

Potensial Mineral Kasiterit Pada Tailing Penambangan Timah Daerah Parit Tiga Kabupaten Bangka Selatan

(Potential of Cassiterite Mineral in Tin Mining Tailings South Bangka Tiga Trench Area)

Rezky Dwi Aditya¹, Irvani¹, Janiar Pitulima¹

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung

Korespondensi E-mail: rezkyaditya778@gmail.com

Abstrak

Penambangan timah inkonvensional di Desa Parit Tiga Kecamatan Toboali Kabupaten Bangka Selatan merupakan salah satu tempat penambangan yang marak dikerjakan oleh masyarakat. Adapun permasalahan yang muncul dari kegiatan yang dilakukan oleh masyarakat tersebut mengindikasikan bahwa mineral timah di lokasi tersebut masih berpotensi untuk ditambang pada skala tambang ikonvensional, kondisi ini menjadikan peneliti ingin mengkaji seberapa besar potensi kadar Sn yang masih terkandung meskipun lokasi tersebut berupa *tailing*. Pengambilan data sebanyak 16 titik pada lokasi *tailing* pertama dengan luasan 160.000 m² dan 15 titik pada lokasi *tailing* kedua dengan luasan 150.000 m². Sampel tersebut diambil secara beraturan dengan jarak antar sampel sebesar 100 meter dengan kedalaman 1,5 meter. Sampel *tailing* tersebut kemudian diuji dengan menggunakan metode analisa ikhtisar mikroskop untuk mendapatkan kadar Kasiterit. Hasil penelitian menunjukkan daerah studi memiliki potensi Kasiterit sebesar 201,15 ton pada lokasi pertama dan 300 ton pada lokasi kedua untuk dikaji lebih lanjut dalam keekonomisannya.

Kata kunci: *Tailing*, Kasiterit, Kadar dan Estimasi cadangan

Abstract

Unconventional tin mining in Parit Tiga Village, Toboali District, South Bangka Regency is one of the mining sites that is rampantly carried out by the community. The problems that arise from the activities carried out by the community indicate that tin minerals in that location still have the potential to be mined at the conventional mining scale, this condition makes researchers want to study how much potential Sn levels are still contained even though the location is in the form of tailings. Data collection was 16 points at the first tailings location with an area of 160.000 m² and 15 points at the second tailings location with an area of 150.000 m². The samples were taken regularly with a distance between samples of 100 meters with a depth of 1,5 meters. Tailings samples were then tested using a microscope overview analysis method to obtain cassiterite levels. The results showed that the study area had 201.15 tons of Cassiterite potential at the first location and 300 tons at the second location to be studied further in terms of its economics.

Keywords: *Tailings, Cassiterite, Grade and Estimated reserves.*

1. Pendahuluan

Tailing adalah satu jenis limbah yang dihasilkan oleh kegiatan penambangan dan kehadirannya dalam dunia pertambangan tidak bisa dihindari. Pada *tailing* di lokasi penambangan, terdapat beberapa jenis mineral yaitu: Kasiterit, Ilmenit, Pirit, Turmalin, Kuarsa, Limonit, dan Biotit. Mengingat adanya aktivitas penambangan oleh masyarakat setempat yang masih aktif di lokasi studi Parit Tiga Bangka Selatan, mengindikasikan bahwa mineral timah masih berpotensi untuk ditambang. Kondisi ini menjadikan peneliti ingin mengkaji seberapa besar potensi kadar Sn yang masih terkandung meskipun lokasi tersebut berupa *tailing* untuk mendapatkan data yang lebih akurat.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka diperoleh 3 (tiga) rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu Bagaimana

karakteristik Kasiterit yang ditemukan, berapa kadar Kasiterit yang ditemukan, dan berapa estimasi sumber daya Kasiterit yang masih terkandung pada *tailing* di daerah studi Parit Tiga Bangka Selatan.

Menurut (Sujitno, 2007) timah adalah sebuah unsur kimia yang memiliki simbol Sn dan nomor atom 50. Timah dalam bahasa Inggris disebut sebagai *Tin*. Kata "*Tin*" diambil dari nama Dewa bangsa Etruscan "*Tinia*". Nama latin dari timah adalah "*Stannum*" dimana kata ini berhubungan dengan kata "*Stagnum*" yang dalam bahasa Inggris bersinonim dengan kata "*Dripping*" yang artinya menjadi cair atau basah, penggunaan kata ini dihubungkan dengan logam timah yang mudah mencair.

Menurut Suprpto (2007), *tailing* merupakan sisa hasil pengolahan dari kegiatan penambangan dan kehadirannya dalam dunia

pertambangan tidak bisa dihindari. Sisa hasil pengolahan batuan-batuan yang mengandung mineral, *tailing* umumnya masih mengandung mineral-mineral berharga. Kandungan mineral pada *tailing* tersebut tidak bisa dihindari, karena pengolahan bijih untuk memperoleh mineral yang dapat dimanfaatkan pada industri pertambangan tidak akan mencapai perolehan (*recovery*) 100%.

Menurut Perkins (2011), setiap mineral memiliki karakteristik yang berbeda satu sama lain berupa sifat fisik dan sifat kimia yang dimiliki oleh tiap-tiap mineral. Sifat fisik mineral seperti warna, kilap, massa jenis, kekerasan, sifat listrik dan sifat magnet dan lainnya. Sifat fisik mineral mencerminkan pertumbuhan mineral. Sifat-sifatnya dipengaruhi oleh kondisi lingkungan geologi dimana mineral tersebut terbentuk (pada kondisi oksidasi atau reduksi), asosiasi mineral tersebut dengan mineral yang menyertainya dan mekanisme pembentukannya (Sukandarrumidi dkk, 2015).

Menurut Latief (2008), mineral-mineral dalam penambangan timah memiliki sifat fisik dan kimia tersendiri, sifat fisik dan kimia mineral ini dapat dilihat secara langsung dan dapat dilihat melalui analisa mikroskop. Penambangan timah biasanya menghasilkan mineral utama, mineral ikutan berharga dan mineral pengotor lainnya. *Grain counting* merupakan perhitungan sederhana secara manual untuk memperkirakan kadar hasil *sampling* yang telah dilakukan dengan cara *coning quartering* (Barry, 2006). Cara melakukan teknik ini adalah dengan menjatuhkan sebagian sampel ke dalam suatu kotak persegi dengan ukuran tertentu, setelah itu mineral tersebut dihitung banyaknya masing-masing butir (konsentrat dan *tailing* dalam kotak).

Cadangan (*reserves*) adalah bagian dari sumber daya yang terindikasi dari suatu kumpulan mineral yang dapat diperoleh secara ekonomis (Kevley, 1973). ArcGIS merupakan *software* Sistem Informasi Geografi (SIG) yang memiliki kemampuan tinggi dalam pembuatan peta digital hingga analisis spasial, sehingga sangat membantu dalam melakukan penelitian yang berkaitan dengan pemetaan (Indarto dan Faisol, 2013). SIG merupakan suatu sistem pengolahan berbasis komputer yang digunakan untuk pengolahan, penyimpanan analisis, dan mengaktifkan atau memanggil kembali data yang memiliki referensi keruangan untuk berbagai tujuan yang berkaitan dengan pemetaan (Wahana, 2014).

Kriging merupakan metode geostatistik yang digunakan untuk mengestimasi nilai dari sebuah titik atau blok sebagai kombinasi linier dari nilai

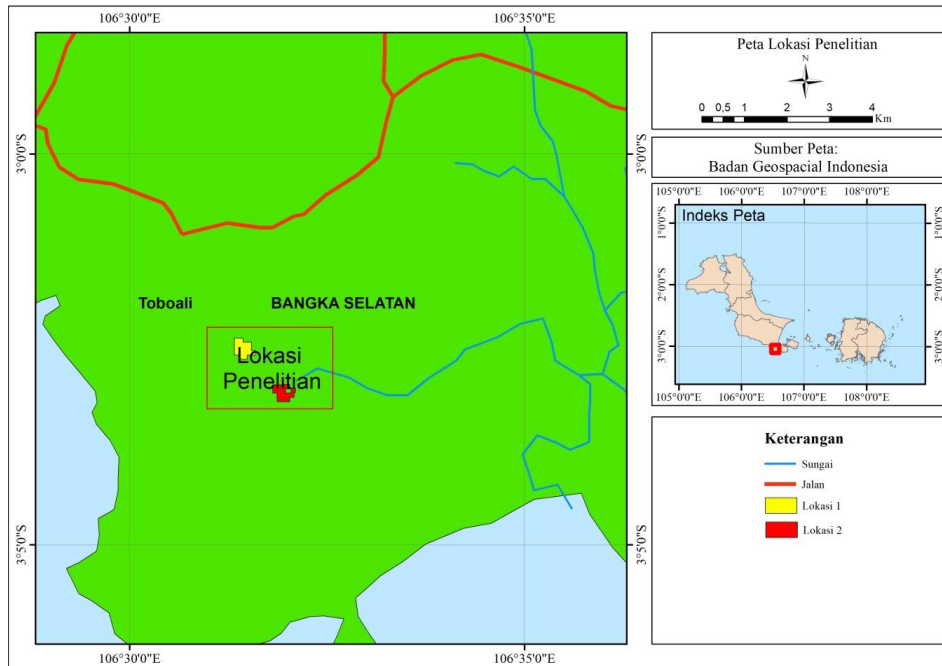
contoh yang terdapat di sekitar titik yang akan diestimasi. Bobot *kriging* diperoleh dari hasil variansi estimasi minimum dengan memperluas penggunaan semi-variogram. Estimator *kriging* dapat diartikan sebagai variabel tidak bias dan penjumlahan dari keseluruhan bobot adalah satu. Bobot inilah yang dipakai untuk mengestimasi nilai dari ketebalan, ketinggian, kadar atau variabel lain (Alfiana, 2019).

2. Metode

Lokasi penelitian studi Kasiterit dilakukan di daerah Parit Tiga Toboali Kabupaten Bangka Selatan. Lokasi dapat ditempuh melalui perjalanan dengan menggunakan kendaraan bermotor atau mobil dari Kota Pangkalpinang sejauh sekitar 123,7 km dengan waktu tempuh \pm 150 menit. Penelitian dilakukan di dua lokasi berbeda pada *tailing* timah yang sekarang digunakan tambang masyarakat sekitar.

Penelitian ini dilaksanakan selama 8 minggu yang dimulai pada tanggal 07 Juli – 31 Agustus 2020. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif kuantitatif data sampling mineral *tailing* timah dan data yang telah didapatkan di lapangan dengan pengklasifikasian berdasarkan rumus *Grain Counting Analisis* (GCA) dan teori yang ada. Data yang dikumpulkan terbagi atas dua jenis, yaitu data primer: data Koordinat Lokasi Sampel Mineral, data sekunder antara lain: Peta Geologi Lembar Bangka Selatan.

Sampel yang telah dikumpulkan dari lokasi studi kemudian dilakukan pencucian supaya memudahkan untuk indentifikasi mineral. Sampel tersebut dikeringkan melalui penjemuran terik matahari supaya kadar air dalam sampel tersebut berkurang. Sampel yang sudah dikeringkan selanjutnya dilakukan proses pemisahan ukuran butir dengan menggunakan alat Sieve Shaker selama kurang lebih 5 menit untuk setiap sampel dengan ukuran 60 mesh, 80 mesh, 120 mesh dan -120 mesh. Setelah proses pemisahan dilakukan analisa ukuran butir (GCA) untuk mengidentifikasi mineral yang terdapat dalam sampel tersebut dan menghitung kadar berat (%) awal dengan bantuan menggunakan mikroskop pada Laboratorium Optik Universitas Bangka Belitung. Kadar yang didapat dari GCA kemudian diolah dalam *software* ArcGIS untuk mengetahui pola sebaran mineral Kasiterit pada daerah studi dan dilakukan perhitungan estimasi cadangan timah antara perhitungan manual dan bantuan *software*.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Mineral Pembawa Timah

Penelitian dilakukan dengan menganalisis data pemboran di lokasi berupa *tailing* tambang timah yang berada pada daerah studi. Lokasi studi dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan bermotor, namun karena medan yang cukup sulit dan susah ditempuh dengan kendaraan roda empat dikarenakan jalan yang rusak, sehingga alternatif dapat menggunakan sepeda motor. Morfologi lokasi penelitian dan sekitarnya termasuk datar dan sedikit bergelombang serta terdapat rawa-rawa tersebar cukup luas dengan tumbuhan disekitarnya. Gambar 2 merupakan contoh lokasi *tailing*.

Setiap sampel yang sudah dipreparasi, selanjutnya dilakukan analisa menggunakan metode *Grain Counting Analisis (GCA)*, metode ini menggunakan bantuan mikroskop stereo yang berada pada ruang laboratorium optik Universitas Bangka Belitung untuk menentukan karakteristik pada setiap mineral didalam sampel.



Gambar 2. Lokasi *Tailing*

Tahap awal untuk menganalisa mineral dilakukan preparasi sampel. Preparasi sampel terdiri dari ukuran 60 mesh, 80 mesh, 120 mesh, dan -120 mesh. Berikut ini merupakan hasil dari penelitian menggunakan mikroskop yaitu:

Tabel 1. Karakteristik mineral sampel lokasi 1

Nama Mineral	Warna	Kebundaran	Ukuran (mm)
Kuarsa	Putih-bening (kuning)	<i>Sub angular – sub rounded</i>	0,5-2,5
Kasiterit	Hitam	<i>Sub angular – sub rounded</i>	0,5-2,5
Oksida Besi	Hitam kemerahan (seperti karat)	<i>Sub angular</i>	0,15-0,17
Turmalin	hitam	<i>Sub angular – sub rounded</i>	0,5 – 2
Ilmenit	Abu-abu mengkilap	<i>Sub rounded</i>	0,5 – 2
Pirit	Hitam keputihan	<i>Sub rounded</i>	0,5 – 2

Tabel 2. Karakteristik mineral sampel lokasi 2

Nama Mineral	Warna	Kebundaran	Ukuran (mm)
Kuarsa	Putih-bening (kuning)	<i>Sub angular – sub rounded</i>	0,5-2,5
Kasiterit	Hitam	<i>Sub angular – sub rounded</i>	0,5-2,5
Oksida Besi	Hitam kemerahan (seperti karat)	<i>Sub angular</i>	0,15-0,17
Turmalin	hitam	<i>Sub angular – sub rounded</i>	0,5 – 2
Ilmenit	Abu-abu mengkilap	<i>Sub rounded</i>	0,5 – 2
Pirit	Hitam keputihan	<i>Sub rounded</i>	0,5 – 2

Mineral Kuarsa banyak ditemukan keberadaannya pada setiap mesh karena wilayah tailing tersebut proses pelapukannya yang intensif pada batuan Granit, sedangkan turmalin juga banyak ditemukan pada setiap mesh, mineral ini lebih mendominasi terlihat dibandingkan mineral lainnya, untuk keberadaan mineral Kasiterit lebih cenderung terlihat pada disekitaran 60 mesh, namun pada mesh 80 hingga 200 sedikit susah untuk mengidentifikasinya karena dari segi warna memiliki warna yang seragam terlihat seperti mineral lainnya contohnya Turmalin. Untuk mineral Kasiterit ditemukan keberadaannya rata-rata setiap 60 mesh yang lebih dominannya dan juga cenderung berwarna hitam memiliki kilap logam hal ini karena daerah tersebut memiliki daerah oksidasi tinggi, atau mungkin dalam hasil pengolahan Sn di dua lokasi tersebut masih belum maksimal sehingga masih terlihat dalam ukuran 60 mesh.

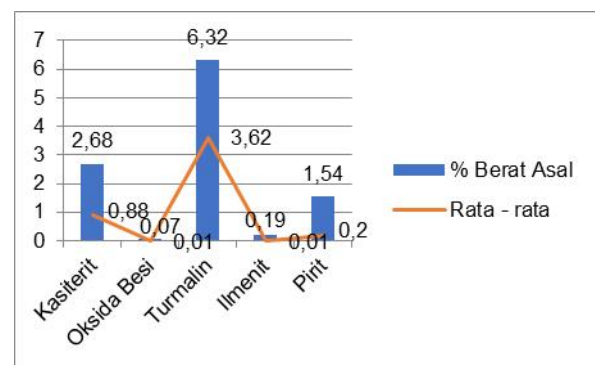
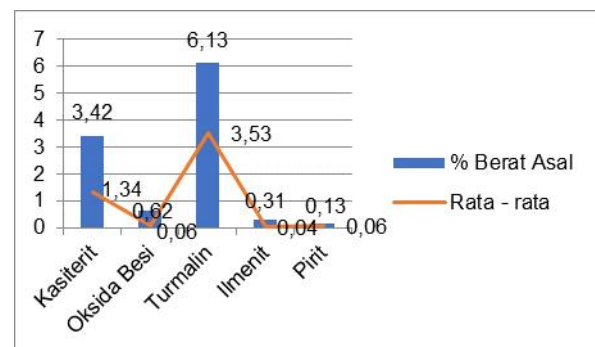
Analisis Internal Rate of Return

Setelah mineral diidentifikasi menggunakan metode *Grain Counting Analysis* (GCA) dengan menggunakan mikroskop stereo, kemudian menentukan persen (%) berat mineral pada setiap didalam sampel yang berbeda.

Mineral yang berhasil diidentifikasi pada lokasi *tailing* pertama yaitu mineral Kuarsa sebesar 92,9 - 97,9% berat asal Kastiterit sebesar 0 - 2,68% berat asal, Oksida Besi 0 - 0,07% berat asal, Turmalin sebesar 1,49-6,32%, Ilmenit 0 - 0,19% dan Pirit 0 - 1,54%. kehadiran mineral yang berhasil diidentifikasi pada lokasi *tailing* kedua dengan mineral Kuarsa sebesar 91,79 - 98,88% berat asal, Kastiterit sebesar 0 - 3,42% berat asal, Oksida Besi 0 - 0,62% berat asal, Turmalin sebesar 0,94 - 6,13%, Ilmenit 0 - 0,31% dan Pirit 0 - 0,40%, untuk masing-masing perhitungan *Grain Counting*.

Pengujian sampel dengan metode *Grain Counting Analysis* (GCA) menunjukkan unsur Sn memiliki kadar yg berbeda dari setiap sampelnya, kadar yang paling banyak di lokasi pertama terdapat pada S4 sebesar 2,68%, sedangkan kadar terendah di lokasi pertama terdapat pada S9, S11, S12, S13, dan S15. Lokasi kedua kadar

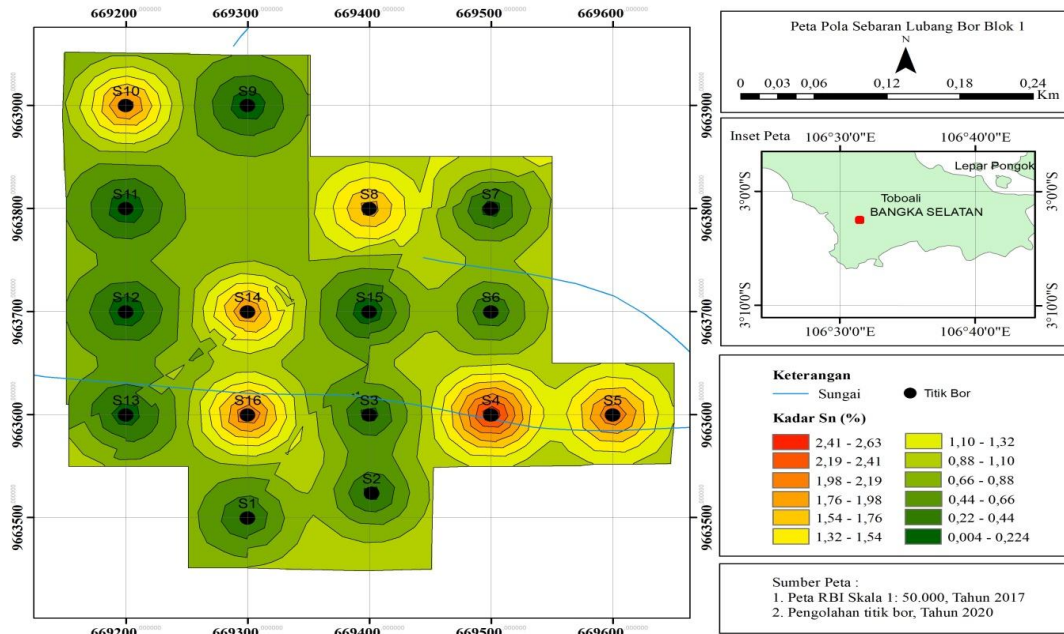
terbanyak pada S2-15 sebesar 3,42%, sedangkan kadar terendah di lokasi pertama terdapat pada S2-9 dan S2-12. Lokasi pertama untuk titik sampel S4 dan S5 termasuk memiliki kadar yang tinggi karena daerah tersebut masih berupa rawa yang memungkinkan adanya timah dititik tersebut. Berdasarkan peta sungai RBI, keterdapatan Sn tersebut dikarenakan mineral timah tertransportasi oleh aliran sungai purba di daerah studi yang berasal dari sumber primer batuan dari arah utara yang digambarkan pada peta geologi regional Bangka Selatan (Margono dkk,1995). Untuk sebaran mineral Sn bernilai besar maupun kecil tidak dapat ditentukan dari deskriptif terbentuknya timah karena daerah tersebut sudah bukan merupakan tanah asli atau bersifat eksitu, hal ini didukung dengan adanya pola bekas penambangan timah sebelumnya oleh masyarakat setempat pada lokasi tersebut.

Gambar 3. Hasil analisa butir mineral pada lokasi *tailing* 1Gambar 4. Hasil analisa butir mineral pada lokasi *tailing* 2

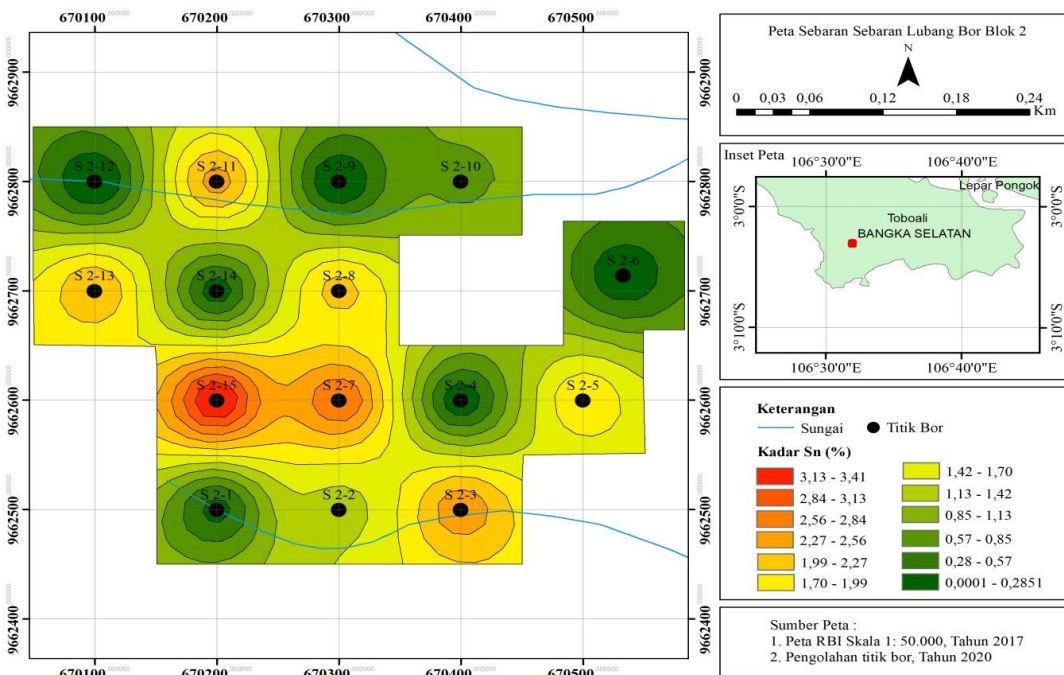
Perhitungan estimasi sumber daya timah

Data bor didapatkan dari hasil pengambilan sampel menggunakan bor Auger dengan titik sampel sebanyak 16 titik yang tersebar pada lokasi *tailing* pertama dan 15 titik yang tersebar

pada lokasi *tailing* kedua dengan kedalaman masing-masing titik bor sekitar 1,5 m. Setelah itu digambarkan pola sebaran Sn di dua lokasi.



Gambar 5. Peta Daerah Pengaruh lubang bor blok 1 (*Kriging*)



Gambar 6. Peta Daerah Pengaruh lubang bor blok 2 (*Kriging*)

Masing-masing Lokasi *tailing* digambarkan blok-blok teratur sesuai dengan data actual di lapangan, tujuannya untuk kepentingan efektivitas pengolahan lahan untuk dikaji lebih lanjut apabila akan dilakukan pengolahan kembali. Pembagian blok ini menggunakan sistem blok teratur. Sistem ini dipilih karena jarak antar titik bor relatif sama.

Perhitungan cadangan ini menggunakan perhitungan manual, dan untuk mendapatkan nilai cadangan harus mengetahui volume dengan mengalikan luas dengan kedalaman lubang bor. Titik diambil secara teratur dan jarak antar sampel sebesar 100 m pada lokasi *tailing* pertama mewakili seluas 160.000 m², Sedangkan di lokasi *tailing* kedua mewakili seluas 150.000

m². Perhitungan estimasi sumber daya pada lokasi *tailing* pertama jumlah luas total sebesar 160.000 m² dengan volume total sebesar 240.000 m³ memiliki cadangan estimasi sebesar 201.150 kg Sn atau 201,15 ton, sedangkan lokasi *tailing* kedua, jumlah luas total sebesar 150.000 m² dengan volume total sebesar 225.000 m³ memiliki cadangan estimasi sebesar 300.000 kg Sn atau 300 ton.

Perhitungan cadangan pada Tabel 3 dan Tabel 4 menggunakan metode *kriging* dalam

ArcGIS. Untuk mendapatkan nilai cadangan harus mengetahui volume dengan mengalikan luas dengan kedalaman lubang bor. Untuk Luasan daerah tersebut diketahui berdasarkan gambaran luasan daerah taksiran yang diolah pada *software* ArcGIS 10.3.1. Setiap luasan kadar diwakili blok-blok yang sudah terbentuk dalam *software*, blok-blok tersebut diklasifikasikan menjadi 12 blok. Berikut merupakan hasil rekapitulasi perhitungannya dibawah ini.

Tabel 3. Perhitungan cadangan Sn menggunakan *software* ArcGIS lokasi 1

Kode blok warna	Kedalaman (m)	Luas (m ²)	Volume (m ³)	Kadar rata –rata (%)	Nilai cadangan (kg Sn)
1	1,5	3053,13	4579,70	0,11	503,77
2	1,5	13712,94	20569,41	0,33	6787,91
3	1,5	33601,74	50402,61	0,55	27721,44
4	1,5	51255,43	76883,14	0,77	59200,02
5	1,5	31644,09	47466,14	0,99	46991,48
6	1,5	16793,35	25190,02	1,21	30479,93
7	1,5	9445,312	14167,97	1,43	20260,20
8	1,5	5664,94	8497,41	1,65	14020,73
9	1,5	3091,61	4637,42	1,87	8671,97
10	1,5	1272,31	1908,48	2,08	3979,18
11	1,5	391,13	586,69	2,3	1349,39
12	1,5	145,13	217,70	2,52	548,62
Jumlah					220514,612

Tabel 4. Perhitungan cadangan Sn menggunakan *software* ArcGIS lokasi 2

Kode blok warna	Kedalaman (m)	Luas (m ²)	Volume (m ³)	Kadar rata –rata (%)	Nilai cadangan (kg Sn)
1	1,5	6644,39	9966,58	0,14	1395,321
2	1,5	14263,22	21394,83	0,425	9092,802
3	1,5	19211,10	28816,65	0,71	20459,82
4	1,5	19483,93	29225,89	0,99	28933,63
5	1,5	20691,02	31036,53	1,275	39571,57
6	1,5	23172,31	34758,47	1,56	54223,21
7	1,5	22224,82	33337,23	1,845	61507,18
8	1,5	13266,82	19900,23	2,13	42387,49
9	1,5	6739,984	10109,98	2,415	24415,59
10	1,5	2735,843	4103,76	2,7	11080,16
12	1,5	1097,94	1646,91	2,985	4916,019
Jumlah					302117

Hasil perhitungan di atas didapatkan dari daerah lokasi *tailing* pertama jumlah luas total sebesar 170.071 m² dengan volume total sebesar 255.106 m³ memiliki cadangan estimasi sebesar 220.514,61 kg Sn atau 220,51 ton, sedangkan lokasi *tailing* kedua jumlah luas total sebesar 150.374 m² dengan volume total sebesar 225.561 m³ memiliki cadangan estimasi sebesar 302.117 kg Sn atau 302,11 ton. Perhitungan di atas tidak mengalami perbedaan yang tidak begitu signifikan untuk hasil estimasi nilai cadangan Sn, pada lokasi pertama perbedaannya sebesar 19,36 ton atau 8,77% sedangkan pada lokasi ke dua perbedaannya sebesar 2,11 ton atau 0,69%.

4. Kesimpulan

Karakteristik mineral Kasiterit pada daerah studi memiliki warna hitam, bentuk mineralnya dari *sub angular – sub rounded* dengan ukuran 0,5 – 2,5 mm, memiliki kilap logam menyerupai permukaan minyak yang terkena cahaya, berasosiasi mineral ikutannya berupa Turmalin, Ilmenit, Pirit, dan Oksida Besi. Kadar Kasiterit lokasi *tailing* pertama memiliki kadar tertinggi sebesar 2,68% dengan rata-rata 0,87%, sedangkan kadar kasiterit lokasi *tailing* kedua memiliki kadar tertinggi sebesar 3,42% Estimasi cadangan timah *tailing* pertama dengan volume 240.000 m³ dan luasan 160.000 m², sedangkan

estimasi cadangan Sn *tailing* kedua dengan volume 225.000 m³ dan estimasi cadangan menggunakan *Software ArcGIS 10.3.1 Sn tailing* pertama 220.514,61 kg Sn atau 220,51 ton sedangkan estimasi cadangan Sn *tailing* kedua 302.117 kg Sn atau 302,11 ton.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada seluruh masyarakat daerah Parit Tiga Bangka Selatan dan semua pihak yang terkait.

Daftar Pustaka

- Alfiana, N.A. 2010. *Metode Ordinary Kriging pada Geostatistika*. Skripsi Universitas Yogyakarta. Yogyakarta.
- Barry, R., Stair, Jr. R. M., Hanna, M.E., and Hale, T.S. 2015. *Quantitative Analysis for Management*. 12th, New Jersey: Pearson Education Inc. 605p.
- Falkie, T.V. and Mc Kelvey, V. E., 1973. *Coal Resource Classification System of the U.S. Bureau of Mines and U.S. Geological Survey*.

- Received from* <https://pubs.usgs.gov>. Diakses pada tanggal 22 Maret 2021.
- Indarto dan Faisol. 2013. *Tutorial Ringkas ArcGis-10*. Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET.
- Latief, 2008. *Mineral pada Timah*. *Received from* <http://sabinapeelerbre.files.wordpress.com>. Diakses tanggal 22 Maret 2021.
- Perkins, D. 2011. *Mineralogy 3rd Edition*. Prentice Hall. University of North Dakota. 494p.
- Sujitno, S. 2007. *Sejarah Penambangan Timah di Indonesia*. PT Timah (Persero) Tbk. Bangka.
- Sukandarrumidi, Rakhman, A.N., Maulana, F.W., Purnamawati, D.I., dan Miftahussalam. 2015 *Mengenal Mineral Secara Megaskopis*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press Anggota IKAPI.
- Suprpto, S.J. 2007. *Tinjauan Reklamasi Lahan Bekas Tambang dan Aspek Konservasi Bahan Galian*. *Received from* <http://buletinsdg.geologi.esdm.go.id>. Diakses pada 21 Desember 2021.
- Wahana, K. 2014. *Sistem Informasi Geografis Menggunakan ArcGIS*. Jakarta: Alex Media Komputindo.