

KARAKTERISASI KANDUNGAN MINERAL PADA SISA HASIL PENGOLAHAN TB PRIMER BATU BESI PT TIMAH Tbk

Mahesa Gibran Daniel Haposan^{1a}, Delita Ega Andini², Guskarnali³

^{1,2,3}) Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bangka Belitung,
Kampus Terpadu UBB, Desa Balun Ijuk, Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka,
Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, 33172

^{a)} Email korespondensi: mahesagibran99@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi pemberdayaan Sisa Hasil Pengolahan (SHP) dari TB Primer Batu Besi PT Timah Tbk melalui analisis kandungan unsur dan mineral menggunakan metode *X-Ray Fluorescence* (XRF) untuk distribusi dan kadar unsur logam, *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengidentifikasi fase mineral penyusun. Pada penelitian ini tidak tersedianya data terkait karakterisasi mineralogi SHP menjadi dasar penelitian dan evaluasi untuk pemanfaatan ulang material sisa tambang. Proses identifikasi fase mineral, data persentase intensitas difraksi memberikan gambaran awal komposisi mineral dalam sampel secara kuantitatif. Perencanaan strategi eksploitasi lanjutan dan pengolahan ulang SHP dalam upaya peningkatan efisiensi sumber daya dan pengolahan berkelanjutan. Sampel yang diambil dari tiga lokasi berbeda dalam area pengendapan SHP berdasarkan perbedaan kenampakan fisik dan homogenitas. Hasil uji XRF menunjukkan bahwa distribusi unsur dalam SHP memiliki variasi berdasarkan ukuran butir dengan kadar Sn (1,08%) dan Fe (52,62%) tertinggi ditemukan pada fraksi -230 mesh (lokasi SHP 3). Unsur Pb, Zn, Al, Si, As, dan Ca ditemukan dalam kadar bervariasi. Hasil uji XRD diperoleh jumlah dan kadar mineral yang beragam seperti *Hematite*, *Magnetite*, *Korundum*, *Cassiterite*, *Gaylussite*, *Spinel*, Kuarsa, dan *Siderite*.

Kata kunci: SHP, Mineral, Geokimia, Timah Primer

PENDAHULUAN

PT Timah Tbk merupakan perusahaan pertambangan di Indonesia yang mengeksploitasi timah di Kepulauan Bangka Belitung, Kepulauan Riau, dan sekitarnya. Mereka memiliki beberapa unit dan anak perusahaan serta bermitra dengan beberapa mitra kerja. Salah satu unit mereka adalah Tambang Besar (TB) Primer Batu Besi, yang beroperasi di desa Burung Mandi Kecamatan Damar Kabupaten Belitung Timur, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung (Herdiansyah, dkk., 2023).

TB Primer Batubesi saat ini mengelola 3 jenis *Stockpile* yaitu *Stockpile 3* dengan tipe bijih *Oxide*, *Stockpile 5* dengan tipe bijih *Oxide Clay* dan *Stockpile 6 Skarn*. Proses pengolahan *Stockpile* menggunakan beberapa alat yaitu *hopper* sebagai tempat penampungan material sebelum dialirkan ke *rotary screen*. Material dari *rotary screen* dialirkan ke *cyclone* (Sherina, dkk., 2023).

Proses produksi logam timah dari bijinya melibatkan serangkaian proses yang terbilang rumit yakni pengolahan mineral peningkatan kadar timah/proses fisik dan disebut juga *upgrading* (Timofeev, dkk., 2020).

Pengolahan bijih timah primer menggunakan *shaking table* dilakukan dengan dua tahapan yaitu tahap pertama dan tahap kedua, oleh karena itu mineral berharga yang terkandung dalam material dari sisa hasil proses pengolahan *shaking table* masih bernilai ekonomis

(Panjaitan, dkk., 2023).

Kolam penampungan *Tailing* atau biasa disebut dengan *Tailing Pond* adalah fasilitas yang dirancang untuk menyimpan limbah hasil dari proses pengolahan bijih mineral di industri pertambangan (ICOLD Committee., 2001).

Sisa Hasil Pengolahan (SHP) adalah salah satu jenis material yang dihasilkan oleh kegiatan tambang dan kehadirannya dalam dunia pertambangan tidak bisa dihindari. Sebagai limbah sisa pengolahan dari proses pengolahan di Tambang Besar Batu Besi, SHP di area *disposal* masih mengandung mineral *Cassiterite* (Dewi, dkk., 2020).

Identifikasi fase mineral merupakan proses penting dalam studi geologi dan mineralogi yang bertujuan untuk menentukan jenis, komposisi proses ini berperan penting dalam eksplorasi sumber daya mineral, analisis perubahan mineral akibat alterasi hidrotermal, serta pemantauan kualitas bahan baku industri pertambangan dan metalurgi (Deffrennes, dkk., 2022).

Interpretasi mineralogi dari asosiasi geokimia pada suatu endapan merupakan langkah penting dalam memahami keterdapatannya mineral dan proses pembentukannya (Nikolova, dkk., 2022).

Mineral dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kelompok utama berdasarkan komposisi kimia dan

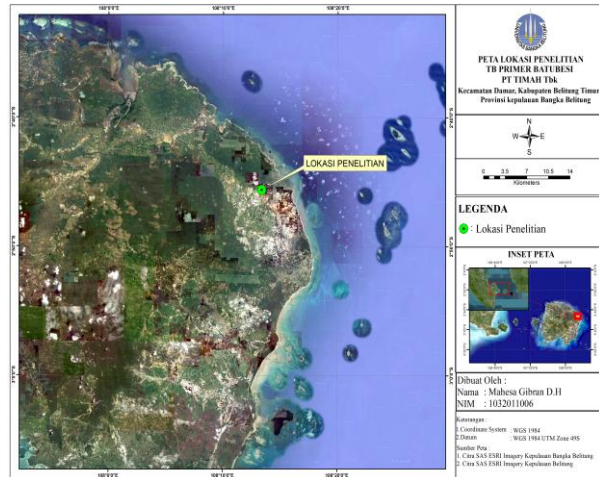
struktur kristalnya. Salah satu cara umum untuk mengelompokkan mineral adalah menurut jenis ion dominan yang terkandung di dalamnya (Earle., 2015). Sampel kemudian dianalisis menggunakan instrumen XRD dan XRF *Portable* (Sari, dan Andini., 2020).

Difraksi sinar-x (XRD) merupakan teknik karakterisasi bahan kristal yang memberikan informasi struktur, fase, orientasi, ukuran butir, dan kristalinitas. Pola difraksi dihasilkan dari interferensi sinar-x monokromatik dengan susunan atom periodik dalam sampel (Bunaciu, dkk., 2015).

Spektrometri Fluoresensi sinar-X (XRF) adalah metode geokimia untuk menentukan komposisi unsur utama material bumi secara non-destruktif. XRF *Portable* unggul dalam akurasi dan presisi, meski memiliki keterbatasan pada kalibrasi, biaya, dan efek matriks, namun tetap menjadi standar dalam analisis mineralogi dan kimia tanah (Oyedotun., 2018).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Tambang Besar Primer Batu Besi dimana perusahaan ini merupakan salah satu lokasi penambangan timah primer, sekaligus anak Perusahaan dari PT Timah Tbk yang Terletak di, Desa Damar, Kabupaten Belitung Timur, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Jarak lokasi penelitian dari mess sejauh kurang lebih 1 km sedangkan jika dari pusat kota Tanjung Pandan ke lokasi penelitian jika ditarik garis lurus sekitar kurang lebih 60 sampai dengan 66 km, dengan waktu tempuh menggunakan kendaraan mobil membutuhkan waktu 80 - 120 menit. Luas IUP 604 Ha, selain itu terletak pada posisi 1080 14'50" E dan -2 0 46'50" S.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Bahan yang digunakan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer meliputi hasil pengukuran berat serta distribusi ukuran sampel SHP 1, SHP 2, dan SHP 3, analisis kadar mineral dan unsur yang terkandung pada sampel Sisa Hasil Pengolahan (SHP). Data sekunder diperoleh dari dokumen dan hasil kajian terdahulu, meliputi peta area pengolahan, peta keseluruhan lokasi SHP, serta peta pembagian SHP yang memuat informasi luas area dan volume. Data sekunder juga mencakup hasil uji sampel tipe bijih *Oxide* dan *Skarn*, serta data densitas SHP. Tahap ini mencakup analisis laboratorium dan observasi lapangan untuk mengetahui kandungan mineral dalam Sisa Hasil Pengolahan.



(a)



(b)



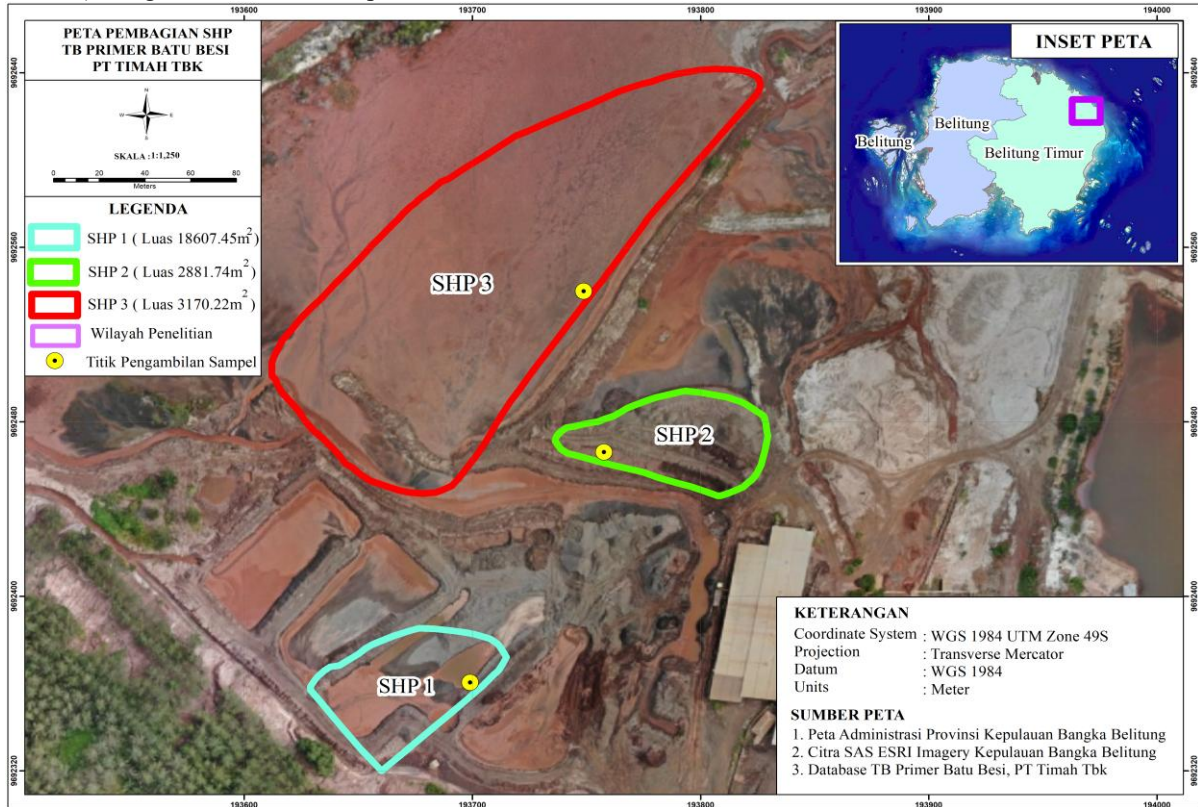
(c)

Gambar 2. Preparasi sampel meliputi: (a) pengeringan sampel, (b) penimbangan sampel kering, (c) Pemisahan ukuran butir menggunakan *sieve shaker*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan sampel dilakukan pada tiga lokasi SHP 1 (endapan tahun 2023) dan SHP 2 (endapan tahun 2022) dengan material relatif padat dan minim

pencampuran air, dan SHP 3 (endapan tahun 2018) yang lebih lunak menyerupai lumpur (Gambar 3).



Gambar 3. Peta Area Pengambilan Sampel SHP

IDENTIFIKASI SAMPEL

Uji XRF *Portable* dilakukan di laboratorium TB Primer Batu Besi untuk mengetahui kandungan unsur pada sampel Sisa Hasil Pengolahan (Tabel 1), sedangkan uji XRD dilakukan untuk mengidentifikasi jenis mineral yang terkandung dalam sampel Sisa Hasil Pengolahan (SHP) yang sudah kering. Uji XRD dilakukan Laboratorium *Geoservices*.

Tabel 1. Hasil Uji XRF *Portable*

No	Kadar (%)	Mesh	Unsur	Subjek Sampel	Berat (gram)
1	1,08	-230	Sn	SHP 3	17,09
2	52,62	-230	Fe	SHP 3	17,09
3	0,13	100	Pb	SHP 3	17,09
4	7,07	70	Al	SHP 3	17,09
5	5,78	70	Si	SHP 3	17,09
6	0,38	140	As	SHP 1	67,16
7	0,12	200	Zn	SHP 2	49,41
8	1,65	140	Ca	SHP 1	67,16

Distribusi unsur dalam Sisa Hasil Pengolahan (SHP) menunjukkan pola keterdapatannya yang menarik, di mana kadar tertinggi dari beberapa unsur utama,

ditemukan pada ukuran butir yang lebih halus. Unsur Sn (1,08%) dan Fe (52,62%) memiliki kadar tertinggi pada SHP 3 dalam distribusi ukuran butir -230 mesh, menunjukkan bahwa unsur-unsur ini cenderung lebih banyak terakumulasi dalam fraksi yang lebih halus akibat proses pengolahan dan pengendapan.

Unsur Pb (0,13%), As (0,388%), dan Ca (1,65%) ditemukan dengan kadar tertinggi pada SHP 1 dengan distribusi ukuran 140 mesh, sedangkan unsur Al (7,07%) dan Si (5,78%) memiliki kadar tertinggi pada SHP 3 dalam ukuran 70 mesh dan unsur Zn (0,133%) menunjukkan pola distribusi yang berbeda dibandingkan unsur lainnya, dengan kadar tertinggi ditemukan pada SHP 1 dalam distribusi 100 mesh. Perbedaan distribusi ukuran butir dan kadar unsur pada setiap SHP mencerminkan sejarah pengolahan dan deposisi material. SHP 1 lebih banyak mengandung unsur-unsur seperti Pb, As, dan Ca dalam ukuran butir yang lebih kasar, sementara SHP 3 menunjukkan dominasi Sn dan Fe dalam fraksi halus.

Pada uji sampel analisis XRD untuk menentukan kandungan mineral pada sampel, masing-masing sampel dilakukan uji dengan keadaan sampel kering dengan berat masing-masing sampel 50 gram pada SHP 1, SHP 2, SHP 3. Pengujian sampel dilakukan dengan menggunakan alat *XRD bruker d8 advance* peneliti juga

menyajikan data uji *Stockpile* sebagai penyamaan tipe bijih (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil Uji XRD

No	Mineral	Formula	SHP 1	SHP 2	SHP 3	Stockpile 6	Stockpile 3
			(%)	(%)	(%)	Skarn (%)	Oxide (%)
1	<i>Hematite</i>	Fe ₂ O ₃	26,87	33,62	32,7	-	26,7
2	<i>Magnetite</i>	Fe ₃ O ₄	49,53	30,75	31,37	-	-
3	Korundum	Al ₂ O ₃	2,36	1,37	1,38	-	-
4	<i>Cassiterite</i>	SnO ₂	1,06	1,08	1,17	0,2	0,2
5	<i>Gaylussite</i>	Na ₂ Ca(CO ₃) ₂ ·5H ₂ O	3,24	12,39	12,54	-	-
6	Kuarsa	SiO ₂	2,95	2,37	2,42	6,5	6,5
7	<i>Siderite</i>	FeCO ₃	-	0,58	0,59	-	-
8	<i>Spinel</i>	MgAl ₂ O ₄	-	0,86	0,84	1,37	1,37
9	<i>Fluorite</i>	CaF ₂	-	-	-	26,7	-
10	<i>Diaspore</i>	FeO(OH)	-	-	-	20,6	20,6
11	<i>Clay</i>	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	-	-	-	0,86	0,86
12	<i>Garnet</i>	Ca ₃ (Al,Fe) ₂ (SiO ₄) ₃	-	-	-	4,3	4,3

Komposisi mineral pada sampel SHP didominasi oleh *Magnetite* dan *Hematite*. Pada SHP 1 *Magnetite* memiliki kadar tertinggi sebesar 49,53% diikuti *Hematite* 26,87%. Hal serupa terlihat pada SHP 2 dan SHP 3 dengan kadar *Magnetite* sekitar 30–31% serta *Hematite* 32–33%. Mineral lain seperti *Gaylussite*, kuarsa, Korundum, dan *Cassiterite* hadir dalam jumlah lebih kecil, umumnya di bawah 13%. Sampel *Stockpile* dengan tipe bijih Skarn dan *Oxide* menunjukkan komposisi yang berbeda. Pada *Stockpile Skarn*, *Fluorite* (26,7%), *Diaspore* (20,6%), dan kuarsa (6,5%) mendominasi, sedangkan pada *Stockpile Oxide*, *Hematite* (26,7%), *Diaspore* (20,6%), dan kuarsa (6,5%) menjadi komponen utama. Mineral lain seperti *Spinel* dan *garnet* juga muncul dengan kadar (1,37% dan 4,3%).

Endapan didominasi *Hematite* (32,70%) dan *Magnetite* (31,37%) yang menunjukkan proses oksidasi-hidrotermal. *Cassiterite* (1,17%) hadir sebagai indikator mineralisasi timah, sedangkan Korundum dan *Spinel* mencerminkan pengaruh metamorfisme/magmatik. Kehadiran *Gaylussite* dan *Siderite* menunjukkan interaksi hidrotermal-sedimentasi sekunder, sementara kuarsa berperan sebagai mineral gangue. Asosiasi mineral mengindikasikan pembentukan endapan melalui kombinasi proses hidrotermal, laterisasi, metamorfisme, dan sedimentasi sekunder dengan kontribusi batuan granitik serta ultramafik.

Hasil uji menunjukkan asosiasi mineral yang dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis utama. Kelompok oksida terdiri dari *Hematite*, *Magnetite*, Korundum, *Cassiterite*, dan *Spinel*. Kelompok karbonat meliputi *Gaylussite* dan *Siderite*, sedangkan kelompok silikat diwakili oleh kuarsa. Hasil ini memperlihatkan bahwa mineral oksida merupakan komponen dominan dalam sampel sedangkan karbonat dan silikat hadir sebagai mineral pengikat.

Penamaan Tipe Bijih dan Peluang SHP

Hasil pengkarakterisasian sampel Sisa Hasil Pengolahan menunjukkan bahwa identifikasi tipe bijih penting untuk memahami bagaimana ketersediaan

kadar, unsur, mineral, dan fase mineral. Analisis mineralogi dan geokimia pada SHP 3 mengungkap

keberadaan mineral bernilai ekonomis dengan kandungan unsur signifikan. Pencocokan mineral antara SHP dan *Stockpile* memperlihatkan bahwa SHP terindikasi tipe bijih *Oxide*, dengan kesesuaian pada *Stockpile 3* yang juga merupakan tipe bijih *Oxide*.

KESIMPULAN

Sisa Hasil Pengolahan (SHP) di TB Primer Batu Besi terdiri atas mineral utama *Hematite*, *Magnetite*, dan *Cassiterite*, disertai mineral lain seperti Korundum, *Spinel*, *Gaylussite*, *Siderite*, dan kuarsa. Pencocokan mineral antara *Stockpile* dan SHP mengindikasikan bahwa SHP tergolong bijih *Oxide* dengan kesesuaian pada *Stockpile 3*. Hasil uji XRF menyajikan dominasi unsur Fe, Al, dan Si dan unsur minor Sn, Pb, As, Ca, dan Zn. SHP 3 memiliki kandungan mineral berharga paling tinggi sehingga berpotensi direproses untuk industri baja dan pemanfaatan mineral ikutan, sekaligus menjadikannya sebagai sumber daya sekunder yang prospektif dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Bangka Belitung dan PT. Timah Tbk yang telah membantu dalam penelitian ini, serta Kedua Orang Tua yang senantiasa memberikan doa, semangat, dan selalu mendukung sehingga penelitian ini sampai selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Bunaciu. A. A, Ioiu. U. G. E, dan Enein. A. Y., 2015. Difraksi Sinar-x : Instrumentasi dan Aplikasi
Dewi. S. A, Irvani, Mardiah., 2020. Kelayakan Kasiterit Dalam Tailing Pada Disposal TK 4218 PT Timah Tbk Desa Paku Kabupaten Bangka Selatan.

- Deffrennes. G, Terayama. K, Tamura. R. A. A. T., 2022. Pendekatan Klasifikasi Berbasis Pembelajaran Mesin Untuk Prediksi Diagram Fase.
- Early. S., 2015. Physical Geology, BCCampus Victoria, Canada
- Herdiansyah. S, Irvani, dan Guskarnali., 2023. Kajian Teknis Pengolahan Timah Primer Menggunakan *Shaking Table* Untuk Peningkatan Kadar dan *Recovery* SN TB Primer Batu Besi Kabupaten Belitung Timur.
- ICOLD., 2001. Solution For Mining.
- Oyedotun. T. D. T., 2018. Fluoresensi Sinar-X (XRF) Dalam Penyelidikan Komposisi Material Bumi: Tinjauan dan Gambaran Umum.
- Panjaitan. D. K, Pitulima. J, Andini. E. D., 2023. Kajian Teknis Pengolahan SHP Menggunakan *Shaking Table* Untuk Mengoptimalkan Kadar Dan *Recovery* SN Di TB Batu Besi PT Timah Tbk.
- Sherina. N, Franto, Mardiah., 2023. Perhitungan Volume *Stockpile* dan Pengoptimalan Waktu Pengolahan *Stockpile* 3, 5 dan 6 Terhadap Produksi Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada TB Primer Batu Besi PT Timah Tbk.
- Sari. P. I. F, Andini. E. D., 2020. Karakterisasi Mineral Dan Geokimia Tailing Tambang Timah Pulau Bangka Bagian Utara.
- Timofeev. L. K, Korolev. A. A, dan Maltsev. I. G., 2020. Pengolahan Bahan Yang Mengandung SB-TB-SN.