

ANALISIS MINERAL YANG STRATEGIS UNTUK PERTAHANAN NEGARA DI KABUPATEN BENGKAYANG, KALIMANTAN BARAT

THE ANALYSIS OF MINERALS WHICH ARE STRATEGIC FOR STATE DEFENSE IN BENGKAYANG REGENCY, WEST KALIMANTAN

Tati Herlia dan John Mauritz

(Kerja Sama Balitbang Kemhan dengan Pusat Geologi & Panas Bumi Badan Geologi Kementerian ESDM)
tatiherlia@yahoo.co.id; Johnparluhutan@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merumuskan mineral strategis apa saja yang ditemukan di Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat, berapa besar kandungannya, dan apakah mineral tersebut ekonomis untuk pertahanan negara. Penelitian ini menggunakan metode survei tinjau dengan analisis laboratorium menggunakan Atomic Absorbance Spectrophotometer (AAS). Berdasarkan hasil survei, ditemukan unsur mineral strategis dengan besaran kandungan ppm-nya antara lain Mangan (Mn=5.843 ppm), Molibden (Mo=20 ppm), Stibium (Sb=48 ppm), Kobalt (Co=130 ppm), logam tanah jarang (La=410 ppm, Ce=686 ppm, Pr=243 ppm, Nd=293 ppm, Sm=82 ppm, Gd=59 ppm, Tb=5 ppm, dan Yb=9 ppm). Adapun Kromium (Cr), Nikel (Ni), Titanium (Ti), dan Vadium (V) belum ditemukan.

Kata kunci: Mineral Strategis; Pertahanan Negara

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine any minerals found in Bengkayang Regency, West Kalimantan, how much its content is, and how economical for state defense it is. This study uses review survey with laboratory analysis using Atomic Absorbance Spectrophotometer (AAS). The survey successfully found several strategic minerals. They and their content ppm are Manganese (Mn=5.843 ppm), Molybdenum (Mo=20 ppm), Stibium (Sb=48 ppm), Cobalt (Co=130 ppm), rare earth elements (La=410 ppm, Ce=686 ppm, Pr=243 ppm, Nd=293 ppm, Sm=82 ppm, Gd=59 ppm, Tb=5 ppm, and Yb=9 ppm). As for Chromium (Cr), Nickel (Ni), Titanium (Ti), and Vadium (V) has not been found.

Keywords: Strategic Minerals; National Defense

PENDAHULUAN

Letak Indonesia berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu lempeng tektonik Eurasia, Hindia-Australia, dan Pasifik. Sebagai akibatnya, Indonesia memiliki ancaman bahaya geologi (*geo-hazard*) yang tinggi, namun juga menjadi negara yang kaya akan keanekaragaman energi dan mineral. Berdasarkan hal tersebut, perlu diadakan suatu penelitian tentang sumber daya alam strategis, khususnya mineral, dalam rangka mendukung pertahanan negara. Untuk melaksanakan penelitian ini, Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pertahanan (Balitbang Kemhan) bekerja sama dengan institusi terkait, yaitu Direktorat Jenderal Potensi Pertahanan Kementerian Pertahanan (Ditjen

Pothon Kemhan), Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN), dan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT).

TINJAUAN PUSTAKA

Kerja sama penelitian ini dilaksanakan berdasarkan kesepakatan bersama antara Kementerian Pertahanan, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Badan Tenaga Nuklir Nasional, dan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi Nomor: KB/4/XII/2015; Nomor 16 Ks/05/SJN.H/2015; Nomor: B-12774/BATAN/HHK/KS0001/12/2015; Nomor: 148A/KBBPPT/12/2015, tanggal 17 Desember 2015 tentang Penelitian dan Pengembangan Sumber

Daya Mineral yang Strategis untuk mendukung Pertahanan Negara. Berdasarkan hasil rapat pembahasan tindak lanjut kesepakatan bersama pada tanggal 25 April 2016 di Balitbang Kemhan,

ditentukanlah sembilan unsur mineral yang dinilai strategis. Kesembilan unsur tersebut dapat dilihat secara rinci pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar Sembilan Unsur Mineral yang Strategis

No.	Unsur	Penjelasan Umum	Keterkaitan Indikator
1	Kromium (Cr)	Kromium dalam material logam adalah unsur paduan logam utama (Cr, Ni, dan Mo), terutama berperan menentukan struktur, sifat mekanik, dan ketahanan korosi pada baja tahan karat dan paduan logam berbasis nikel dengan kandungan minimum 10,5%. Rantai pasok Kromium di industri nasional sebagai <i>ferro-chrom</i> (FeCr) dengan sumber daya mineralnya berupa mineral <i>chromite</i> sebagai bijih Kromium. Kandungan unsur Kromium di material Alutsista (Pindad) pada material berbasis <i>ferrous alloys</i> antara lain material <i>steel</i> 14NiCrMo13-4, 16MnCr5, dan yang lainnya (<i>France standard/AFNOR</i>)	<p>§ Unsur penentu material baja menjadi tahan karat (baja tahan karat).</p> <p>§ Material Alutsista kebutuhan PT Pindad berbasis baja tahan karat.</p> <p>§ Sumber daya mineral pembawa unsur Kromium di Indonesia terbatas sebagai mineral <i>chromite</i>.</p> <p>§ Rantai pasok industri nasional dalam bentuk <i>ferro-chrom</i>, namun belum terbangun industri baja tahan karat nasional.</p>
2	Mangan (Mn)	Mangan dalam material logam adalah unsur paduan logam baja tahan karat, terutama berperan meningkatkan kekuatan material. Rantai pasok Mangan di industri nasional sebagai <i>ferro-mangan</i> (FeMn) dan <i>manganese dioxide/oxide</i> (MnO ₂ /MnO) dengan sumber daya mineralnya berupa mineral <i>pyrolusite</i> sebagai bijih Mangan. Kandungan unsur Mangan di material Alutsista (PINDAD) di antaranya material baja 9SMnPb36 dan yang lainnya.	<p>§ Unsur paduan untuk meningkat kekuatan material (baja tahan karat).</p> <p>§ Material Alutsista kebutuhan PT Pindad berbasis baja tahan karat dengan komposisi unsur paduan logam Mn.</p> <p>§ Sumber daya mineral pembawa unsur Mangan Indonesia terbatas sebagai mineral <i>pyrolusite</i>.</p> <p>§ Rantai pasok industri nasional dalam bentuk <i>ferro-mangan</i> dan <i>manganese oxide/manganese dioxide</i>, belum terbangun industri baja tahan karat nasional.</p>

3	Molibden (Mo)	<p>Molibden dalam material logam adalah unsur paduan logam utama baja tahan karat (Cr, Ni, dan Mo) dan penentu bentuk struktur baja tahan karat, terutama sebagai penstabil struktur <i>austenitic</i>. Rantai pasok Molibden di industri nasional belum ada (tidak ada pengusahaannya) dengan sumber daya berupa mineral <i>molybdenite</i> (MoS₂) sebagai bijih dan mineral ikutan di bijih tembaga.</p> <p>Kandungan unsur Molibden di material Alutsista (Pindad) pada material berbasis <i>ferrous alloys</i> antara lain material <i>steel X5CrNiMo17-12-2 (austenitic stainless steel)</i> dan yang lainnya.</p>	<p>§ Unsur paduan untuk meningkat kekuatan material (baja tahan karat) dengan struktur <i>austenitic</i>.</p> <p>§ Material Alutsista kebutuhan PT Pindad berbasis baja tahan karat dengan komposisi unsur paduan logam Mo.</p> <p>§ Sumber daya mineral pembawa unsur Molibden di Indonesia terbatas sebagai mineral <i>molybdenite</i>.</p> <p>§ Rantai pasok industri nasional belum tersedia.</p>
4	Nikel (Ni)	<p>Nikel dalam material logam adalah unsur paduan logam utama baja tahan karat (Cr, Ni, dan Mo) dan juga sebagai logam dasar paduan logam <i>superalloy</i>. Nikel dalam baja tahan karat berperan meningkatkan sifat mekanik, terutama menaikkan tingkat kekerasan, selain sifat lainnya. Rantai pasok Nikel di industri nasional yang telah ada sebagai <i>ferro-nickel</i> (Fe-Ni), <i>nickel pig-iron</i> (NPI), dan <i>nickel matte</i> dengan sumber daya berupa mineral bijih <i>lateritic nickel</i> dengan potensi kedua terbesar secara global. Hampir semua material Alutsista (Pindad) memiliki kandungan Nikel, antara lain jenis baja tahan karat 35CrNiMo16, X10CrNi30-9, X6CrNiTi18-10 dan yang lainnya.</p>	<p>§ Unsur penentu material baja menjadi tahan karat (baja tahan karat) dengan karakteristik tinggi dan logam dasar <i>superalloy (Nickel-based alloy)</i>.</p> <p>§ Material Alutsista kebutuhan PT Pindad berbasis baja tahan karat dengan komposisi unsur paduan logam Ni.</p> <p>§ Potensi sumber daya mineral <i>lateritic nickel</i> Indonesia merupakan kedua terbesar dunia (melimpah).</p> <p>§ Rantai pasok industri nasional dalam bentuk <i>ferro-nickel</i> (FeNi), <i>nickel pigiron</i> (NPI) dan <i>nickel matte</i>, namun belum terbangun industri baja tahan karat nasional dan tidak dihasilkan produk logam murni Nikel yang dimungkinkan dari <i>nickel matte</i> di dalam negeri.</p>
5	Stibium (Sb)	<p>Stibium (Antimoni) adalah unsur logam yang paling umum digunakan sebagai amunisi, detonator, dan peluru di material Alutsista. Rantai pasok antimoni di industri nasional belum ada (tidak ada pengusahaannya) dengan sumber daya berupa mineral <i>stibnite</i> (Sb₂S₃) dan keterdapatannya secara umum sebagai mineral ikutan di bijih sulfida logam dasar (Zn, Pb, Cu).</p>	<p>§ Unsur penentu yang digunakan material amunisi, detonator, dan peluru.</p> <p>§ Material Alutsista kebutuhan PT Dahana.</p> <p>§ Sumber daya mineral pembawa unsur Antimoni/Stibium di Indonesia terbatas sebagai mineral <i>stibnite</i>.</p> <p>§ Rantai pasok industri nasional belum tersedia.</p>

6	Titanium (Ti)	<p>Titanium adalah unsur logam yang digunakan sebagai unsur paduan maupun logam dasar. Titanium murni memiliki berat jenis 4,51 g/cm³, dikategorikan sebagai logam ringan (40% lebih ringan dari baja dan 60% lebih berat dari aluminium). Namun, Titanium lebih kuat daripada Aluminium. Kekuatan tinggi membuat Titanium digunakan sebagai logam struktur, terutama pada material struktur pesawat terbang. Rantai pasok Titanium di industri nasional belum ada (tidak ada pengusahaannya) dengan sumber daya berupa mineral <i>ilmenit</i> (FeTiO₃), <i>rutile</i> (TiO₂), dan <i>titanomagnetite</i> (Fe₂TiO₄). Keterdapatannya mineral titanium secara umum sebagai mineral ikutan di deposit mineral berat dan pasir besi. Titanium berperan penting pada material Alutsista, terutama material komponen pesawat tempur. Selain itu, juga digunakan pada material Alutsista lain, di antaranya material logam paduan X6CrNiTi18-10 oleh PT Pindad.</p>	<p>§ Unsur penentu material penggunaan pada kondisi suhu tinggi, terutama material komponen pesawat tempur.</p> <p>§ Material Alutsista kebutuhan PT Pindad dan PT Dahana.</p> <p>§ Potensi sumber daya mineral bijih besi dan mineral berat Indonesia merupakan kedua terbesar dunia (melimpah) untuk deposit pasir besi jenis <i>titanomagnetite</i>.</p> <p>§ Rantai pasok industri nasional belum tersedia.</p>
7	Vanadium (V)	<p>Vanadium dalam material logam adalah unsur paduan logam pada baja tahan karat, berperan dalam kontrol struktur dan menstabilkan kekuatan pada proses <i>tempering</i>. Rantai pasok Vanadium di industri nasional belum ada (tidak ada pengusahaannya) dengan sumber daya sebagai unsur ikutan dalam deposit pasir besi.</p> <p>Unsur Vanadium berperan penting pada material Alutsista senjata laras panjang, menjadikan karakteristik material baja tahan karat 304 dengan penambahan unsur paduan logam Vanadium sekitar 2% memenuhi karakteristik material Alutsista senjata laras panjang (8Cr2Al2V) (Pindad).</p>	<p>§ Unsur penentu material baja tahan karat dengan karakteristik tertentu, terutama material senjata laras panjang.</p> <p>§ Material Alutsista kebutuhan PT Pindad berbasis baja tahan karat dengan komposisi unsur paduan logam V.</p> <p>§ Potensi sumber daya mineral bijih besi Indonesia merupakan kedua terbesar dunia (melimpah) untuk deposit pasir besi jenis <i>titanomagnetite</i>.</p> <p>§ Rantai pasok industri nasional belum tersedia.</p>

8	K o b a l t (Co)	Kobalt dalam material logam adalah unsur paduan logam baja tahan karat dan juga sebagai logam dasar paduan logam <i>superalloy</i> . Kobalt dalam baja tahan karat berperan menstabilkan kekuatan pada suhu tinggi dan meningkatkan sifat mekanik untuk aplikasi suhu tinggi. Rantai pasok Kobalt di industri nasional belum ada (tidak ada pengusahaannya). Kobalt merupakan unsur ikutan dalam bijih <i>lateritic nickel</i> . Kandungan unsur Kobalt pada material Alutsista terutama untuk komponen pesawat, antara lain baling-baling mesin jet.	<p>§ Unsur penentu material baja tahan karat dengan karakteristik tertentu dan logam dasar material <i>superalloy (cobalt-based alloys)</i>.</p> <p>§ Material Alutsista kebutuhan PT Pindad berbasis baja tahan karat dengan komposisi unsur paduan logam Co.</p> <p>§ Potensi sumber daya mineral <i>lateritic nickel</i> Indonesia sebagai unsur ikutan merupakan kedua terbesar dunia (melimpah).</p> <p>§ Rantai pasok industri nasional belum tersedia.</p>
9	Logam Tanah Jarang (<i>Rare Earth Elements/REE</i>)	Logam tanah jarang (LTJ) adalah kelompok 17 unsur yang terdiri atas 15 unsur <i>lantanoid</i> (dengan nomor atom 57 hingga 71) dengan tambahan Skandium (Sc) dan Itrium (Y) pada susun tabel periodik unsur kimia. LTJ merupakan unsur paduan yang sangat penting pada material maju. Beberapa material Alutsista menggunakan unsur LTJ sebagai unsur paduan, antara lain material Terfenol-D, paduan tiga logam terdiri dari Terbium (Te), Besi (Fe), dan Disprosium (Dy) sebagai material peredam gelombang sonar pada Alutsista kapal selam, Alutsista teropong bidik senapan malam (TBSM), untuk material optik <i>yttrium aluminium garnet (Y3Al5O12) - YAG (Pindad)</i> , dan yang lainnya. Rantai pasok LTJ di industri nasional belum ada (masih tahap <i>pilot plan</i> PT Timah) dengan sumber daya berupa mineral <i>monazite-xeno-time</i> sebagai mineral ikutan di bijih timah dan deposit mineral <i>zircon-ilmenite</i> .	<p>§ Unsur paduan yang sangat penting pada material maju, terutama pada Alutsista modern dengan material spesial (<i>advanced materials</i>).</p> <p>§ Material Terfenol-D, paduan tiga logam Terbium (Te), Besi (Fe), dan Disprosium (Dy), material peredam gelombang sonar, material optik teropong bidik senapan malam (TBSM)-<i>yttrium aluminium garnet (Y3Al5O12) (YAG) (PT Pindad)</i>.</p> <p>§ Sumber daya mineral pembawa unsur LTJ Indonesia terbatas sebagai mineral <i>monazite-xenotime</i>, dikategorikan mineral ikutan dalam deposit bijih timah dan deposit <i>zircon-ilmenite</i>.</p> <p>§ Rantai pasok industri nasional belum tersedia.</p>

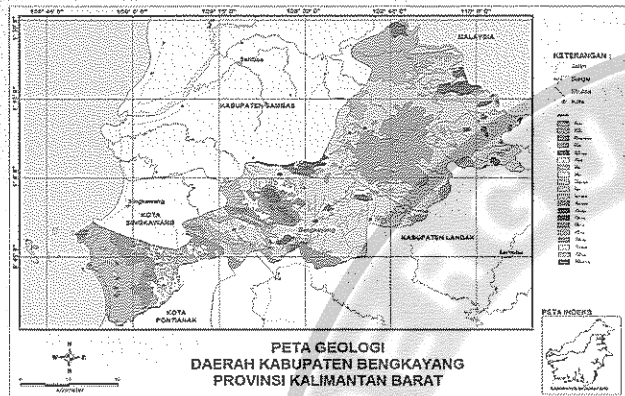
METODOLOGI PENELITIAN

Lokus penelitian berada di Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat. Penelitian ini menggunakan metode penelitian survei tinjau dengan metode uji laboratorium menggunakan

metode uji *Atomic Absorbance Spectroscopy/* Spektroskopi Serapan Atom (AAS). Peralatan yang diperlukan untuk menunjang pekerjaan ini antara lain peta kerja skala 1:50.000, kompas geologi, *global positioning system (GPS)*, *loupe*, dulang, palu geologi, saringan sedimen sungai

ukuran -80, mesh, penggores kekerasan batuan, HCl 0.1N, magnetic pen, kantong spesimen/sampel, label spesimen/sampel, kamera, dan peralatan tulis.

Peta lokus penelitian dan kerangka pikir tergambar dalam diagram di bawah ini:



Gambar 1. Peta geologi daerah Kabupaten Bengkayang
(disederhanakan dari Pusat Survei Geologi, 1986)

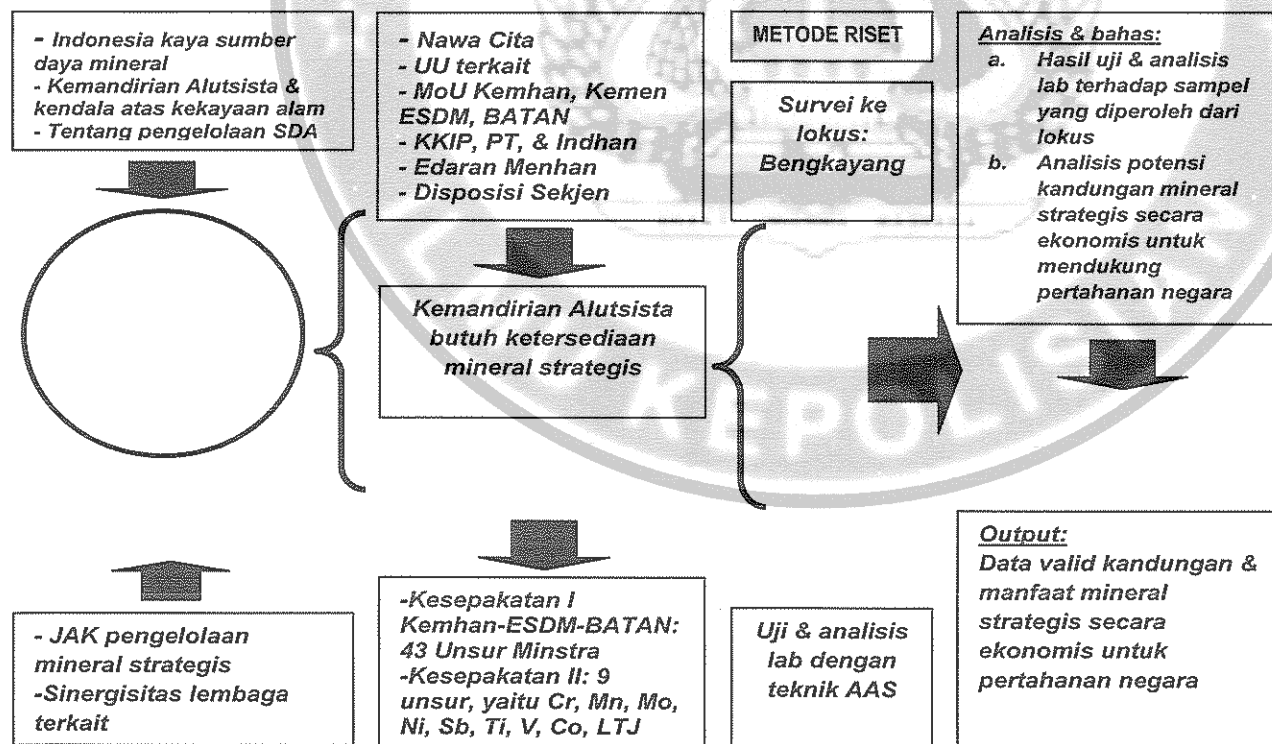
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Potensi Mineral Strategis untuk Kepentingan Pertahanan Negara

Dari kegiatan penyelidikan di lapangan, diambil beberapa contoh batuan yang telah mengalami ubahan (alterasi) maupun yang telah mengalami mineralisasi. Hasil analisis kimia batuan sebanyak 29 contoh, 2 contoh mineral butir (analisis fisika), dan 1 analisis elemen mayor, menunjukkan hadirnya kandungan logam/mineral strategis untuk kepentingan pertahanan negara. Mineral-mineral tersebut antara lain Stibium (Sb), Mangan (Mn), Molibden (Mo), dan Kobalt (Co), serta Unsur Tanah Jarang (UTJ) atau *Rare Earth Element* (REE). Berikut uraian mengenai beberapa unsur logam tersebut.

1. Stibium (Sb)

Berdasarkan hasil analisis laboratorium, Sb ditemukan hampir di seluruh daerah



Gambar 2 dibawah ini. Kerangka pikir analisis kandungan mineral strategis dan radioaktif untuk mendukung pertahanan negara. Sumber: Tim Peneliti (2016)

penyelidikan dengan kandungan yang bervariasi (Tabel 1, Lampiran). Kandungan stibnit (Sb) yang tertinggi pada hasil analisis contoh tersebut adalah 48 ppm (BKY/2016/001Fd), dijumpai di Sungai Banyu, Kecamatan Bengkayang (Gambar 3.1).

Contoh batuan tersebut berasal dari batuan apungan (*float*) tufa terubah dan termineralisasi, berwarna cokelat kemerahan, berongga, setempat diisi oleh mineral sulfida (pirit, galena, sfalerit, kalkopirit), dan stibnit yang dicirikan oleh bentuknya yang menjarum.

Diduga keterdapatn stibnit ini dipengaruhi oleh terobosan granit terhadap batuan gunung api (tufa) disertai oleh hidrotermalisasi

(larutan pembawa mineral). Diperkirakan juga singkapan batuan ini terdapat di daerah hulu Sungai Banyu di Gunung Haji.



Gambar 3.1. Sb dalam batuan apungan di Sungai Banyu, Kecamatan Bengkayang.

2. Mangan (Mn)

Endapan mangan terdapat di bekas penambangan Mangan di Kecamatan Sungai Betung. Hasil analisis menunjukkan kadar Mn 8,51% (SBT/2016/001R). Endapan mangan juga dijumpai di Kecamatan Lumar. Hasil analisis menunjukkan kadar Mn 5.843 ppm atau 0,5% (LMR/2016/004R). Mangan ini

ditemukan pada satuan batuan perselingan batu lanau dengan batu pasir halus, berwarna hitam kemerahan, masif, berlapis, dan merupakan hasil dari sedimentasi (Gambar 4.3). Adapun di daerah Lumar, Mangan dijumpai pada material hasil penambangan rakyat. Hasil analisis lengkap dapat dilihat pada Tabel 2. dan sebarannya dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Singkapan perselingan batu lanau dengan batu pasir halus yang mengandung Mn di Kecamatan Sungai Betung.

Mangan digunakan dalam industri besi baja dan sebagai campuran aluminium. Mangan dapat juga digunakan sebagai bahan pengoksidasi dalam produksi Uranium.

3. Molibdenum (Mo)

Hasil analisis laboratorium menunjukkan kehadiran mineral Mo dari contoh batuan yang ditemukan di daerah penyelidikan. Namun,

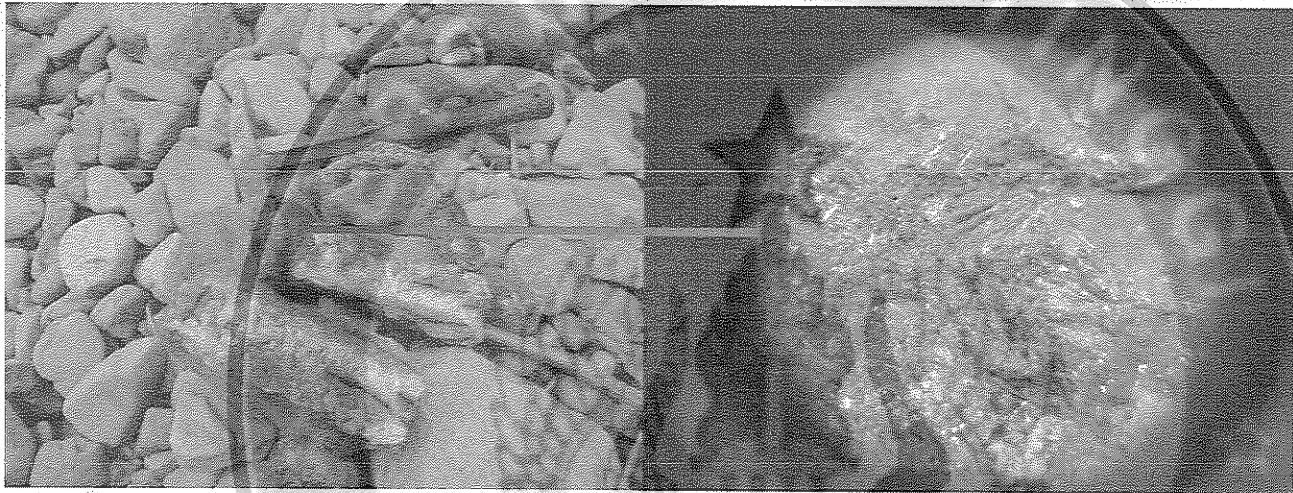
kandungan Mo di dalam contoh batuan tersebut tidak signifikan. Nilai kandungan tertinggi, yaitu 20 ppm (MTR/2016/002), terdapat di Kecamatan Monterado. Contoh batuan tersebut berasal dari batuan apungan (*float*) batuan beku dan termineralisasi, berwarna abu-abu terang, masif, nampak struktur porpiritik. Molibdenum memiliki titik lebur yang tinggi, sehingga sangat baik

untuk digunakan dalam industri baja, pesawat tempur, dan rudal.

4. Kobalt (Co)

Dari hasil analisis laboratorium, contoh batuan yang didapatkan dari daerah penyelidikan memiliki kandungan Co di dalamnya. Kandungan Co yang tertinggi mencapai 130 ppm (BKY/2016/001Fd), ditemukan di Kecamatan Bengkayang.

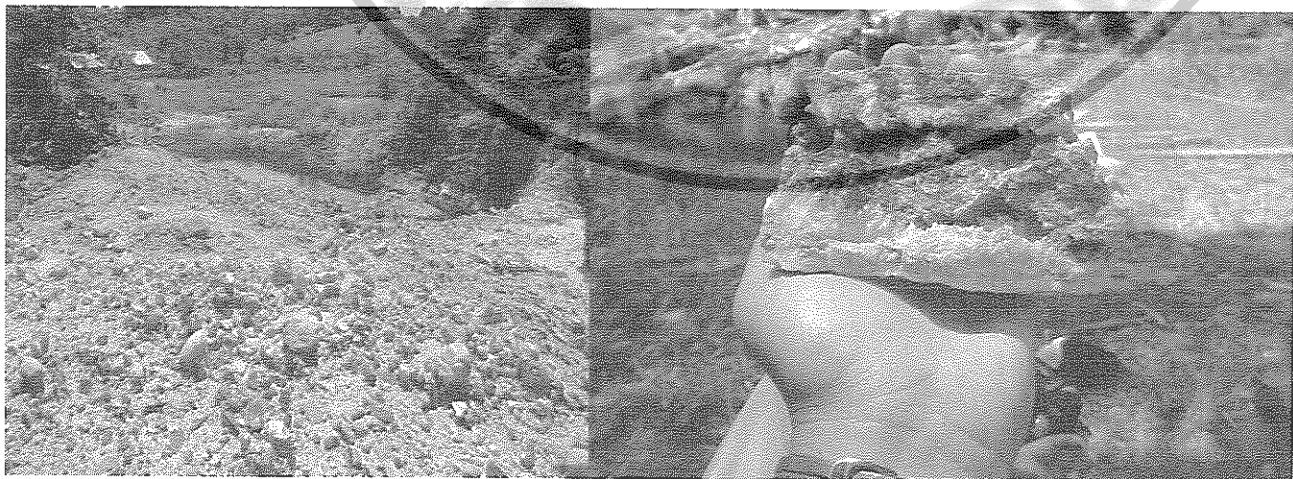
Terdapat juga contoh batuan yang mengandung Co bernilai 100 ppm (MTR/2016/003Rd) di Kecamatan Monterado. Contoh batuan yang mengandung Co dari Kecamatan Bengkayang berasal dari batuan apungan (*float*) tufa terubah dan termineralisasi, berwarna coklat kemerahan, berongga, setempat diisi oleh mineral sulfida (pirit, galena, sfalerit, kalkopirit).



Gambar 3.3. Contoh batuan yang memiliki kandungan Co, Kecamatan Bengkayang.

Contoh batuan dari Kecamatan Monterado berasal dari sisa material penambangan rakyat, yang telah terubah dan mengalami

mineralisasi, batu pasir metasedimen, berwarna coklat muda, terlihat mineral pirit, kalkopirit.



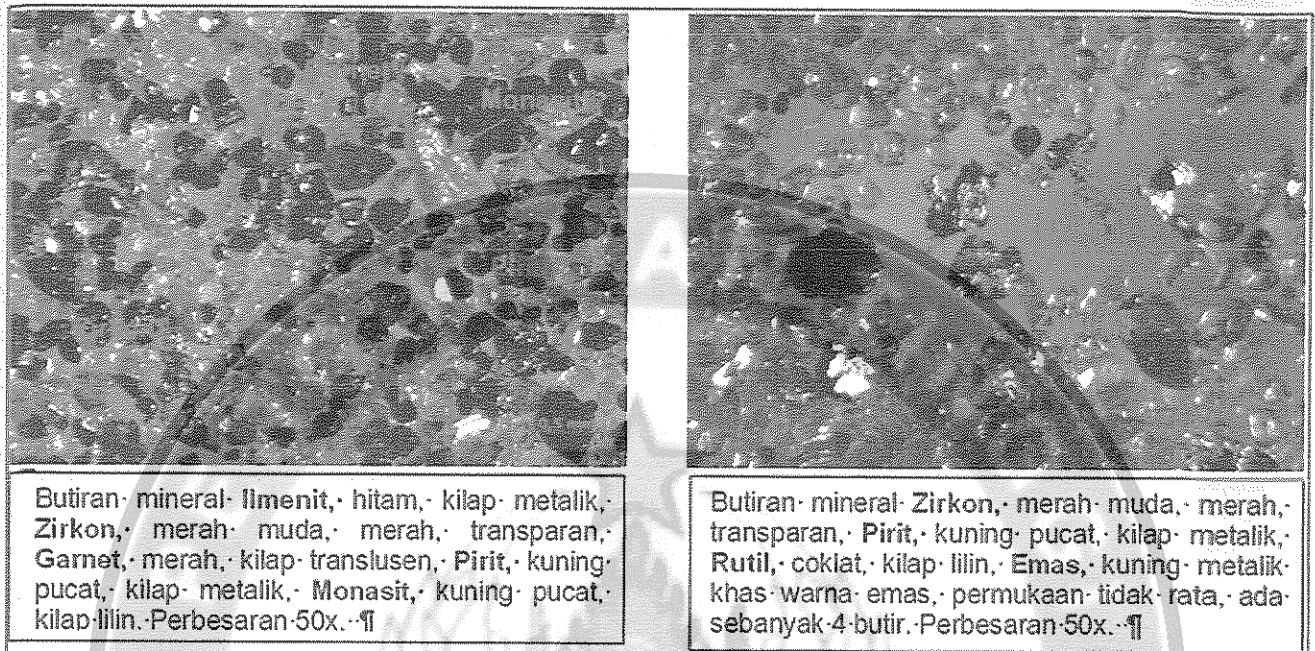
Gambar 3.4. Contoh batuan yang memiliki kandungan Co, Kecamatan Monterado.

Pemanfaatan Kobalt di antaranya adalah sebagai campuran logam dalam industri mesin jet, industri peralatan yang memerlukan suhu tinggi, peralatan yang menggunakan kecepatan tinggi, juga digunakan sebagai bahan baja tahan karat dan baja magnet.

5. Unsur Tanah Jarang (*Rare Earth Element/ REE*)

Dari hasil analisis unsur tanah jarang, terdapat lokasi yang mempunyai kadar REE berupa unsur Serium yang cukup signifikan, yaitu mencapai 686 ppm (CPK/2016/001PC)

di area penambangan Zirkon, Kecamatan Capkala.



Gambar 3.5 Hasil analisis mineral butir dari hasil pendulangan tambang Zirkon, Kecamatan Capkala.

Unsur Serium ini terkandung di dalam Zirkon, merupakan hasil pendulangan dari penambangan Zirkon di Kecamatan Capkala. Unsur tanah jarang dalam aplikasinya dapat digunakan untuk instalasi nuklir yaitu digunakan dalam detektor nuklir dan kontrol nuklir.

Dari hasil analisis juga didapatkan beberapa kandungan mineral yang cukup strategis untuk pertahanan negara, di antaranya:

a. Tembaga (Cu)

Bijih tembaga termasuk dominan di daerah penyelidikan. Kadar Cu tertinggi mencapai 828 ppm (MTR/2016/003Rd), terdapat di Kecamatan Monterado. Kadar Cu yang cukup signifikan juga terdapat di daerah penyelidikan lain, yaitu 820 ppm di Kecamatan Monterado (MTR/2016/003Re) dan 600 ppm (SBT/2016/001R) di Kecamatan Sungai Betung. Tembaga termasuk mineral logam yang paling banyak penggunaannya. Paduan tembaga 70% dengan seng 30% disebut kuningan, sedangkan paduan tembaga 80% dengan timah putih 20% disebut perunggu. Paduan tembaga berupa kuningan dan

perunggu ini digunakan untuk membuat senjata dan meriam. Namun, kebanyakan tembaga digunakan untuk peralatan listrik, konstruksi seperti atap dan pipa, mesin industri seperti penukar panas, dan untuk paduan logam lainnya.

b. Wolfram (W)

Dari hasil analisis kimia batuan, lokasi yang mempunyai kadar Wolfram tertinggi mencapai 1.000 ppm (BKY/2016/001Fb, BKY/2016/001Fc, BKY/2016/001Fd) berada di Kecamatan Bengkayang. Sampel didapat dari *float* batuan di sungai.

Wolfram (W) dapat dipadukan dengan baja untuk membentuk logam berat yang stabil pada suhu tinggi. Paduan Wolfram dengan baja dapat digunakan untuk membuat berbagai alat, seperti alat pemotong kecepatan tinggi dan *nozle* mesin roket.

c. Galena (Pb)

Hasil analisis contoh dari lokasi penyelidikan menunjukkan kadar Galena (Pb) yang cukup signifikan. Kadar Galena paling tinggi mencapai 4,59% (MTR/2016/003Re), terdapat di Kecamatan Monterado. Di lokasi yang sama, Galena nampak signifikan, yaitu 537 ppm (MTR/2016/003Re). Di

Kecamatan Bengkayang juga terdapat hasil yang cukup signifikan, yaitu 268 ppm (BKY/2016/001Fd).

Galena atau Timbal (Pb) merupakan logam dasar yang tahan atau kuat terhadap korosi. Kepadatan tinggi Galena membuatnya berguna sebagai perisai terhadap sinar x dan radiasi sinar gama, sehingga dapat digunakan dalam mesin sinar x dan reaktor nuklir. Pb juga digunakan sebagai penutup pada beberapa kawat dan kabel untuk melindungi dari korosi. Selain itu, juga sebagai bahan untuk menyerap getaran dalam pembuatan amunisi.

d. Seng (Zn)

Mineral ini termasuk logam dasar yang cukup potensial di daerah penyelidikan. Kadar Zn di Kecamatan Monterado mencapai hingga 17,66% (MTR/2016/003Re) dan 5.630 ppm (MTR/2016/003Rc). Penggunaan Seng (Zn) yang paling utama adalah

sebagai campuran berbagai mineral logam, seperti dengan tembaga untuk membentuk kuningan, yang dapat digunakan sebagai bahan untuk membuat senjata dan meriam. Seng (Zn) dalam jumlah besar digunakan untuk membuat cetakan dalam industri otomotif, listrik, dan peralatan lain semacamnya.

Logam Mulia

Di daerah penyelidikan terdapat contoh batuan yang memiliki kandungan Emas (Au) cukup signifikan. Contoh batuan tersebut berasal dari bekas penambangan rakyat di Kecamatan Monterado, dengan kandungan 5.720 ppb (MTR/2016/003Ra). Kemudian, dari float batuan di Sungai Banyu, Kecamatan Bengkayang, dengan kandungan 140.640 ppb (BKY/2016/001Fd), dan dari penambangan rakyat di daerah Sentoro, Kecamatan Lumar, dengan kandungan 28.640 ppb (LMR/2016/004R).

Tabel 2. Hasil Analisis Kimia 29 Contoh Batuan di Kabupaten Bengkayang

No.	METODA/ Method Kode Sampel/ Sample Code	AAS										Kolorimetri				ICP								
		Cu(ppm)	Pb(ppm)	Pb(%)	Zn(ppm)	Zn(%)	Co(ppm)	Mn(ppm)	Mn(%)	Ag(ppm)	Au(ppb)	Sr(ppm)	Mo(ppm)	W(ppm)	Ce(ppm)	Gd(ppm)	La(ppm)	Nd(ppm)	Pr(ppm)	Sm(ppm)	Tb(ppm)	Tm(ppm)		
1	MTR/2016/002	44	29	-	59	-	34	536	-	1.1	41	2	20	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	CPK/2016/001PC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	686	59	410	293	243	82	5	9	-	-	
3	MTR/2016/003Ra	311	299	-	151	-	47	25	-	22.5	5720	2	2	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	MTR/2016/003Rb	46	65	-	53	-	54	33	-	2.7	854	2	0	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	MTR/2016/003Rc	242	537	-	5630	-	56	50	-	1.5	307	3	3	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	MTR/2016/003Rd	828	47	-	88	-	100	111	-	2.1	19	4	2	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7	MTR/2016/003Re	820	-	4.59	-	17.66	86	198	-	21.4	1435	4	2	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	MTR/2016/003Rf	223	198	-	1201	-	104	1388	-	2.7	2	0	0	600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	MTR/2016/005Ra	18	50	-	100	-	83	689	-	1.9	3	2	2	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	MTR/2016/005Rb	35	60	-	141	-	109	1586	-	2.9	8	2	4	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	BKY/2016/001Fa	97	53	-	31	-	88	103	-	5.6	4970	10	2	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	BKY/2016/001Fb	4	5	-	2	-	111	7	-	0.3	16	0	0	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13	BKY/2016/001Fc	3	6	-	33	-	114	0	-	0.3	4780	0	2	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
14	BKY/2016/001Fd	284	268	-	14	-	130	24	-	31.4	140640	48	3	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
15	BKY/2016/002Ra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0	700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
16	BKY/2016/002Rb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
17	BKY/2016/002Rc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2	375	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
18	BKY/2016/002Rd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
19	BKY/2016/003Ra	18	39	-	44	-	59	460	-	2.3	210	3	0	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
20	BKY/2016/003Rb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49	15	33	5	31	11	5	7	-	-	
21	LMR/2016/001R	21	25	-	136	-	66	720	-	1.3	142	3	0	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
22	LMR/2016/001F	11	28	-	79	-	97	1538	-	2.2	124	2	2	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
23	LMR/2016/002R	5	29	-	98	-	74	2042	-	2.2	106	0	0	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
24	LMR/2016/002F	4	24	-	65	-	56	750	-	1.4	191	2	2	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
25	LMR/2016/003Rb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	17	7	0	37	8	5	6	-	-	
26	LMR/2016/004R	4	64	-	20	-	29	5843	-	3.6	28640	8	0	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
27	LMR/2016/005R	8	15	-	96	-	29	471	-	1.3	67	0	0	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
28	SBT/2016/001R	600	129	-	190	-	54	-	8.51	17.8	102	2	10	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
29	SBT/2016/002R	4	23	-	59	-	52	2901	-	1.7	93	2	0	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Catatan : 1 % = 10 000 ppm 1 ppm (gr/ton) = 1000 ppb * = sudah terakreditasi

Hasil penyelidikan dan hasil analisis contoh batuan yang didapat dari Kabupaten Bengkayang menunjukkan bahwa di Kabupaten Bengkayang terdapat kandungan mineral yang strategis untuk pertahanan negara. Mineral strategis tersebut di antaranya Stibium, Mangan, Molibdenum, Kobalt, dan REE (Serium). Namun demikian, hasil analisis dari kehadiran mineral-mineral tersebut belum memberikan nilai kadar yang ekonomis.

Mineral Stibium sebagai mineral strategis untuk pertahanan negara memiliki angka ekonomis di atas 2% (> 20.000 ppm). Hasil analisis contoh batuan di Kabupaten Bengkayang menunjukkan nilai kadar tertinggi mineral Stibium hanya 48 ppm (BKY/2016/2Fd). Dengan demikian, kehadiran mineral Sb di Kabupaten

Bengkayang tidak ekonomis. Contoh batuan yang dianalisis berasal dari batuan apung (*float*), sedangkan batuan sumbernya belum ditemukan pada penyelidikan ini. Batuan sumber dapat ditemukan apabila penyelidikan dilanjutkan dengan lebih rinci. Hasil dari kadar mineral tersebut diharapkan lebih tinggi dari hasil yang telah didapatkan, karena berasal dari batuan sumbernya.

Mangan yang juga strategis untuk pertahanan negara memiliki angka ekonomis 250.000 ppm (Tabel 2). Hasil analisis contoh batuan di Kabupaten Bengkayang menunjukkan nilai kadar tertinggi Mangan hanya 8,51% atau 85.100 ppm (SBT/2016/001R). Dengan demikian, kehadiran mineral Mn di Kabupaten Bengkayang pada penyelidikan ini kurang ekonomis.

Tabel 3. Kelimpahan logam dan nilai *cut off* dari beberapa mineral logam (Rogers dan Feiss, 1998)

Logam	Kelimpahan (ppm)	Nilai Ekonomis (ppm)	Nilai Konsentrasi
Aluminium	82.000	400.000	5
Besi	56.000	250.000	4.5
Mangan	950	250.000	260
Kromium	190	400.000	2.100
Nikel	75	10.000	130
Seng	70	25.000	360
Tembaga	55	50.000	900
Timah	12.5	30.000	2400
Uranium	2.7	100	40

Untuk mineral Molibdenum, Kobalt, dan REE (Serium), hasil yang diperoleh juga belum menunjukkan nilai kadar yang ekonomis. Hal ini diperkirakan karena contoh batuan berasal dari batuan apung (*float*), bukan dari batuan sumbernya. Penyelidikan yang lebih rinci akan dapat memastikan keberadaan mineral-mineral tersebut di dalam batuan sumbernya, sehingga nilai kadar yang didapat diharapkan lebih tinggi dari hasil yang didapat dari penyelidikan ini.

KESIMPULAN

Hasil uji dan analisis laboratorium terhadap sampel 9 mineral strategis yang diperoleh dari lokus penelitian Bengkayang menunjukkan kadar tertinggi untuk masing-masing mineral: Mangan (Mn) 5.843 ppm, Molibden (Mo) 20 ppm, Stibium

(Sb) 48 ppm, Kobalt (Co) 130 ppm, logam tanah jarang La 410 ppm, Ce 686 ppm, Pr 243 ppm, Nd 293 ppm, Sm 82 ppm, Gd 59 ppm, Tb 5 ppm, dan Yb 9 ppm. Adapun Kromium (Cr), Nikel (Ni), Titanium (Ti), dan Vanadium (V) belum ditemukan.

Potensi kandungan mineral strategis dan radioaktif secara ekonomis belum dapat digunakan untuk mendukung pertahanan negara. Dapat dikatakan ekonomis jika sembilan unsur mineral strategis tersebut mencapai nilai kadar sama dengan atau lebih dari 400.000 ppm untuk Aluminium, 250.000 ppm untuk Besi, 250.000 ppm untuk Mangan, 400.000 ppm untuk Kromium, 10.000 ppm untuk Nikel, 25.000 ppm untuk Seng, 50.000 ppm untuk Tembaga, 30.000 ppm untuk Timah, dan 100 ppm untuk Uranium.

DAFTAR PUSTAKA

1. Buchanan, L. J. (1981). "Precious Metal Deposits Associated with Volcanic Environments in The Southwest." dalam W. R. Dickinson dan W. D. Payne (editor), *Relations of Tectonics to Ore Deposits in The Southern Cordillera*. Arizona Geological Society Digest.
2. Dinarsih, Dedeh. dkk. (2008). *Pembuatan In-House Standard (SRM) Merkuri Tanah*. Bandung: Pusat Sumber Daya Geologi.
3. Evans, W. Anthony. (1993). *Ore Geology and Industrial Minerals*. London: Oxford Blackwell Scientific Publications.
4. "Mineralisasi Sulfida pada Batuan Plutonik dan Vulkanik Daerah Kotanopan-Penyambungan, Mandailing Natal, Sumatera Utara." (Agustus 2011). *Majalah Geologi Indonesia*, Vol. 26 No. 2.
5. "Panduan Praktis Penyelidikan Mineral." (Desember 2012). Bandung: Pusat Sumber Daya Geologi.
6. Rock, N. M. S. dkk. (1983). *Peta Geologi Lembar Lubuk Sikaping, Sumatera, Skala 1:250.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
7. Rogers, John J. W. dan P. Geoffrey Feiss. (1998). *People and The Earth*. Cambridge: Cambridge University Press,
8. Scott, W. W. (1939). *Standard Method of Chemical Analysis*. London.