1
2.3-A	0.43	10.5	128	0.55	26	36	1
2.3-B	1.48	4.3	18	0.1	12	110	1
2.4-A	5.45	8.4	13	0.1	23	61	1
03-A	7.01	6.3	50	0.1	12	108	1
11-a	0.05	0.3	19	0.02	25	109	1
11-b	0.07	0.3	25	0.08	35	106	1
LAI-02	1.37	2.7	9	0.93	7	81	1
LAI-03	0.52	1.2	3	0.30	4	65	1
LAI-04	1.57	4.3	11	0.1	5	77	1

Source: Idrus et al. (2022, draft)

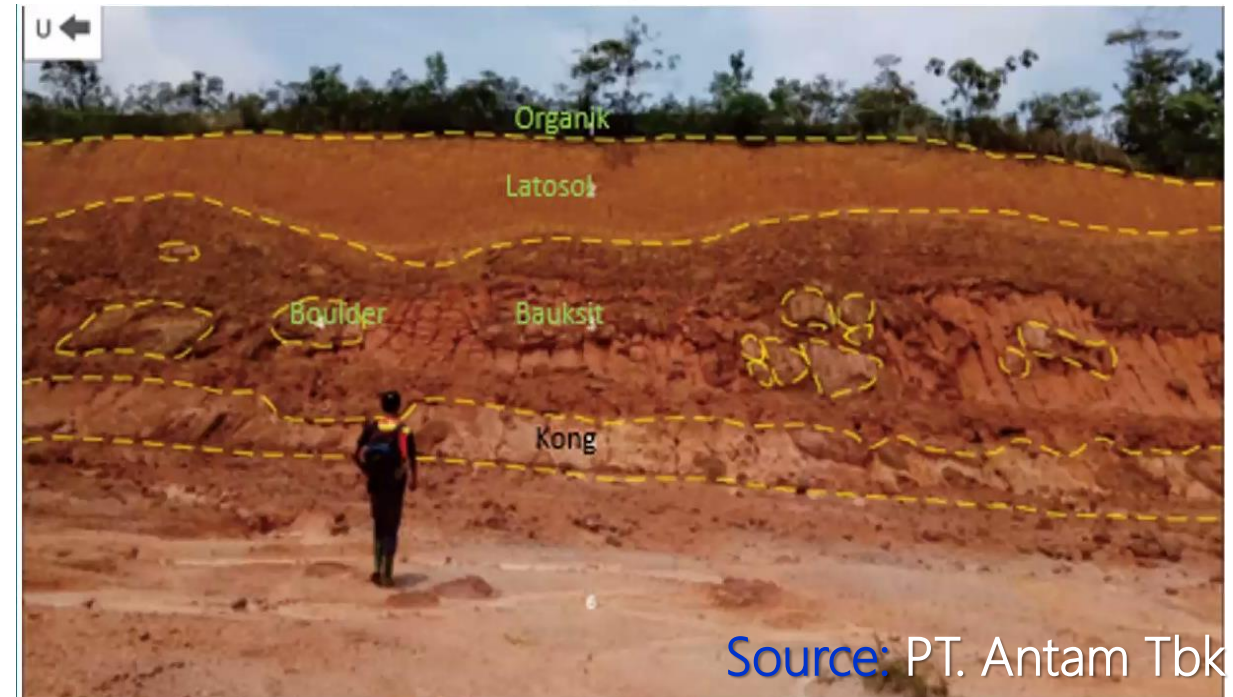
Bauxite: West Kalimantan Belt



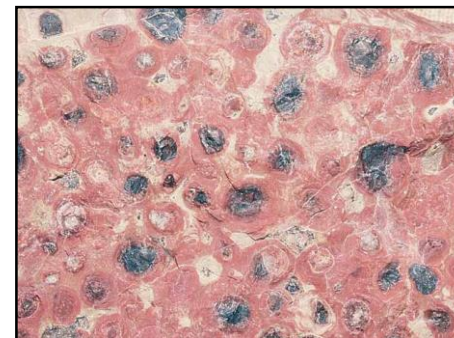
UNIVERSITAS GADJAH MADA



Kalimantan Bauxite belt (Surate, 2010)



Source: PT. Antam Tbk



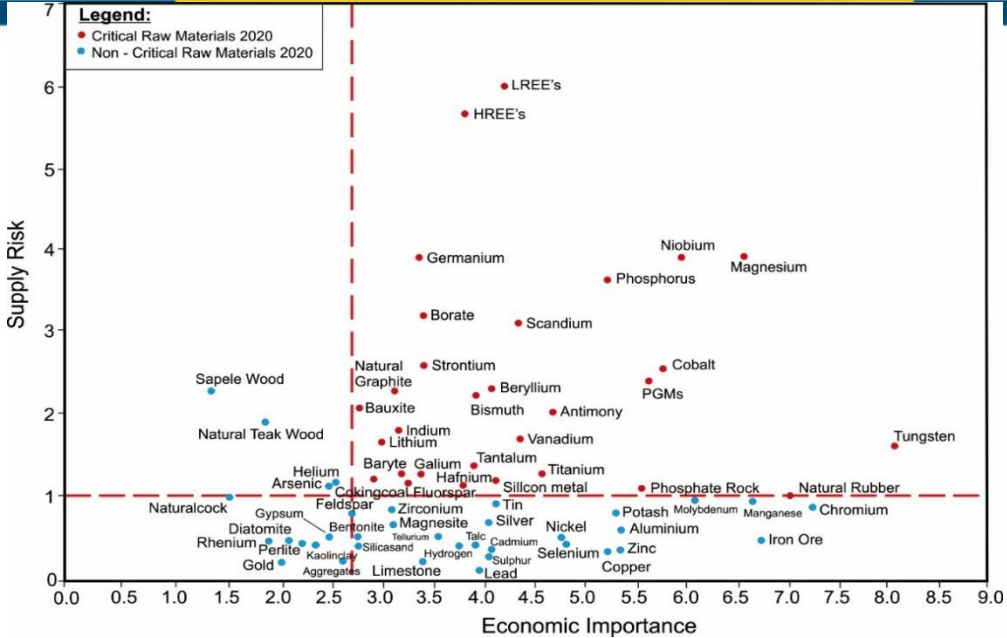
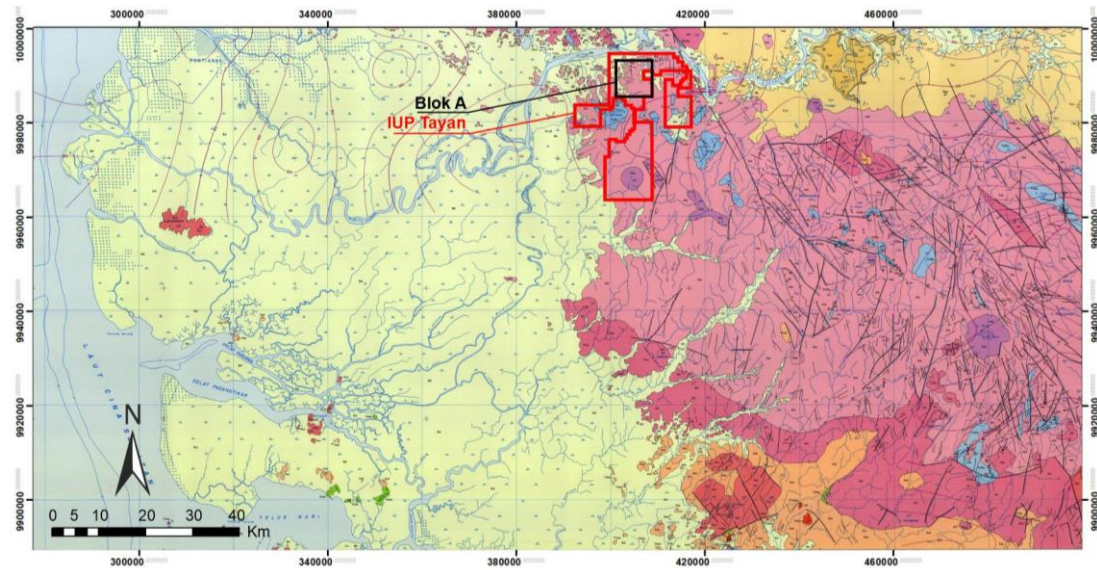
Gibbsite

Elements	Mineral	Chemical Composition
TAI_2O_3	Gibbsite (Trihydrate Alumina/THA)	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
	Boehmite (Monohydrate Alumina/MAA)	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
TSiO_2	Kuarsa	SiO_2
	Kaolinite/Halloysite	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{RSiO}_2$
Fe_2O_3	Hematite	Fe_2O_3
	Aluminian Goethite	$(\text{Fe}, \text{Al})_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
TiO_2	Rutile & Anatase	TiO_2

 : Total Silica
 : Total Alumina

Matano (2018)

Bauxite & Critical Mineral: Tayan Block A (Nabilah et al., 2021)



European Commission (2020)

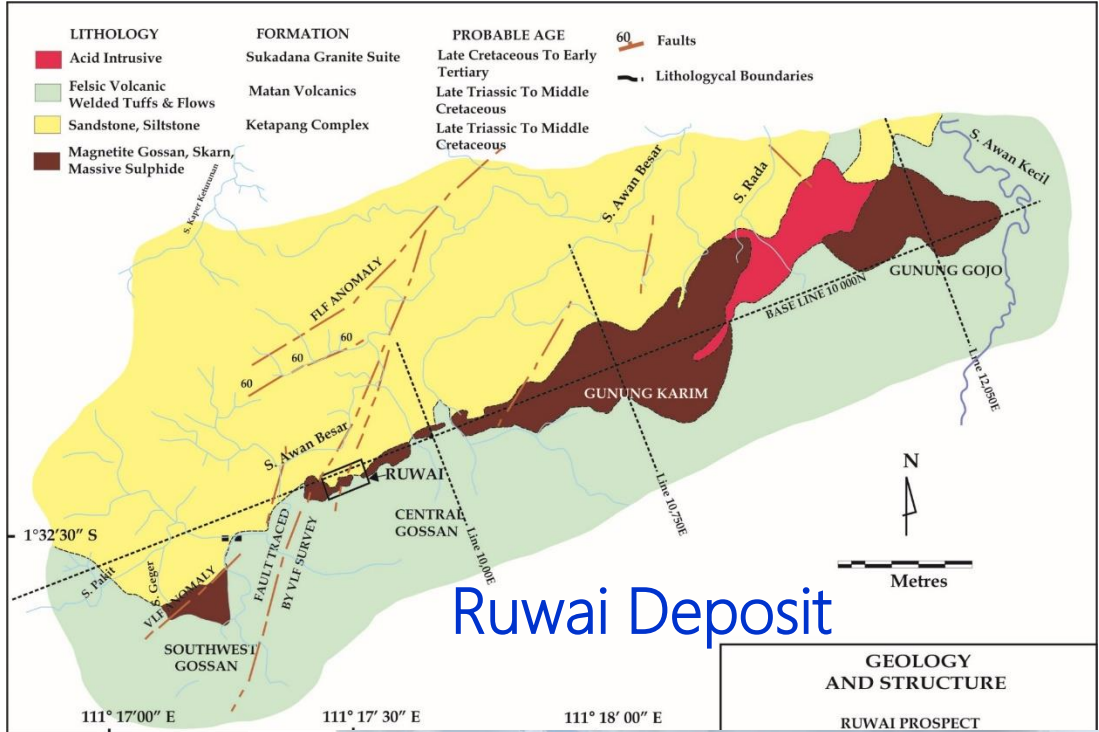
ICP-MS & -AES data of Tayan Block A Bauxite (Nabilah et al., 2021)

Lokasi	Sampel	LREE (ppm)										HREE (ppm)										(ppm)		
		La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	Sc	Ga	V					
Bukit 16	Latosol	B1	4.9	5.4	0.82	2.5	0.43	0.12	0.31	0.05	0.34	0.08	0.31	0.07	0.54	0.12	2	9	29.5	160				
		B2	3.5	5.2	0.6	1.8	0.32	0.07	0.21	0.04	0.2	0.05	0.13	0.03	0.23	0.04	1	6	32.7	139				
	Bauksit	B3	4.9	5.9	0.79	2.6	0.41	0.1	0.24	0.05	0.31	0.06	0.2	0.04	0.3	0.06	1.4	8	31.4	183				
		B4	6.2	6.4	1.1	3.4	0.61	0.13	0.39	0.06	0.34	0.07	0.22	0.04	0.3	0.06	1.4	10	29.9	172				
	Kong	B5	12.2	11.3	1.97	5.8	0.95	0.24	0.55	0.09	0.48	0.09	0.26	0.05	0.37	0.07	1.7	9	24.7	136				
Bukit 13	Latosol	B6	2.4	4.8	0.5	1.9	0.51	0.13	0.47	0.09	0.55	0.13	0.46	0.08	0.63	0.11	3	30	25	409				
	Bauksit	B7	1.1	3.3	0.27	1	0.33	0.12	0.28	0.05	0.3	0.07	0.2	0.04	0.22	0.04	1.1	22	35.3	684				
		B8	2.2	6.8	0.46	1.8	0.52	0.13	0.36	0.07	0.46	0.09	0.29	0.05	0.43	0.07	1.8	30	29.7	406				
		B9	2.9	7.9	0.57	2.2	0.51	0.14	0.47	0.07	0.5	0.1	0.29	0.05	0.36	0.06	2	30	28.5	427				
		B10	3.3	10	0.71	2.7	0.82	0.17	0.61	0.12	0.68	0.14	0.45	0.08	0.58	0.09	2.6	39	26.4	387				
	Kong	B11	7	20.8	1.59	6.4	1.57	0.36	1.32	0.23	1.48	0.31	0.9	0.15	1.11	0.17	5.8	44	24.2	320				
Stockpile	Washed bauxite	B12	3.7	9.4	0.83	3.2	0.87	0.22	0.83	0.17	1.17	0.28	0.88	0.14	0.9	0.16	6.6	17	34.2	384				
		B13	4.2	9.7	0.96	3.8	1.03	0.26	1.13	0.21	1.43	0.33	1.1	0.18	1.17	0.19	8.5	18	34.4	388				
		B14	3.5	8.1	0.86	3.2	0.89	0.23	1	0.21	1.45	0.32	0.98	0.16	1.11	0.17	7.8	19	34.5	396				
Waste pound	Residu	B15	2.1	5.3	0.54	2.4	0.68	0.23	0.66	0.14	0.89	0.18	0.54	0.09	0.58	0.09	3.6	20	31.5	450				
		B16	2.3	5.7	0.62	2.6	0.72	0.25	0.76	0.15	0.91	0.2	0.57	0.09	0.59	0.09	3.8	19	34	502				
		B17	2.4	5.6	0.66	2.6	0.74	0.24	0.74	0.14	0.91	0.2	0.55	0.08	0.62	0.09	3.6	18	30.7	472				
Wastedump	Red mud	B18	4	10.1	1.17	5	1.42	0.47	1.35	0.25	1.49	0.31	0.81	0.12	0.88	0.14	5.3	71	43.6	1310				
		B19	3.8	9.7	1.14	6	1.45	0.5	1.31	0.24	1.5	0.28	0.8	0.13	0.83	0.13	5.2	68	43.7	1370				
		B20	5.3	14	1.43	5.9	1.79	0.54	1.73	0.31	2.08	0.42	1.16	0.19	1.27	0.2	7.9	87	40.1	1180				

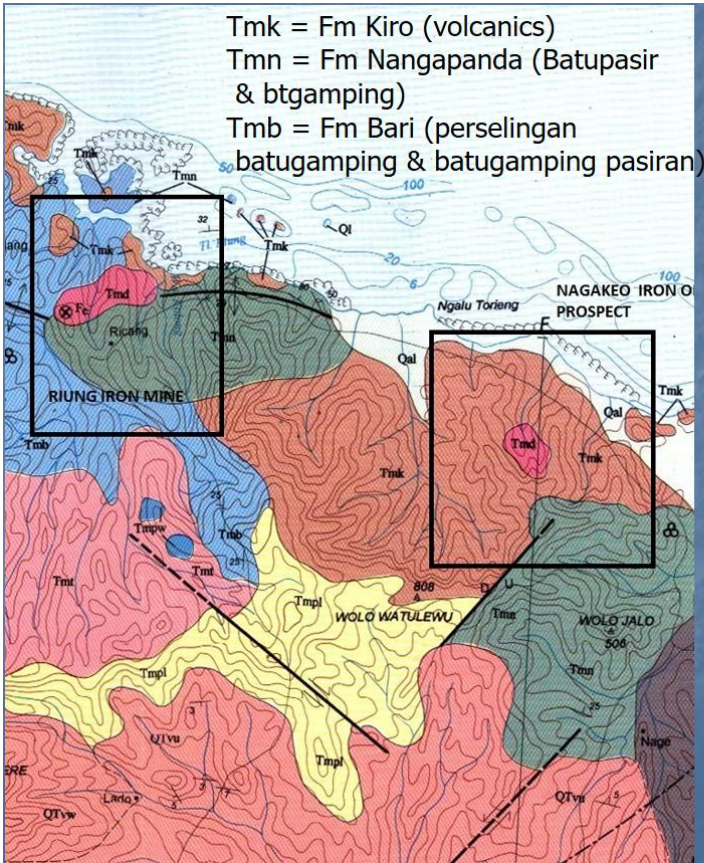
Red Mud Location	CRM	CRM Grade in Red Mud	Extraction Techniques	Efficiency (%)	References
Yunani	Sc, LTJ	127,9 ppm Sc, 2.4 – 418 ppm LTJ	Ekstraksi dengan HCl 0,5 M	68% Sc, 33–70% LTJ	(Ochsenkühn-Petropulu dkk, 1996)
			Ekstraksi dengan HNO ₃ 0,5 M dengan rasio liquid-to-solid = 1/50	80% Sc, 29–96% LTJ	
Australia	Sc	54 ppm Sc	Ekstraksi dengan H ₂ SO ₄ dan asam organofosfat	99% Sc	(Wang dkk, 2013)
China	Sc, LTJ	158 ppm Sc, ~2000 ppm LTJ	Bioleaching (A. niger)	40% Sc, 40% Eu, 35% La	(Qu dan Lian, 2013; Qu dkk, 2013, 2015)
Turki	Ga, V	25 ppm Ga, 200 ppm V	Autoclave leaching dengan rasio liquid-to-solid = 6	56% Ga, 66% V ₂ O ₅	(Abdulvaliyev dkk, 2015)
Hungaria	Ga	44,8 ± 0,2 ppm dan 26,6 ± 1,2 ppm	Ekstraksi dengan HCl 0,5 M	44,3 ± 2,3% Ga	(Ujaczki dkk, 2017)

Summarized by Nabilah et al. (2021)

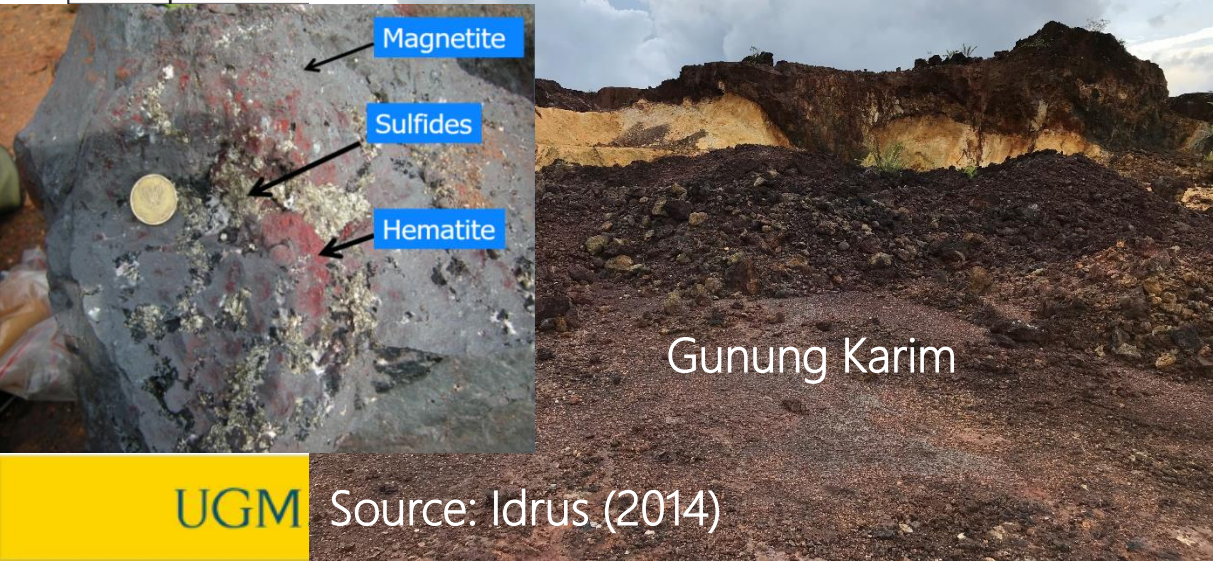
Iron: Skarn Ore, A Promising Fe Ore Type in Indonesia?



Nagakeo Iron Skarn, Flores Island



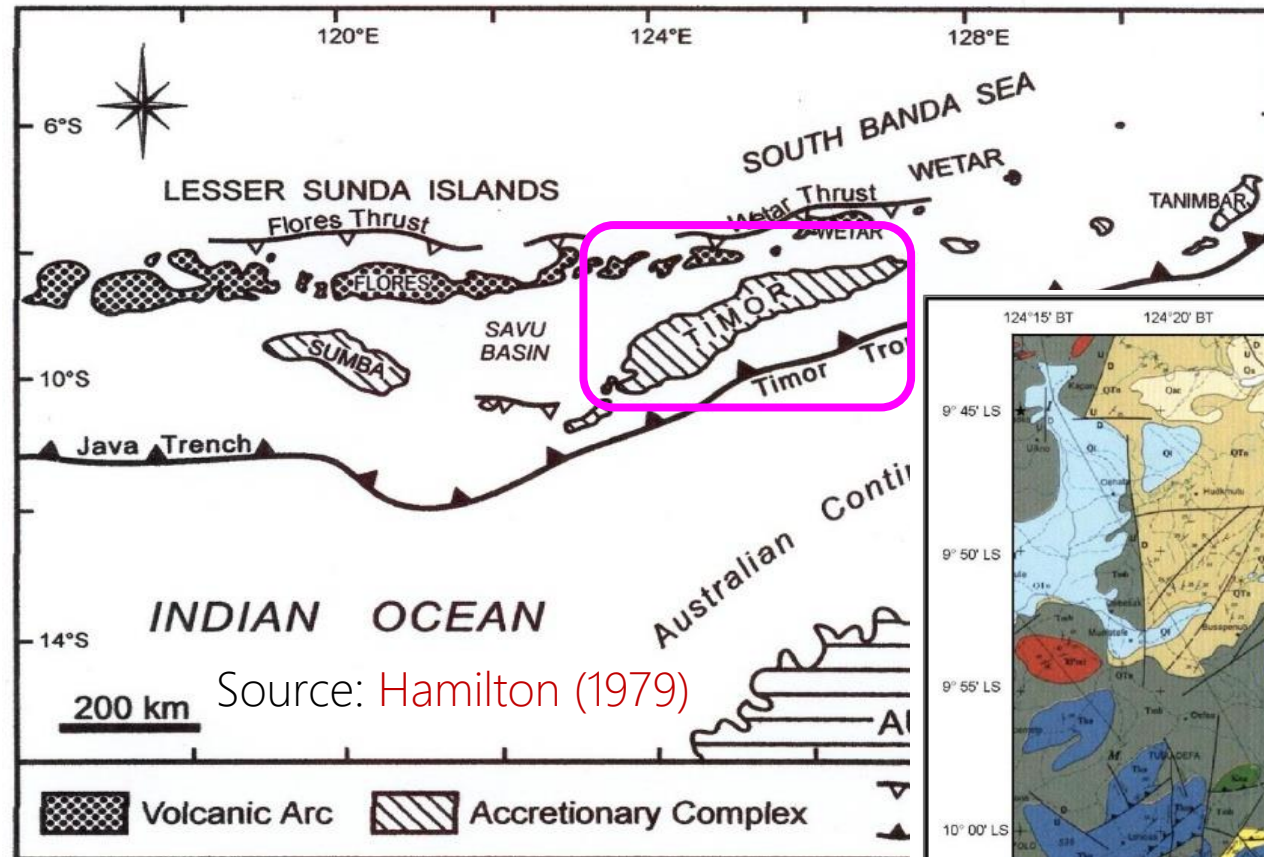
Source: Idrus (2014)



Manganese: Timor Island - hosted by Nakfunu & Ofu Fm.

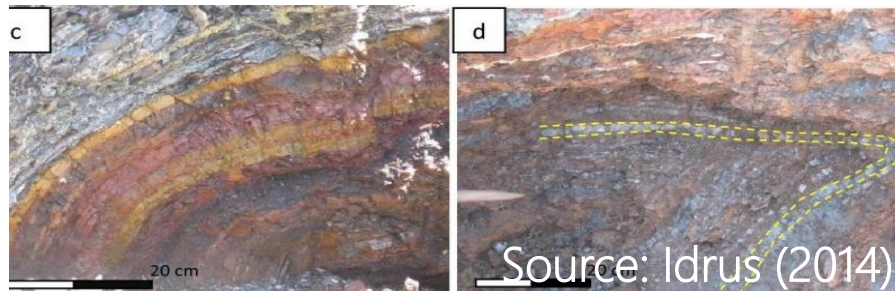
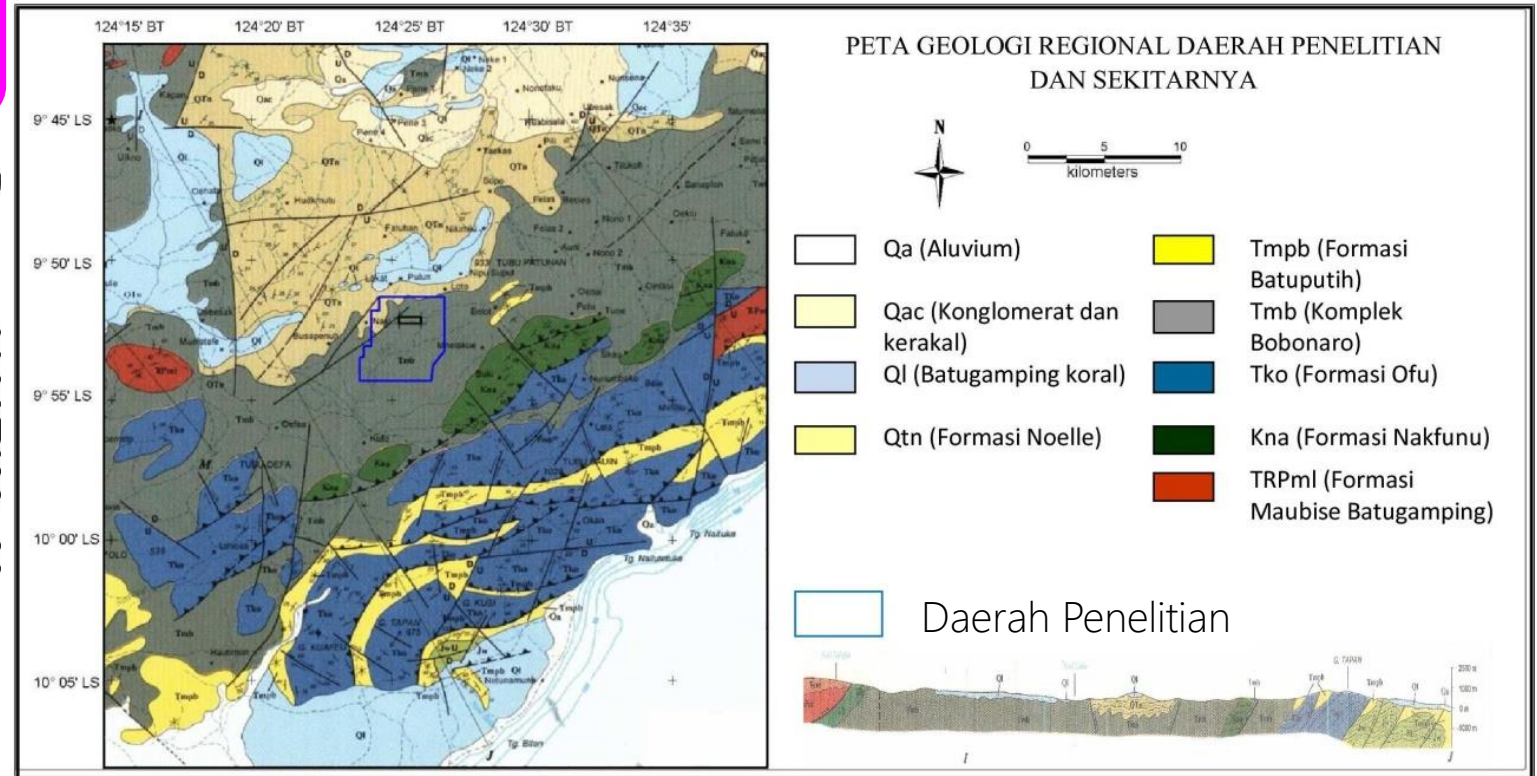


UNIVERSITAS GADJAH MADA



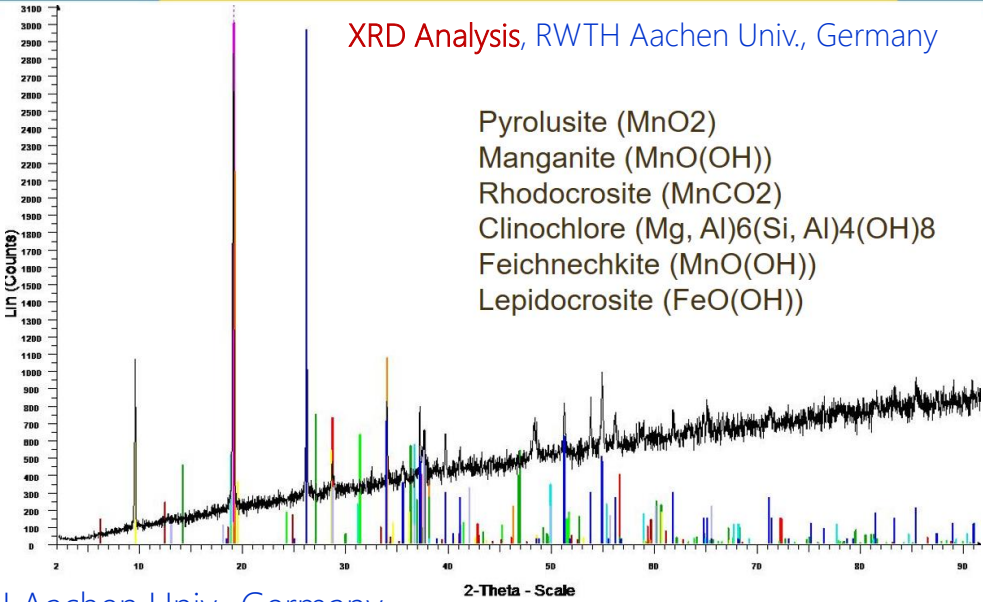
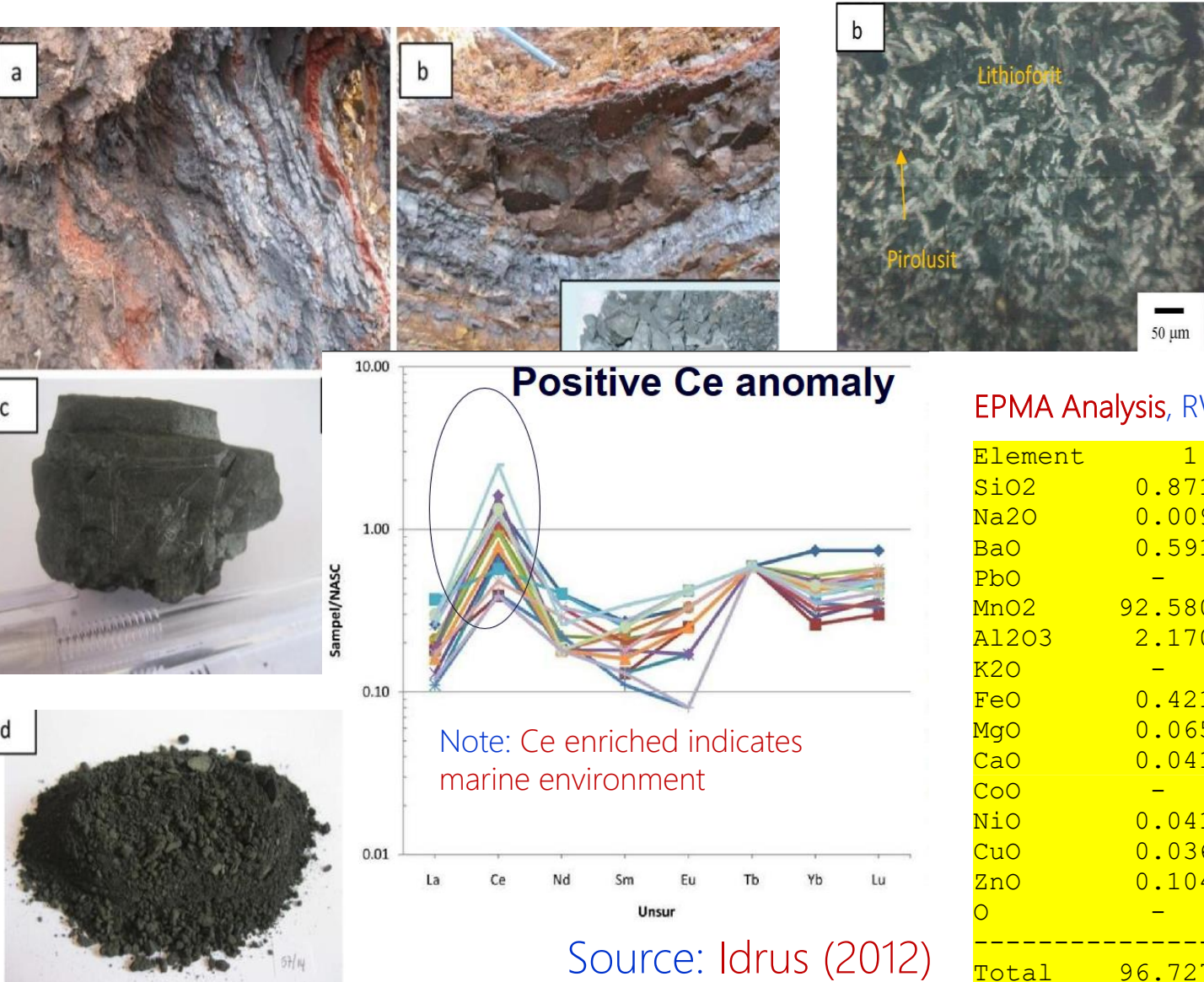
LITHOLOGICAL UNITS:

- (1) **Nakfunu Fm.** = white-pinkish limestone calcilutite intercalated with redish-redish brown claystone, radiolarian chert, slate and marl.
- (2) **Bobonaro Complex:** scaly clay containing various xenoliths.
- (3) **Mud volcano** is composed of greyish clay containing rare sulfur



Regional Geology of Kupang-Atambua sheet (Suwitodirjo & Tjokrosapoetro, 1996)

Manganese: Mn Layers hosted by Nakfunu & Ofu Fm.



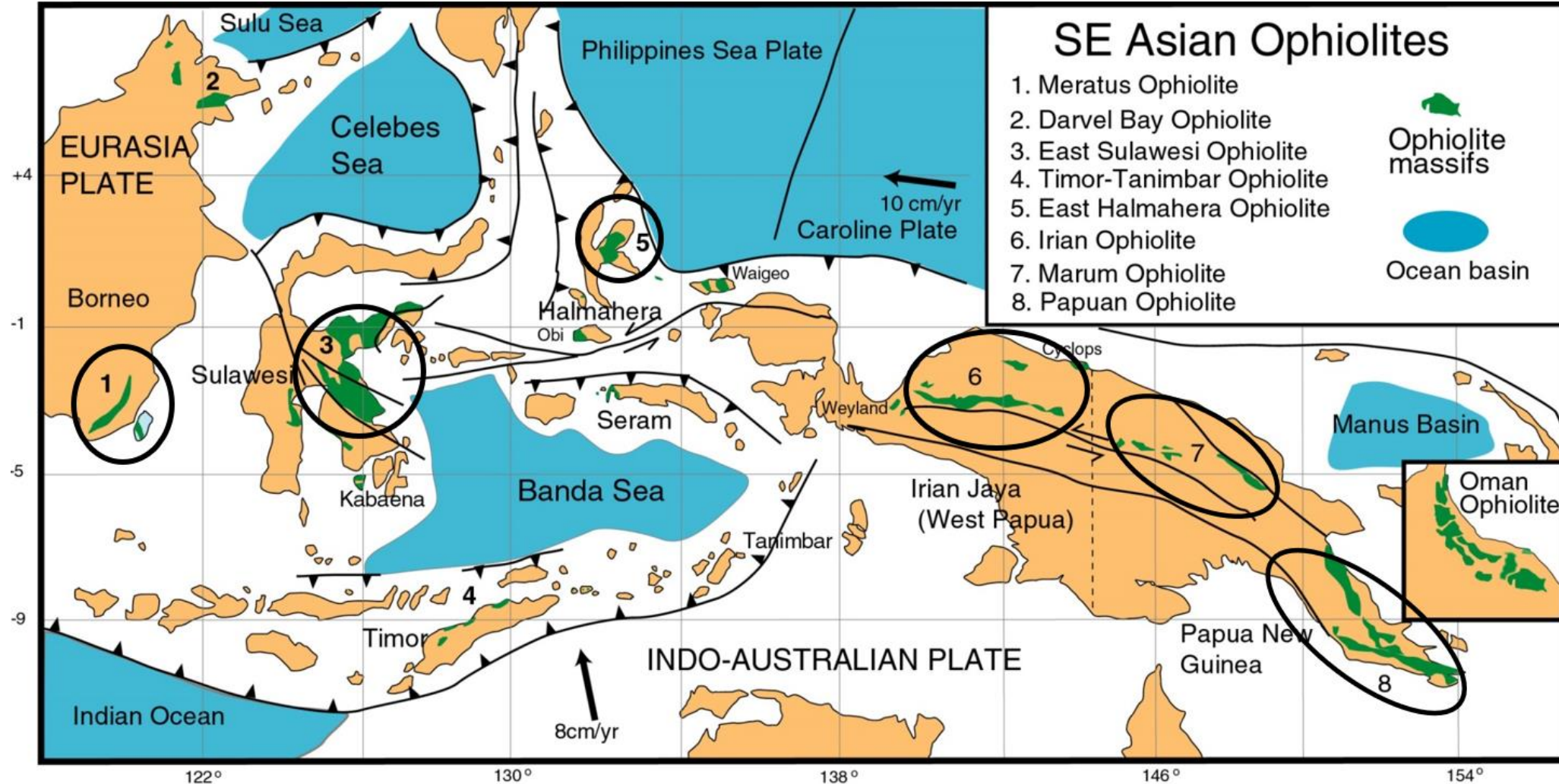
EPMA Analysis, RWTH Aachen Univ., Germany

Element	1	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	0.871	1.295	0.442	3.520	3.200	0.655	0.801
Na ₂ O	0.009	0.027	0.044	0.081	0.043	0.073	0.024
BaO	0.591	0.575	0.253	0.598	0.173	0.314	0.116
PbO	-	-	-	-	0.045	-	-
MnO ₂	92.580	92.050	93.670	88.800	60.620	59.730	61.250
Al ₂ O ₃	2.170	2.240	0.912	1.824	20.240	22.370	21.370
K ₂ O	-	0.950	0.484	0.781	0.921	0.292	0.706
FeO	0.421	0.397	0.726	0.649	0.483	0.463	0.751
MgO	0.065	0.014	0.038	0.068	3.510	3.470	3.710
CaO	0.041	0.041	0.041	0.068	0.072	0.084	0.033
CoO	-	-	0.021	0.017	0.076	0.157	0.084
NiO	0.041	0.032	0.034	0.028	0.804	0.599	0.307
CuO	0.036	-	0.050	0.037	0.069	-	0.035
ZnO	0.104	0.082	0.091	0.072	0.186	0.144	0.096
O	-	-	-	-	-	-	-
Total	96.727	97.702	96.807	96.542	90.443	88.350	89.283

Nickel: Lateritic Nickel Sourced Ophiolites Distribution



UNIVERSITAS GADJAH MADA

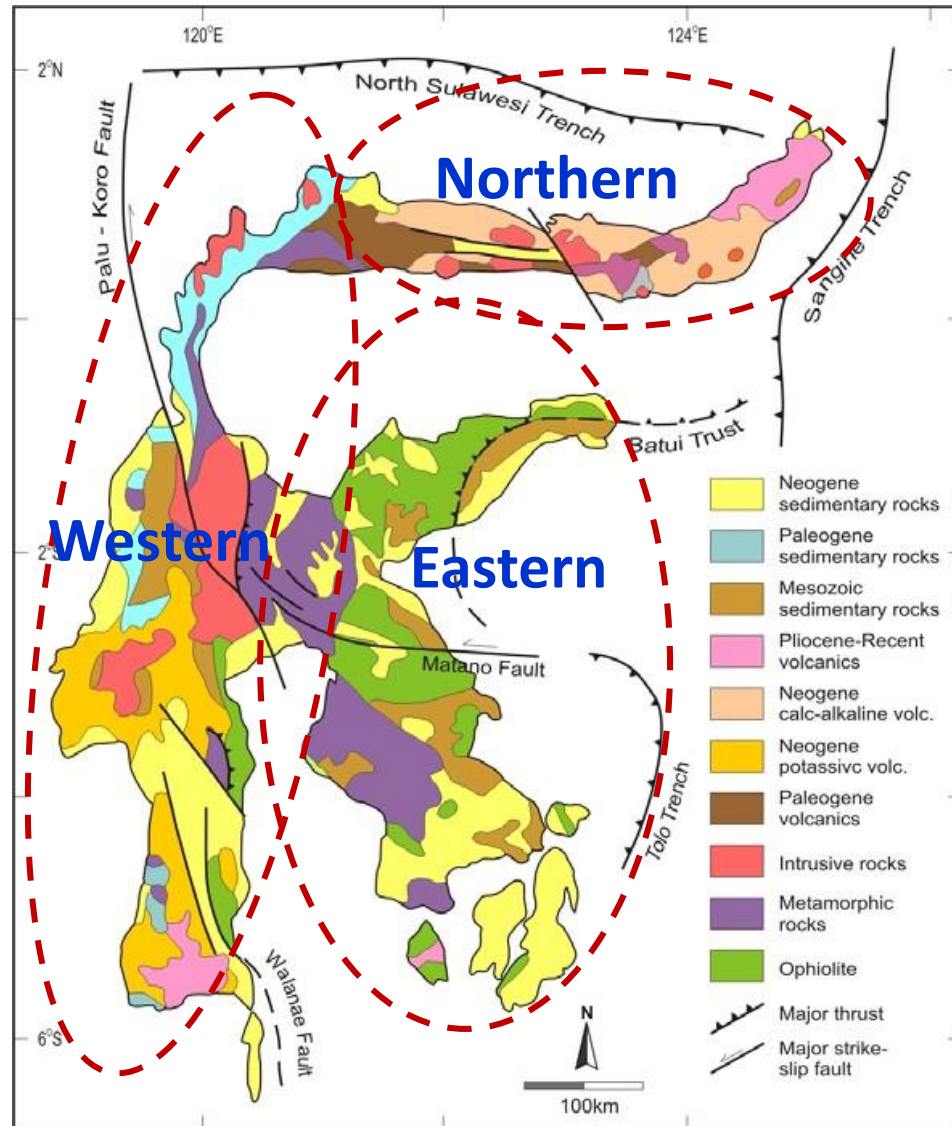


Source: Kadarusman (2001)

Major Lateritic Nickel Islands: Sulawesi & Halmahera

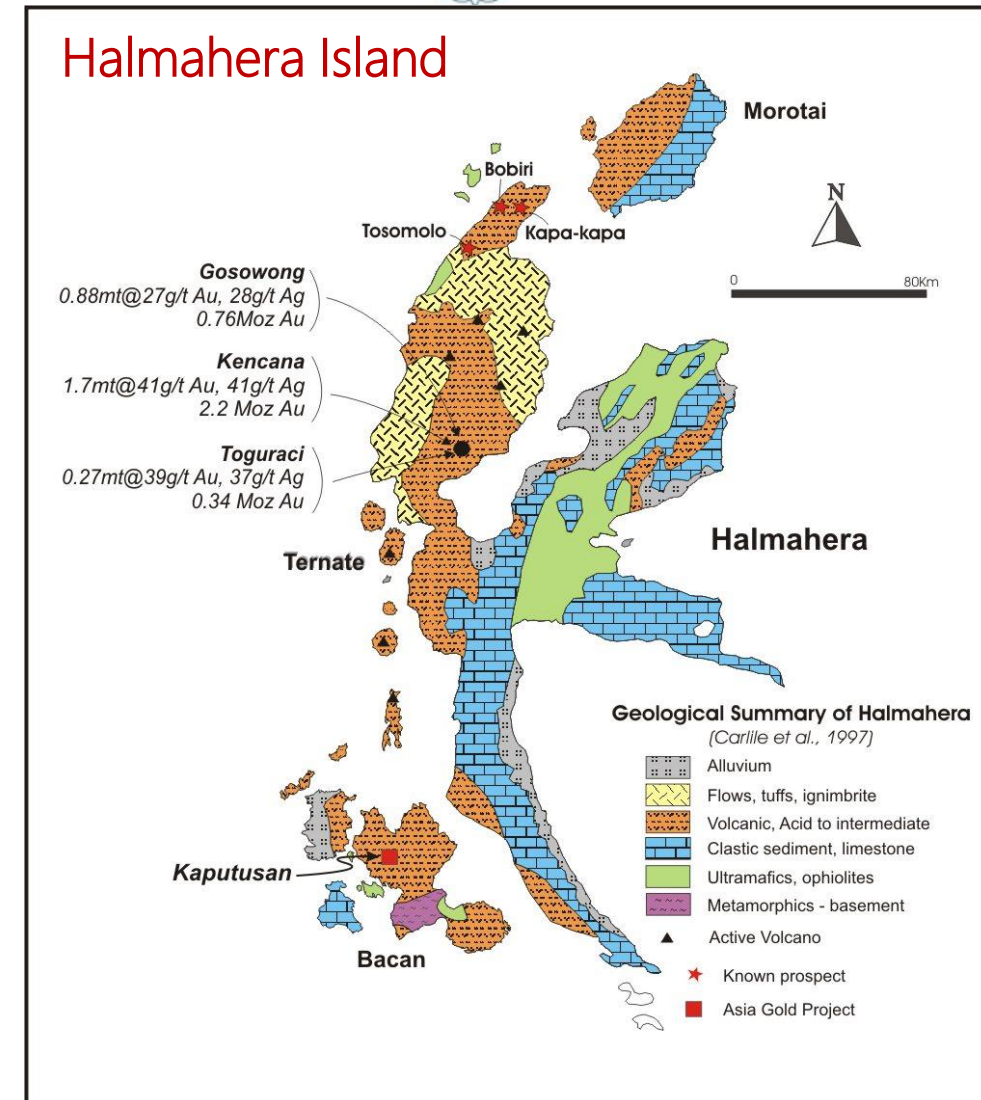


UNIVERSITAS GADJAH MADA



Source: van Leeuwen & Pieters (2011)

Halmahera Island



Source: Gemmell (2007)

Lateritic Nickel & Associated Critical Minerals



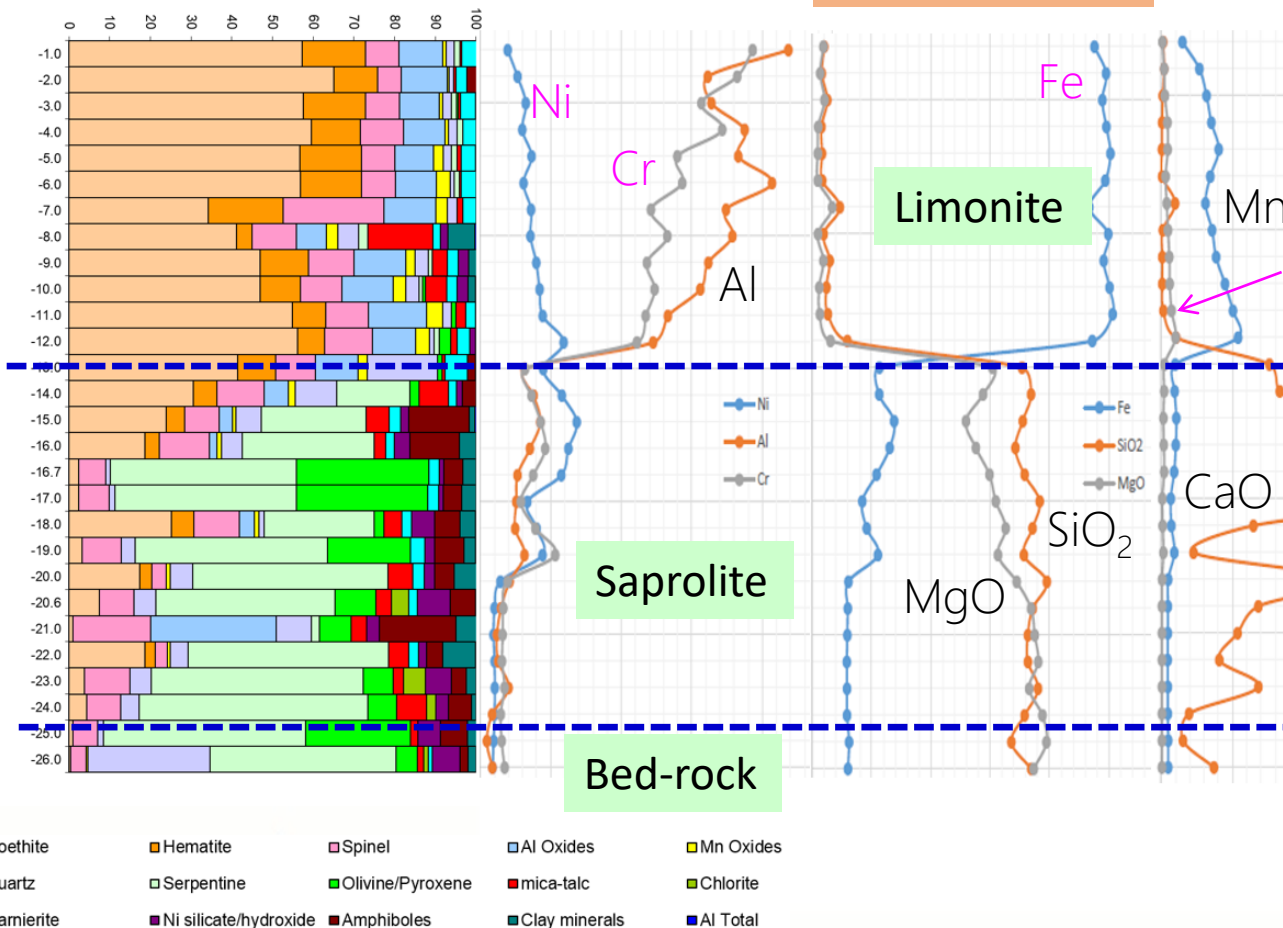
UNIVERSITAS GADJAH MADA

Mineralogy

Geochemistry

Associated Critical Minerals:

Fe (iron)
Cr (chromite)
Co (cobalt)
Sc (Scandium)
PGM (Platinum Group Metals)



PGM in podiform chromitite



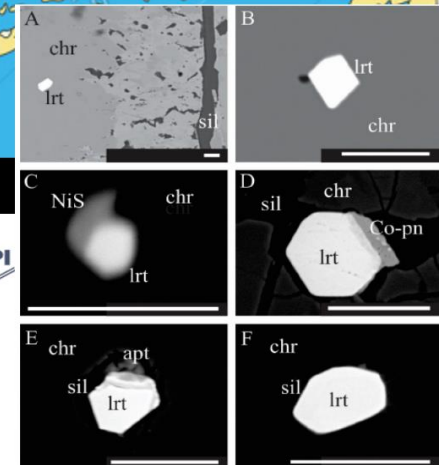
minerals



Article

Chromite Composition and Accessory Minerals in Chromitites from Sulawesi, Indonesia: Their Genetic Significance

Federica Zaccarini ^{1,*}, Arifudin Idrus ² and Giorgio Garuti ¹



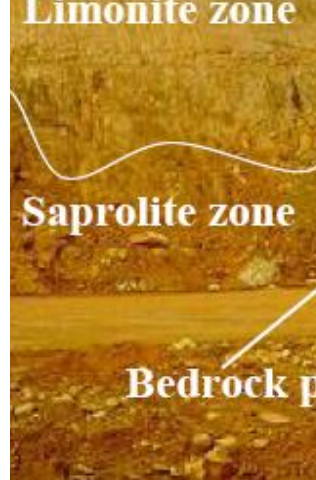
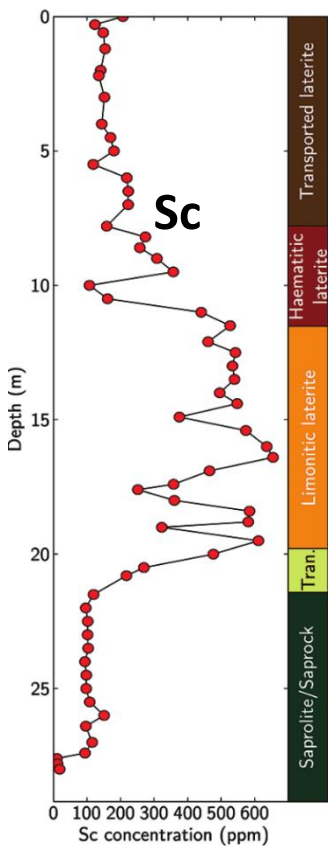
Source: Geological Agency (2020)



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Profile of Indonesian Lateritic Nickel & (Cobalt)

Chassé (2017)



Ferricrete

"Limonite"

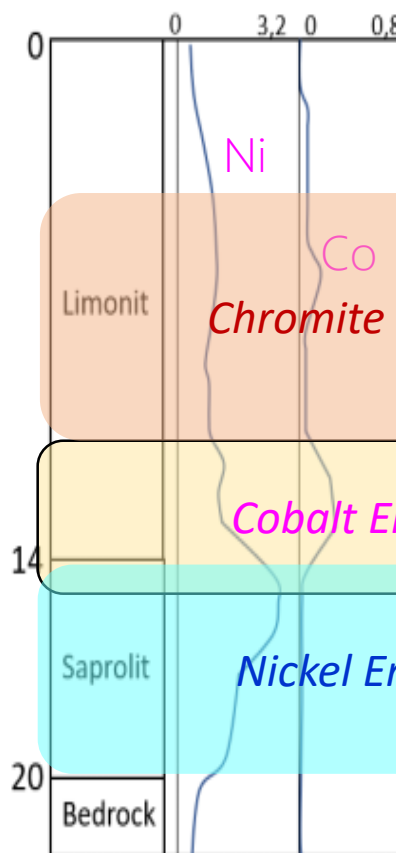
Saprolite

Saprock

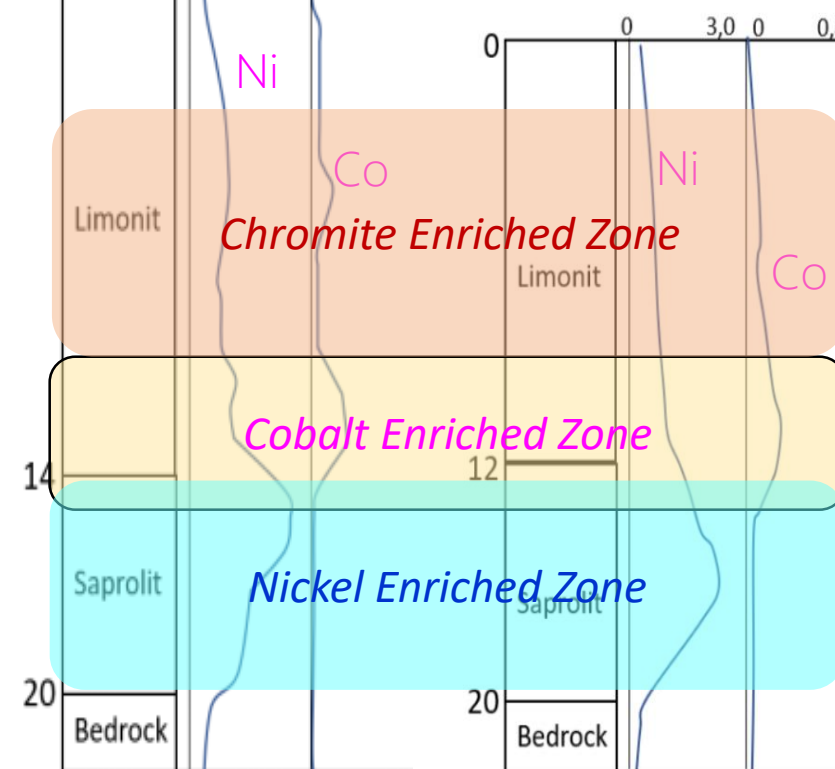
Bedrock

Fe	MgO	Ni	Co
>50%	<0.5%	<0.6%	<0.1%
40-50%	0.5-5%	0.8-1.5%	0.1-0.2%
10-25%	15-35%	1.5-3%	0.02-0.1%
5%	35-45%	0.3%	0.01%

Soroako



Weda



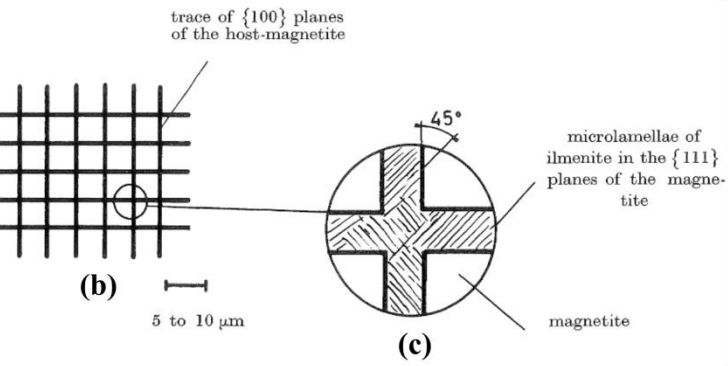
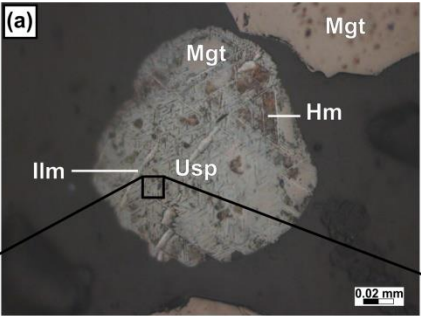
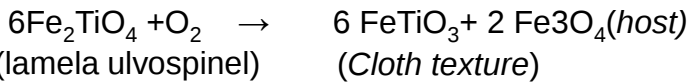
Source: PT. INCO/Vale

Source: Anbiyak & Cahyaningrum (2021)

Mineral pembawa Fe, Ti, dan V pada Endapan Pasir Besi Pantai Selatan Jawa

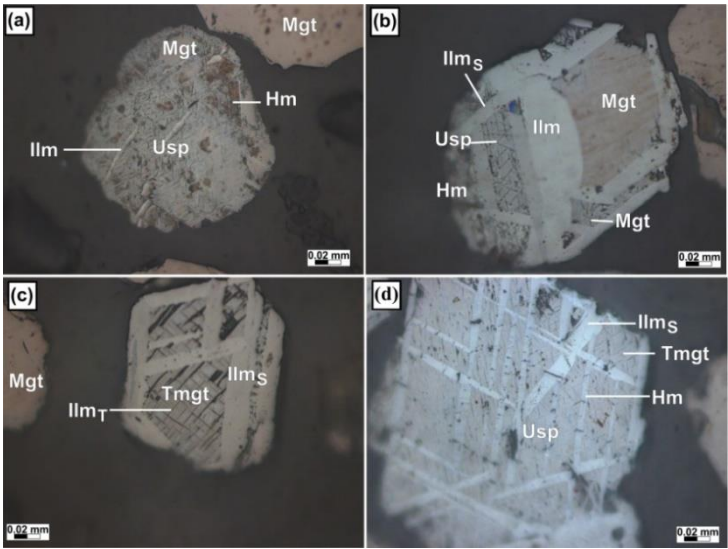
Cloth texture (titanomagnetit_{ss})

(Oksidasi ulvospinel) (Ilmenit + Magnetit)

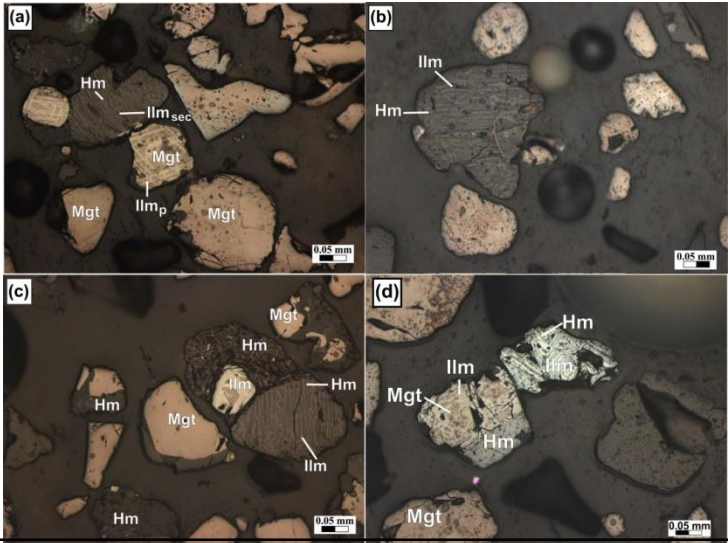


- (a) Kenampakan magnetit sebagai *host mineral* pada sampel CJR 06 (perbesaran 50x)
- (b) Model konseptual *cloth texture* pada magnetit (Duchesne, 1970),
- (c) mikro lamela ilmenit pada magnetit. (Ilm=ilmenit, Usp=ulvospinel, Hm=hematit, dan Mgt=magnetit)

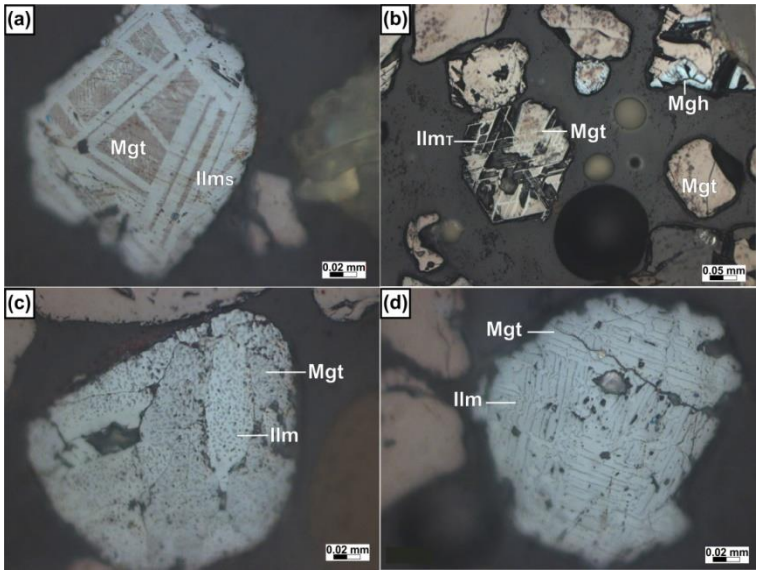
Eksolusi titanomagnetit (Magnetit-ulvospinel_{ss})



Ilmenit eksolusi hematit



Magnetit eksolusi ilmenit



- a) Mineralogi pembawa vanadium dan titanium pada wilayah penelitian diinterpretasikan berasal dari dua mineral utama yakni **magnetit dan ilmenit (Fe-Ti Oxides)**
- b) Pengamatan tekstur khusus pada kedua mineral tersebut akan menunjukkan **proses pengkayaan kehadiran vanadium dan titanium baik pada tekstur magnetit homogen, ilmenit homogen, ataupun *intergrowth* magnetit dan ilmenit (Magnetit-ulvospinel_{ss}, *trellis texture*, *sandwich texture*, dan *composite texture*)**



Selected Deposit Types and Associated Critical Minerals

No.	Tipe Endapan	Komoditi utama/ Mineral Kritis	By product & Critical Minerals
1	Nikel laterit	Ni	Cr, Co, Sc, PGM
2	Bauksit	Al	Ga, V, Ti, REE, Sc
3	Timah placer	Sn	REE, Ti, U, Th,
4	Porfiri tembaga	Cu, Au	Ag, Mo
5	Emas orogenik	Au	Hg, Sb, As
6	Skarn logam dasar	Pb, Zn	Ag, Bi, Sb, Cd
7	Skarn besi	Fe	Ti, V, In
8	Pasir besi	Fe	Ti, V
9	Epitermal sulfidasi rendah	Au	As, Hg, Sb
10	Epitermal sulfidasi menengah	Au	Pb, Zn, Se, Te
11	Epitermal sulfidasi tinggi	Au	Cu, Ag
12	SEDEX logam dasar	Pb, Zn	Cu, Ag, As, Bi, Ga, Ge
13	MVT logam dasar	Pb, Zn	Ag, Ge, Ga, In
14	VMS Kuroko	Cu, Pb, Zn	Au, Ag, In, Ga, Ge
15	Manganese sediment layers	Mn	V, Zn, Ba
16	Ion-exchange REE	REE	U, Th

Source: Tim Penyusun NA Mineral Kritis Indonesia (2022)

1. Perkembangan teknologi mendorong perkembangan industri-industri strategis berlangsung cepat sehingga memerlukan **pasokan bahan baku** yang semakin bertambah dalam jenis dan volumenya.
2. Masing-masing kawasan/negara memiliki **risiko** yang berbeda-beda terhadap keberlangsungan pasokan kebutuhan material industri strategis tersebut.
3. Dari kriteria-kriteria potensi mineral, keberadaan industri pengolahan dan neraca perdagangan ekspor-impor komoditi bahan baku industri strategis, diketahui ada **45 komoditi** yang masuk dalam kriteria kritis karena memiliki potensi gangguan pasokan.



DIREKTORAT JENDERAL MINERAL DAN BATUBARA
DIREKTORAT PEMBINAAN PROGRAM MINERAL DAN BATUBARA



BRIN
BADAN RISET
DAN INOVASI NASIONAL



Critical
Minerals

1. Dilakukan upaya **eksplorasi** yang lebih cepat dan luas untuk mendapatkan dan meningkatkan status **sumberdaya dan cadangan** mineral kritis yang telah terbukti keberadaanya di Indonesia.
2. Mengkaji lebih lanjut konsep-konsep geologi untuk menemukan **potensi mineral kritis** yang saat ini belum diketemukan sumber daya dan cadangannya di Indonesia
3. Meningkatkan **tata kelola pertambangan mineral** dengan mengoptimalkan **eksplorasi dan ekstraksi mineral-mineral ikutan** dari suatu deposit bahan tambang.
4. Mengupayakan tumbuhnya **industri-industri hulu pengolahan** untuk meningkatkan nilai tambah pemanfaatan sumber daya mineral dan menjamin pasokan bahan baku industri strategis nasional
5. Mendorong berkembangnya **industri hilir** manufaktur produsen komponen – komponen industri strategis nasional
6. Menjaga **hubungan multilateral (kawasan) dan bilateral (antar negara)** pemasok mineral kritis yang belum tersedia di Indonesia.



DIREKTORAT JENDERAL MINERAL DAN BATUBARA
DIREKTORAT PEMBINAAN PROGRAM MINERAL DAN BATUBARA



BRIN
BADAN RISET
DAN INOVASI NASIONAL



Critical
Minerals

KONSEP TATA KELOLA MINERAL STRATEGIS/KRITIS

Sumber: Kemenko Marves RI (2022)

KEGIATAN HULU

TERSEDIA CADANGAN

TERSEDIA SUMBER DAYA

TIDAK TERSEDIA SUMBER
DAYA & CADANGAN

1. Penyelidikan umum, eksplorasi lanjutan dan pengembangan, infill drilling, produksi
2. Paket ekonomi/ kebijakan lain
3. Lelang/ Penugasan BUMN dalam rangka mengurangi impor bahan baku.
4. Eksplorasi Mineral Kritis/Strategis dapat diberikan insentif/grand di daerah terpencil.
5. Insentif untuk R&D mineral kritis.
6. Mineral kritis hanya dapat diusahakan melalui Ijin Usaha Pertambangan

PENGOLAHAN/ PEMURNIAN

POHON INDUSTRI

TERSEDIA/TIDAK
TEKNOLOGI

RANTAI PASOK

1. Penelitian dan pengembangan teknologi
2. Paket ekonomi/ kebijakan industri pioneer.
3. Optimalisasi pemanfaatan low grade
4. Optimalisasi unit pengolahan/ pemurnian.
5. Penugasan BUMN dalam rangka ketahanan devisa negara. (emas)
6. Ketentuan perpajakan untuk mineral Kritis/Strategis di tarik ke Pusat.
7. Insentif penggunaan green energy untuk mineral kritis/strategis, baik untuk penyedia listrik maupun penggunaanya.

PERDAGANGAN

DALAM NEGERI

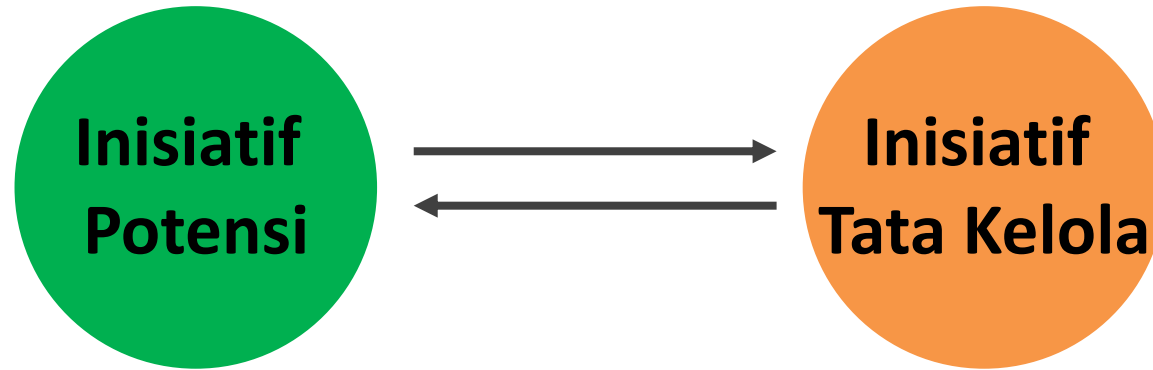
EKSPOR

IMPOR

1. Ekspor mineral kritis yang memiliki SD dan Cadangan dilakukan oleh BUMN.
2. Tidak mempunyai SDC impor dapat dilakukan dalam rangka pemenuhan industry dalam negeri (pemerintah memberikan kemudahan pelaksanaan impor).

RECYCLING & SISA HASIL PENGOLAHAN

1. Sisa hasil pengolahan yang bernilai ekonomis dan dapat diolah Kembali untuk mendapatkan mineral kritis dikeluarkan dari kategori limbah B3
2. Industri Recycling untuk produk yang mengandung mineral kritis diberikan insentif.ID



- Inventarisasi potensi
 - Penemuan deposit baru
- Peningkatan status sumber daya
 - Karakterisasi bijih

- Peningkatan Nilai Tambah
- Industri pemurnian/pengolahan
- Industri manufaktur
- Kebijakan perdagangan
- **Kepentingan strategis nasional**



DIREKTORAT JENDERAL MINERAL DAN BATUBARA
DIREKTORAT PEMBINAAN PROGRAM MINERAL DAN BATUBARA



BRIN
BADAN RISET
DAN INOVASI NASIONAL



Critical
Minerals



INISIATIF POTENSI

- Geologically the critical and strategic minerals are promising, but it needs a sustainable, massive and systematic exploration; and an innovative extraction technology to meet our own mineral characteristics.
- Penguatan data geologi CRM melalui kegiatan penyelidikan, inventarisasi dan kegiatan eksplorasi awal (Badan Geologi)
- Vitalisasi lembaga riset (BRIN) dalam penelitian CRM, koordinasi antara lembaga riset dan kementerian terkait dan juga dengan universitas, serta penguatan kolaborasi riset CRM dan aspek geometalurginya
- Penguatan laboratorium riset CRM dan fasilitas pendukung: EPMA, QemScan/MLA, ICP-MS/AES/OES, dan LA-ICPMS



INISIATIF POTENSI

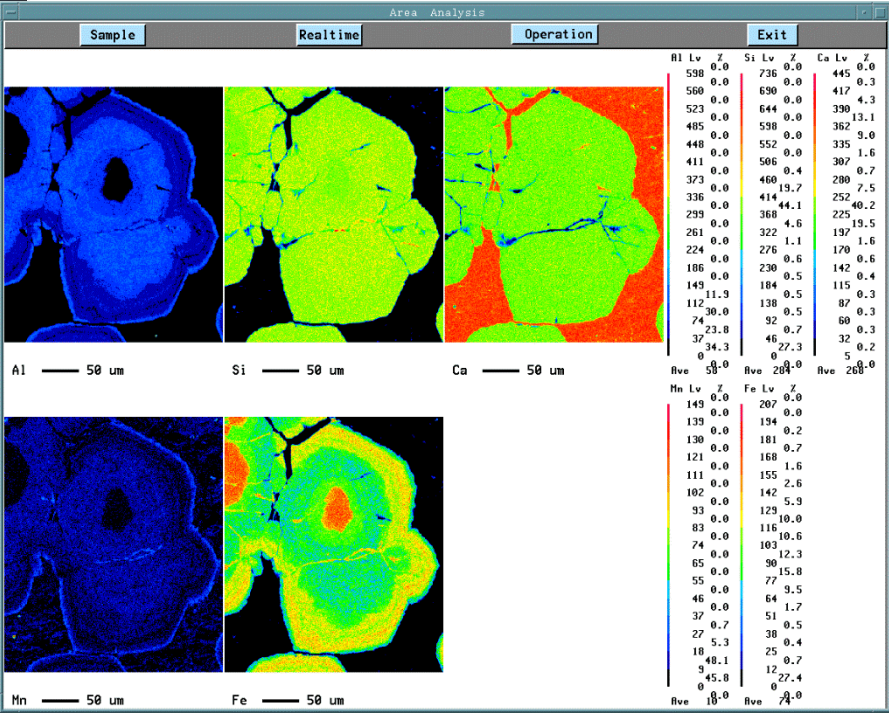
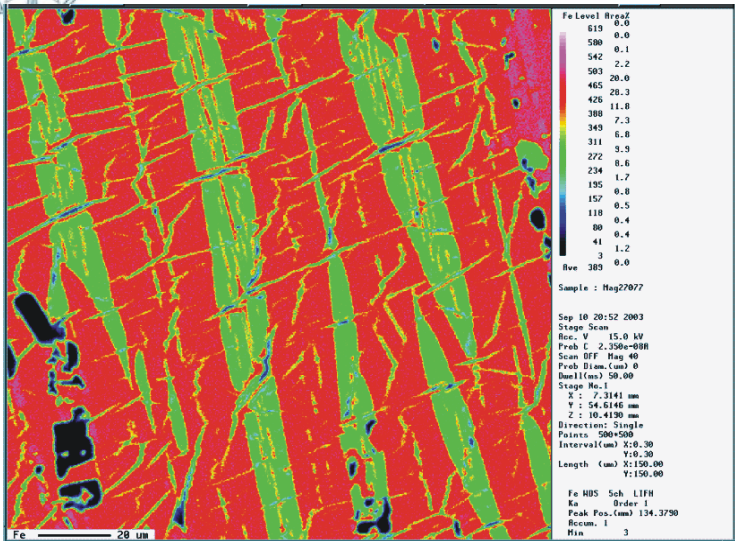
- Pihak perusahaan eksplorasi/tambang untuk melaporkan (dalam PHE/Pelaporan Hasil Eksplorasi) secara lengkap terkait **karakteristik endapan** (**mineralogi, geokimia, kimia mineral**) terutama data *bulk-geochemistry* yang komprehensif: unsur mayor, unsur minor dan unsur jejak sampai REE dan PGM dengan menggunakan metoda analisis yang sesuai.
- Terkait hal di atas, perlu diatur mekanisme verifikasi/QAQC terhadap data yang dilaporkan oleh perusahaan eksplorasi/tambang. Bila perlu *peer-review* dari tenaga ahli dari lembaga penelitian dan universitas.

Penguatan Laboratorium Lanjut (Advanced Laboratory)

Idrus et al. (2017)



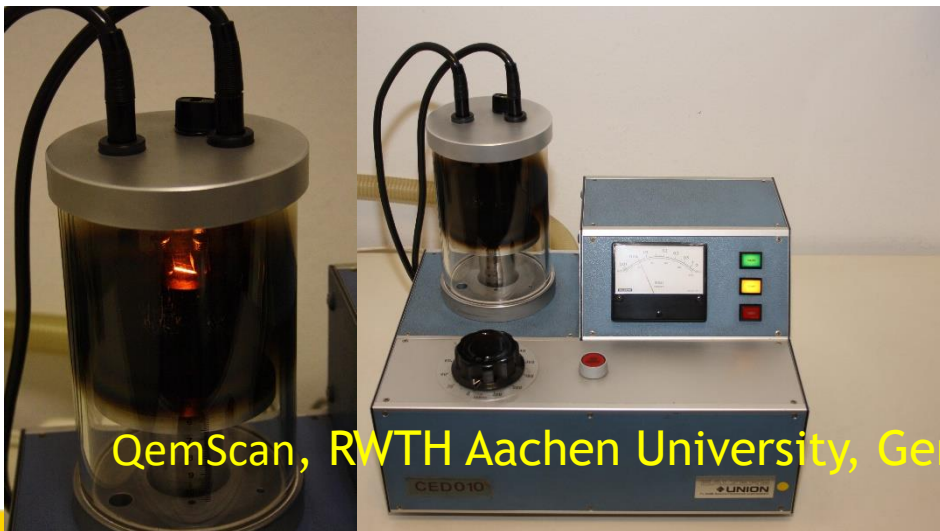
EPMA JEOL JXA-8900R, RWTH Aachen University, Germany



Penguatan Laboratorium Lanjut (Advanced Laboratory)



UNIVERSITAS GADJAH MADA



QemScan, RWTH Aachen University, Germany



UGM.AC.ID

LOCALLY ROOTED, GLOBALLY RESPECTED

Penguatan Laboratorium Lanjut (Advanced Laboratory)

Quantitative mineralogical analysis of CRM deposits: Bridging to Geometallurgy

S. Sindern, L. Gronen, J. Katzmarzyk, A. Hellmann, F.M. Meyer, H. Wotruba

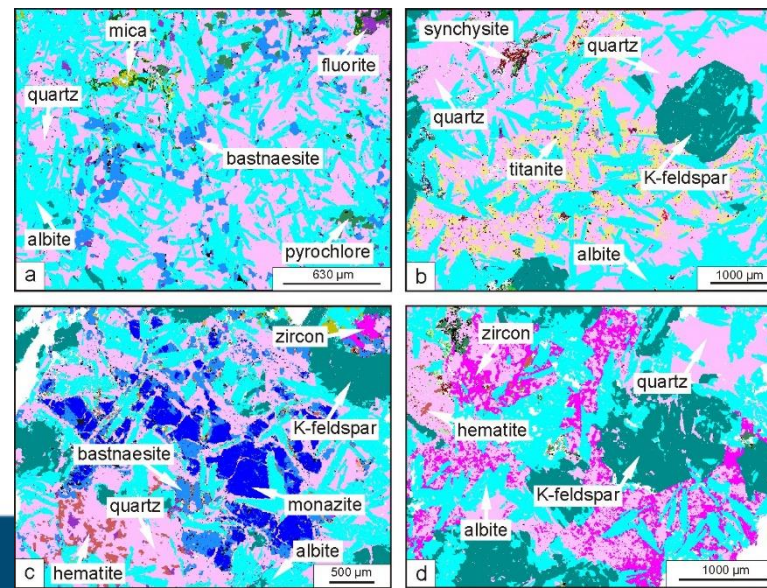
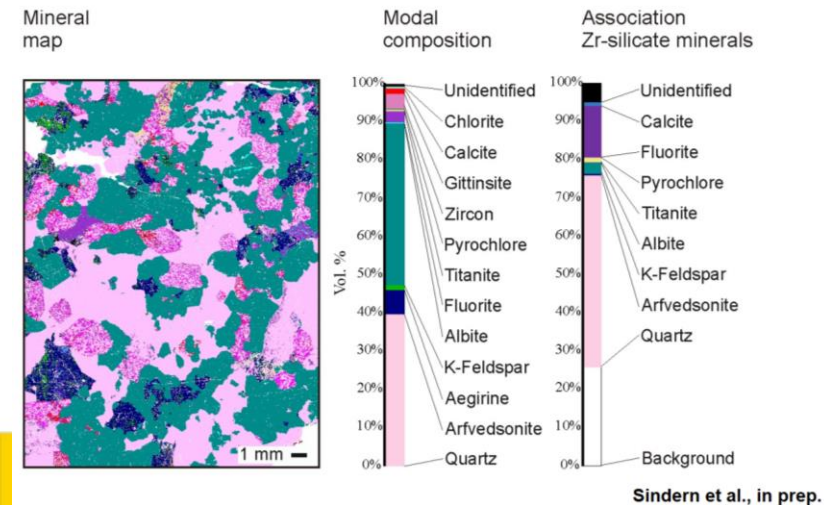
RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Fakultät
Georessourcen
Materialtechnik

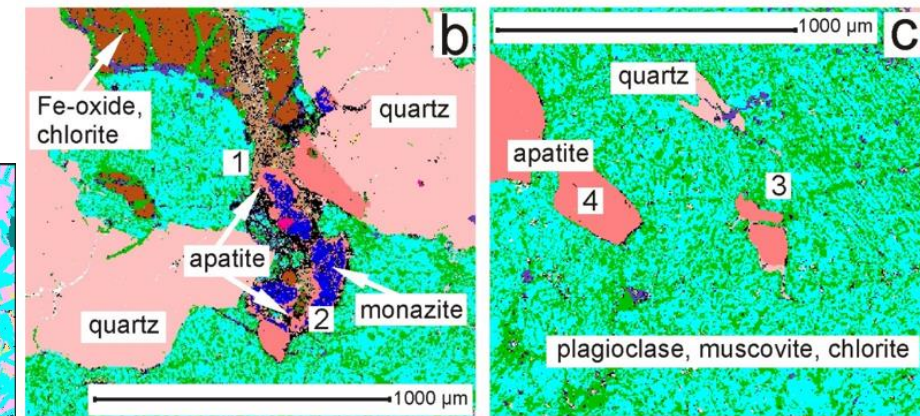
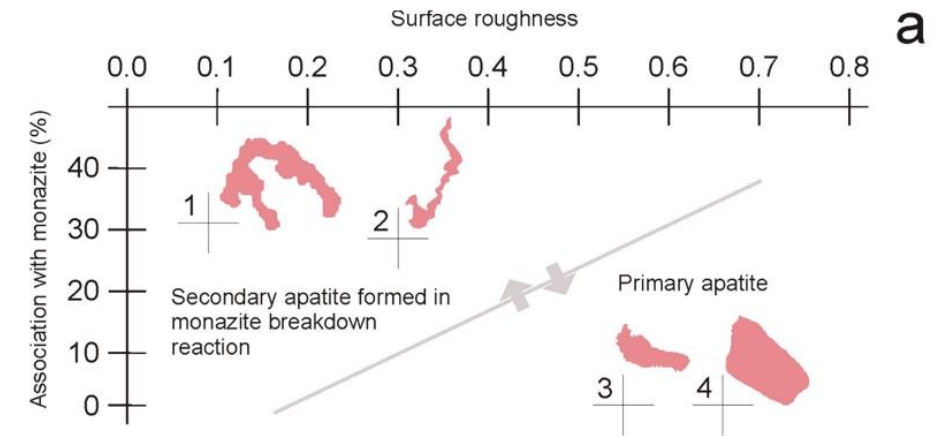
Applied
Mineralogy and
Economic Geology

MGEI
Oct. 22nd 2020

Quantitative automated mineralogy



UNIVERSITAS GADJAH MADA



Sindern and Meyer (2017)

Fieldscan images: Zr-REE-Nb deposit in alkaline granitoid massif

ROOTED, GLOBALLY RESPECTED

Penguatan Laboratorium Lanjut (Advanced Laboratory)



UNIVERSITAS GADJAH MADA



TABLE 1. LA-ICPMS Analyses of Selected Pyrite Types from Sukhoi Log, Bendigo, Spanish Mountain and North Carlin Trend

Sample no.	Analysis no.	Interpretation of timing*	Au (ppm)	Al (ppm)	Ti (ppm)	V (ppm)	Cr (ppm)	Mn (ppm)	Fe internal	Co (ppm)	Ni (ppm)
Sukhoi Log									standard		
SL-1-98.5a	FE09A26	D	0.57	6607.92	57.62	8.26	10.23	73.20	453000	144.79	148.14
SL-1-91a	FE09A13	D	0.70	7338.90	102.54	10.98	8.77	80.67	453000	190.48	209.54
SL-524/70.9-1-3	AP04A73	D	1.82	6071.87	49.35	7.22	6.89	22.41	465000	177.12	758.86
SL-156/526-10	MA23A84	D	6.18	9246.36	291.76	45.98	21.16	306.88	465000	175.49	1021.38
SL-156/225-C1-9	MA14A11	D	6.55	4066.04	48.95	5.98	10.71	1969.16	465000	170.80	1252.16
SL-156/225-C2-1 fram	MA14A13	D	7.41	16171.13	159.58	22.58	26.16	1440.06	465000	263.77	1488.36
SL-524/68.5-NC-2	AP04A94	D	5.02	29315.18	174.63	45.80	44.04	256.14	465000	2016.51	1023.10
North Carlin Trend											
R11-156-4-225-1-1	AU21A01	D-UM	10.60	1950.36	269.51	2691.56	1185.40	168.83	465000	16.55	9601.35
R11-156-4-225-4-2	AU21A02	D-UM	72.35	3768.47	113.88	2169.82	1140.22	303.10	465000	12.68	8946.21
R11-156-4-225-9-2	AU21A12	D-UM	168.71	10488.63	144.99	4542.47	437.82	891.15	465000	2.91	2987.64
R11-156-4-225-15-1	AU21A22	D-UM	15.78	2895.74	648.97	3320.86	1056.59	235.47	465000	4.92	3885.64
R11-156-4-224-2-1	AU21A28	D-UM	9.54	5780.40	103.33	859.22	263.57	830.99	465000	6.80	3667.59
R11-156-4-224-3-2	AU21A32	D-UM	20.28	6922.84	81.99	1843.82	381.65	1039.77	465000	4.27	1169.42
R11-156-4-224-7-4	AU21A41	D-UM	16.37	485.55	36.31	883.05	524.01	480.57	465000	18.55	8035.61
M-EX92_904_1b	FE15A03	HR	207.35	3637.65	10.40	1.10	9.56	6.82	465000	84.04	70.41
M-EX92_904_1c	FE15A04	HR	131.99	1517.28	74.71	0.14	<9	3.75	465000	155.40	90.48
M-EX92_904_3d	FE15A13	HR	338.48	69878.16	139.44	57.40	66.36	<1	465000	71.11	32.76
M-EX92_904_3c	FE15A15	HR	52.74	2131.05	161.26	3.35	-6.58	<17	465000	56.79	43.18
M-DOL(ii)_1b	FE15A49	HR	1510.08	147.48	55.21	1.52	28.56	57.22	465000	1.76	48.63
M-DOL(ii)_3a	FE15A52	HR	1620.56	77.71	4.16	2.82	<3	25.52	465000	1.49	7.12
M-DOL(ii)_4c	FE15A56	HR	1858.61	855.39	<27	<3	<38	27.76	465000	<5	23.81
M-DOL(ii)_4a	FE15A58	HR	1441.70	58.50	30.00	1.63	4.63	20.16	465000	0.43	9.97

Penguatan Laboratorium Lanjut (Advanced Laboratory)



UNIVERSITAS GADJAH MADA



Complete Characterization Packages

By combining a number of methods into one cost effective package, a complete sample characterization is obtained. These packages combine whole rock analysis, trace elements by fusion, aqua regia digestion for the volatile trace elements, carbon and sulfur by combustion analysis, and several detection limit options for the base metals.

Other method combinations are available for complete characterization. Please enquire with your local client services team for more information.

These packages are suitable only for unmineralized samples. To add gold analysis, please see the Precious Metals section.

Minimum sample size is 10g.

ALS Canada
www.alsglobal.com

CODE	ANALYTES AND RANGES (ppm)								PRICE PER SAMPLE
ME-ICP06	SiO ₂	0.01-100%	MgO	0.01-100%	TiO ₂	0.01-100%	BaO	0.01-100%	
	Al ₂ O ₃	0.01-100%	Na ₂ O	0.01-100%	MnO	0.01-100%	LOI	0.01-100%	
	Fe ₂ O ₃	0.01-100%	K ₂ O	0.01-100%	P ₂ O ₅	0.01-100%			
	CaO	0.01-100%	Cr ₂ O ₃	0.002-100%	SrO	0.01-100%			
ME-IR08	C	0.01-50%	S	0.01-50%					
ME-MS31™	Ba	0.5-10,000	Gd	0.05-1,000	Sm	0.03-1,000	W	1-10,000	Sold only as complete packages.
	Ce	0.1-10,000	Hf	0.2-10,000	Sn	1-10,000	Y	0.1-10,000	
	Cr	10-10,000	Ho	0.01-10,000	Sr	0.1-10,000	Yb	0.03-1,000	
	Cs	0.01-10,000	La	0.1-10,000	Ta	0.1-2,500	Zr	2-10,000	
	Dy	0.05-1,000	Lu	0.01-1,000	Tb	0.01-1,000			CCP-PKG01 \$80.35
	Er	0.03-1,000	Nb	0.2-2,500	Th	0.05-1,000			CCP-PKG03 \$90.85 Includes ME-XRF26 instead of ME-ICP06
	Eu	0.03-1,000	Nd	0.1-10,000	Tm	0.01-1,000			
	Ga	0.1-1,000	Pr	0.03-1,000	U	0.05-1,000			
	Ge	5-1,000	Rb	0.2-10,000	V	5-10,000			
	As	0.1-250	In	0.005-250	Se	0.2-250			CCP-PKG05 \$93.65 Includes ME-MS61™ instead of ME-4ACD81
ME-MS42™*	Bi	0.01-250	Re	0.001-250	Te	0.01-250			
	Hg	0.005-25	Sb	0.05-250	Tl	0.2-250			
ME-4ACD81	Ag	0.5-100	Cu	1-10,000	Ni	1-10,000	Zn	2-10,000	CCP-PKG06 \$105.95 Includes ME-MS61L™ with super trace detection limits.
	Cd	0.5-1,000	Li	10-10,000	Pb	2-10,000			
	Co	1-10,000	Mo	1-10,000	Sc	1-10,000			
ME-MS61™	Ag	0.01-100	Cu	0.2-10,000	Ni	0.2-10,000	Zn	2-10,000	CCP-PKG06 \$105.95 Includes ME-MS61L™ with super trace detection limits.
	Cd	0.02-1,000	Li	0.2-10,000	Pb	0.5-10,000			
	Co	0.1-10,000	Mo	0.05-10,000	Sc	0.1-10,000			
ME-MS61L™	Ag	0.002-100	Cu	0.02-10,000	Ni	0.08-10,000	Zn	0.2-10,000	CCP-PKG06 \$105.95 Includes ME-MS61L™ with super trace detection limits.
	Cd	0.005-1,000	Li	0.2-10,000	Pb	0.01-10,000			
	Co	0.005-10,000	Mo	0.02-10,000	Sc	0.01-10,000			

Penguatan Laboratorium Lanjut (Advanced Laboratory)



UNIVERSITAS GADJAH MADA

Platinum Group Elements

Platinum, palladium, rhodium and gold may be determined by standard lead oxide collection fire assay and ICP-MS or ICP-AES finish. For the full list of platinum group elements, nickel sulfide collection fire assay must be used for a quantitative analysis.

ALS Canada
www.alsglobal.com

CODE	ANALYTE	RANGE (ppm)	DESCRIPTION	PRICE PER SAMPLE
Trace Level				
PGM-MS23L	Pt	0.0001-1	Super trace Pt, Pd and Au by fire assay and ICP-MS finish. 30g nominal sample weight	\$24.05
	Pd	0.0002-1		
	Au	0.001-1		
PGM-MS23	Pt	0.0005-1	Pt, Pd and Au by fire assay and ICP-MS finish. 30g nominal sample weight	\$20.90
PGM-MS24	Pd	0.001-1		\$24.05
	Au	0.001-1		
Rh-MS25	Rh	0.001-1	Rh by fire assay, gold collection and ICP-MS. 30g nominal sample weight	\$24.60
PGM-MS25NS	Au Full PGE Suite	0.005-10 0.002-10	Au, Pt, Pd, Ir, Os, Rh, Ru by nickel sulfide collection fire assay and ICP-MS finish. 30g nominal sample weight.	\$165.80
PGM-ICP23	Pt	0.005-10	Pt, Pd and Au by fire assay and ICP-AES finish. 30g nominal sample weight	\$19.90
PGM-ICP24	Pd	0.001-10		\$22.90
	Au	0.001-10		
Ore Grade				
PGM-ICP27	Pt Pd Au	0.01-100 0.01-100 0.01-100	Pt, Pd and Au by fire assay and ICP-AES finish. 30g nominal sample weight	\$21.50



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Terimakasih...😊

LOCALLY ROOTED, GLOBALLY RESPECTED

UGM.AC.ID