

Analisis pada rod mill untuk mendapatkan optimasi derajat liberasi timah primer di PT Menara Cipta Mulia

Analysis in rod mill to get optimization of the degree of primary tin liberation in PT Menara Cipta Mulia

Lisa Maulidya^{1*}, Franto², Guskarnali³

¹⁻³ Teknik Pertambangan, Teknik, Universitas Bangka Belitung

e-mail: ¹maulidvalisa03@gmail.com, ²franto_fr@ymail.com, ³guskarnali@gmail.com

ABSTRAK

PT Menara Cipta Mulia merupakan perusahaan pertambangan timah primer yang terletak di Desa Senyubuk, Kecamatan Kelapa Kampit, Belitung Timur. Adapun permasalahannya yaitu belum optimalnya pemisahan timah dengan *tailing*. Penelitian bertujuan untuk mengetahui sebaran ukuran butir, derajat liberasi optimal dan menganalisis kinerja rod mill. Metodologi penelitian dilakukan pada 36 sampel dengan berat tiap sampel 500 gr menggunakan variabel 5 rod, 6 rod dan 7 rod dengan waktu penggilingan 30 menit, 35 menit dan 40 menit serta *feed* 35 kg, 40 kg, 45 kg dan 50 kg menggunakan material kuarsit. Dilakukan analisis *sieve*, Grain Counting Analysis, uji *XRF* serta analisis statistik. Nilai rata – rata ukuran butir pada 50 mesh sebesar 12,84%, 80 mesh sebesar 28,85%, 100 mesh sebesar 12,02%, 150 mesh sebesar 10,70% dan >150 mesh sebesar 35,59%. Nilai derajat liberasi optimal berada pada variabel 6 rod, waktu penggilingan 35 menit dan 40 menit serta *feed* 35 kg dan 40 kg. Penelitian menunjukkan kasiterit pada sampel nomor 17,18 dan 22 sudah terliberasi optimal pada ≥ 100 mesh dan analisis regresi linier berganda pada uji parsial dan uji simultan berpengaruh signifikan dan nilai kolerasinya sebesar 62,3%.

Kata-kata kunci: derajat liberasi, kominusi, rod mill, timah primer

ABSTRACT

PT Menara Cipta Mulia is a primary tin mining company located in Senyubuk Village, Kelapa Kampit District. The problem is that the separation of tin and tailings is not yet optimal. The research aims to determine the distribution of grain size, and optimal degree of liberation and to analyze the performance of the rod mill. The research methodology was carried out on 36 test samples with a weight of 500 grams per sample with 5 rods, 6 rods and 7 rods with a milling time of 30 minutes, 35 minutes and 40 minutes and feeds of 35 kg, 40 kg, 45 kg and 50 kg using quartzite material. Instead Sieve Analysis, Grain Counting Analysis, XRF test and statistical analysis. The average value of grain size at 50 mesh is 12.84%, 80 mesh is 28.85%, 100 mesh is 12.02%, 150 mesh is 10.70% and >150 mesh is 35.59%. The optimal degree of liberation value is at variable 6 rods, milling time are 35 minutes and 40 minutes and feed 35 kg and 40 kg. The study showed that cassiterite in samples 17, 18 and 22 were optimally liberated at ≥ 100 mesh and multiple linear regression analysis from partially test and simultaneously test had an significant effect and a correlation value of 62,3%.

Keywords: comminution, degree of liberation, rod mill, primary tin

PENDAHULUAN

PT Menara Cipta Mulia merupakan perusahaan pertambangan timah dengan jenis timah primer. Di PT Menara Cipta Mulia proses pengolahan timah yang dilakukan meliputi kegiatan kominusi, klasifikasi dan konsentrasi. Endapan primer merupakan endapan yang terkonsentrasi pada batuan pembawa timah [1]. Endapan timah primer berasal dari pembekuan magma termanifestasi dalam tubuh batuan beku bersama mineral penyusun granitoid [2]. Timah primer terbentuk dari batuan granit yang berasosiasi dengan magma asam dan menembus lapisan sedimen (intrusi granit). Pada tahap akhir intrusi, terjadi peningkatan konsentrasi elemen dibagian atas yang akan bergerak melalui retakan. Saat tekanan dan temperatur berubah maka terjadi proses kristalisasi yang akan membentuk deposit dan batuan sampling [3].

Lokasi penelitian yang berada di Dusun Pelataran, Desa Senyubuk, Kecamatan Kelapa Kampit, Kabupaten Belitung Timur, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung pada kondisi geologi berada pada formasi kelapa kampit. Menurut Baharudin dan Sidharta (1995), formasi kelapa kampit terdiri dari batupasir malihan berselingan dengan batusabak, batulumpur, serpih, batulanau tufan dan rijang. Berdasarkan ganesa pembentukan mineral yaitu endapan

timah primer yang terdapat pada batuan granit dan pada daerah sentuhan batuan endapan pasir malihan yang biasanya berasosiasi dengan turmalin dan urat kuarsa timah. Endapan yang terbentuk terdiri dari lensa kuarsa yang mengandung kasiterit (Sn) dan wolframit (Fe) dengan jumlah kadar yang dimanfaatkan sebesar 0,4% [4].

Endapan timah di Kelapa Kampit merupakan urat dengan bidang perlapisan dan terhampar mengikuti bidang jurus perlapisan yang umumnya berasosiasi dengan mineral sulfida bersifat magnet. Batuan asal dari timah adalah batuan beku asam berupa granit yang mengalami mineralisasi [5]. Dalam endapan timah primer, urat menjadi tempat minealisasi logam timah dan kebanyakan ada pada sistem porfiri, dimana timah termineralisasi dalam urat atau stockwork sehingga untuk mengambil konsentrat timah harus bersama dengan batuan pembawa bijih timah yang harus diolah dan diekstrak untuk mendapatkan unsur timah. Dengan kondisi timah yang berada dalam batuan dan terkompaksi dengan mineral lain maka pada tahap awal pengolahan timah perlu dilakukan proses kominusi [6].

Kominusi merupakan proses mereduksi ukuran butir sehingga menjadi lebih kecil dari ukuran semula. Hal ini dapat dilakukan dengan *crushing* dan *grinding*. *Grinding* digunakan untuk proses basah dan kering sedangkan *crushing* digunakan untuk proses kering saja. Selain untuk

mereduksi ukuran butir, kominusi dimaksudkan juga untuk meliberasikan bijih yaitu proses melepas mineral berharga dari *tailing*. Untuk melakukan hal ini digunakan alat *crusher* dan *grinding mill* [7].

Rod mill merupakan alat *grinding mill* yang dapat digunakan untuk menggerus bijih, batubara dan bahan galian lainnya menggunakan metode basah maupun kering. Pengaturan variabel proses grinding sangat penting karena berpengaruh terhadap produk yang dihasilkan [8]. Variabel yang dapat mempengaruhi kinerja alat rod mill adalah waktu penggerusan, kecepatan penggerusan, perubahan beban sirkulasi, ukuran penggerusan, media penggerusan, laju umpan, ukuran umpan, ukuran alat dan debit air [9]. Derajat liberasi adalah persentase yang hanya mengandung mineral berharga dari sejumlah mineral yang ada [10]. Pengujian yang dilakukan berupa uji *X-Ray Flouescence (XRF)* yang digunakan untuk mengetahui kandungan unsur elemen utama pada material [11]. Pengujian sampel menggunakan alat uji *XRF* didapatkan hasil berupa kandungan kimiawi [12]. Senyawa kimia tersebut dapat digunakan untuk menentukan jenis material [13]. Sedangkan metode *Grain Counting Analysis (GCA)* digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik fisik material secara mikroskopis [14]. Metode yang digunakan untuk menganalisis variabel waktu pengolahan, bobot *feed* dan jumlah *rod* yang digunakan, hubungan dan pengaruh antar variabel menggunakan teori statistik [15].

Proses pengolahan timah primer pada rod mill di PT Menara Cipta Mulia menghasilkan produk dengan ukuran yang tidak seragam dan menghasilkan produk berukuran 20 mesh hingga ≤ 80 mesh. Pada ukuran tersebut menghasilkan material dengan persentase konsentrat sebesar 29,9% dan pada *middling* terdapat material *oversize* sebesar 73,3%. Dalam menghasilkan konsentrat bersih dengan sedikit kontaminasi *gangue*, bijih yang berukuran bongkah perlu digiling menjadi ukuran > 80 mesh hingga 200 mesh untuk menghasilkan produk campuran partikel mineral dan *gangue* yang relatif bersih. Ukuran material yang tidak sesuai mengakibatkan rendahnya hasil mineral sehingga perlu dilakukan penggilingan ulang. Proses yang tidak efektif mengakibatkan biaya produksi tinggi dan

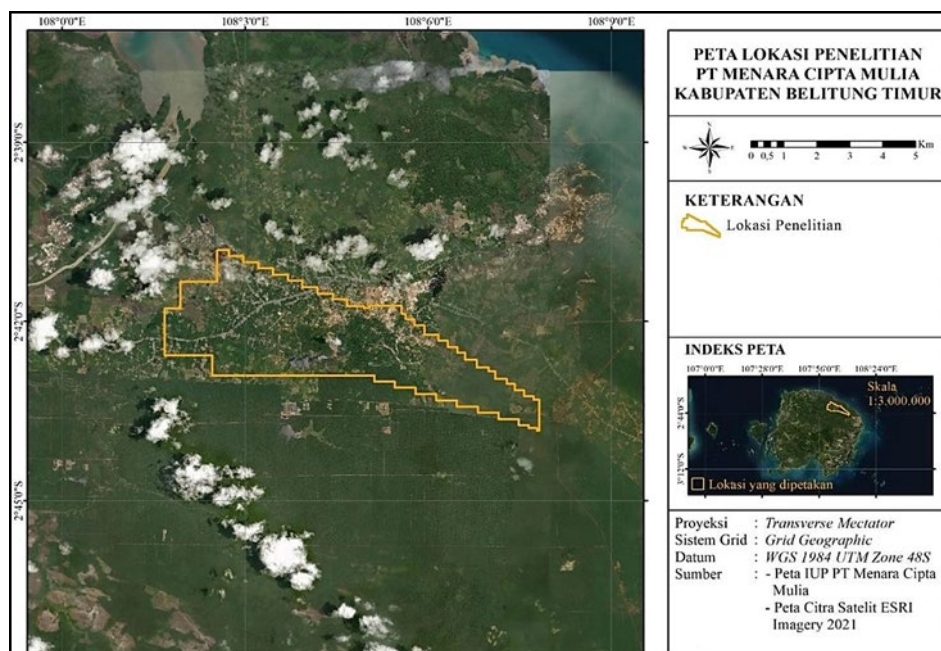
target produksi tidak tercapai [16]. Penggilingan dipengaruhi beberapa faktor seperti kepadatan umpan, keausan *rod* baja, kecepatan putaran, beban, jenis media penggilingan serta ukuran dan parameter umpan [17].

Proses pengolahan berlangsung secara mekanis tanpa merubah sifat kimia dan fisik dari mineral atau hanya sebagian sifat fisik yang berubah. Hal ini dapat dilakukan dengan cara memperkecil ukuran material sehingga terjadi liberasi sempurna dari partikel yang tidak sejenis dan memisahkan partikel yang berbeda komposisi kimianya atau sifat fisiknya. Pemisahan bahan galian ini harus bisa sesuai dengan prosedur sehingga harus menggunakan alat pemisah yang sesuai dengan kondisi fisik maupun kimia bahan. Hal ini bertujuan agar konsentrat yang ingin dipisahkan dari *tailing* bisa terpisah secara sempurna dan bisa lebih optimal dalam proses pemisahannya. Pembebasan bisa optimal jika ada batas yang lemah antara mineral dan *tailing* yang sebagian besar terdiri dari mineral pembentuk batuan terutama mineral sedimen. Pendekatan untuk meningkatkan derajat liberasi melibatkan pengarahantegangan putus pada batas butir mineral sehingga batuan dapat pecah tanpa melanggar butir mineral [18].

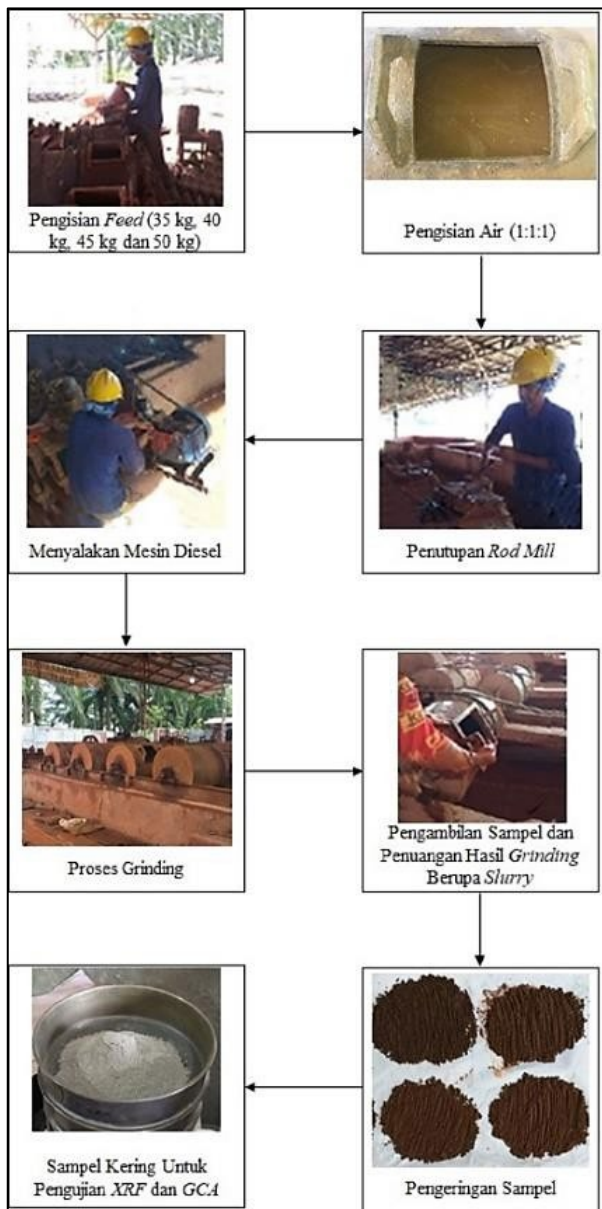
Berdasarkan latar belakang tersebut perlu dilakukan pengoptimalan proses kominusi pada rod mill agar penggilingan yang dilakukan menghasilkan konsentrat bermutu tinggi dan mineral timah terliberasi dengan optimal. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui ukuran butir hasil kominusi, nilai derajat liberasi optimal dari hasil rod mill dan menganalisis pengoperasian rod mill.

METODOLOGI

Lokasi penelitian pada PT Menara Cipta Mulia yang secara administratif terletak di Dusun Pelataran, RT 1 RW 1, Desa Senyubuk, Kecamatan Kelapa Kampit, Kabupaten Belitung Timur, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Koordinat lokasi penelitian $2^{\circ} 40' 30''$ LS - $2^{\circ} 44' 6,5''$ LS dan $108^{\circ} 01' 30''$ BT - $108^{\circ} 08' 6,5''$ BT. Luas IUP PT Menara Cipta Mulia sebesar 2.699 ha. Peta lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar-1. Waktu penelitian dilakuka pada tanggal 26 Mei 2022 hingga 18 Juli 2022.



Gambar-1. Peta Lokasi Penelitian



Gambar-2. Proses Pengolahan Sampel Pada Rod Mill

Alat dan bahan yang digunakan berupa rod mill, rod, feed, alat tulis, kalkulator, perlengkapan safety, laptop, stopwatch, kamera, meteran, wadah sampel, timbangan, kualiti, kompor, sieve shaker berukuran 50 mesh hingga

>150 mesh, mikroskop, XRF Axious Max dan kompresor.

Data yang diperlukan dari penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer yang dibutuhkan yaitu karakteristik feed, derajat liberasi produk, waktu pengolahan (30 menit, 35 menit dan 40 menit), bobot feed (35 kg, 40 kg, 45 kg dan 50 kg) dan rod yang digunakan (5rod, 6 rod dan 7 rod). Data sekunder yang dibutuhkan berupa spesifikasi rod mill, ukuran produk yang diinginkan (≥ 100 mesh) dan target produksi rod mill.

Pengolahan sampel dilakukan dengan pengambilan sampel dalam bentuk slurry sebanyak 36 sampel dengan bobot masing-masing sampel 500 gram, mengeringkan sampel, menimbang sampel kering, melakukan uji sieve, menimbang sampel tiap nomor sieve, membagi masing-masing sampel dengan metode cone quartering, uji GCA, uji XRF dan analisis statistik berupa

uji simultan, uji parsial dan regresi linier berganda. Proses pengolahan sampel ditunjukkan pada Gambar-2.

HASIL DAN DISKUSI

Hasil kominusi yang efektif dapat diketahui dengan membandingkan ukuran butir yang tertahan pada setiap nomor saringan dari masing-masing sampel serta membandingkan nilai derajat liberasinya. Pada penelitian ini dilakukan uji saringan (sieve) untuk membagi sampel berdasarkan ukuran butir, uji Grain Counting Analysis (GCA) untuk menentukan nilai derajat liberasi dan mineral yang terkandung pada sampel serta uji XRF untuk mengetahui unsur yang terkandung pada sampel.

Sebaran Ukuran Butir

Untuk mengetahui distribusi ukuran butir hasil gerusan rod mill maka dilakukan uji sieve. Uji sieve penting dilakukan untuk menentukan kualitas penggerusan dan mendapatkan nilai derajat liberasi. Uji sieve dilakukan dengan menyaring setiap sampel dalam kondisi kering menggunakan sieve shaker. Uji sieve pada penelitian ini dilakukan dengan 5 nomor sieve yaitu berukuran 50 mesh, 80 mesh, 100 mesh, 150 mesh dan >150 mesh. Hasil dari uji sieve ditunjukkan pada Tabel-1.

Pengaturan kombinasi variabel 5 rod, 6 rod dan 7 rod dengan waktu kominusi 30 menit, 35 menit dan 40 menit serta bobot feed 35 kg, 40 kg, 45 kg dan 50 kg menghasilkan butiran yang dominan pada 80 mesh dan >150 mesh. Hal-hal yang dapat mempengaruhi hasil kominusi adalah tekstur batuan, ukuran feed yang beragam, kondisi alat dan keausan rod, prosedur kominusi serta adanya human error pada saat penelitian.

Hal tersebut dapat terjadi karena pengaturan kombinasi variabel yang dilakukan berbeda pada setiap sampel. Jika mengurangi jumlah rod dan durasi waktu kominusi akan menghasilkan ukuran butir yang lebih kasar dengan dominasi ukuran butir ≤ 80 mesh namun dengan kasiterit yang lebih sulit ditemukan dikarenakan masih menyatu pada mineral lain yang jumlahnya mendominasi feed tersebut. Dengan mengurangi bobot feed akan menghasilkan produk yang didominasi ukuran butir halus.

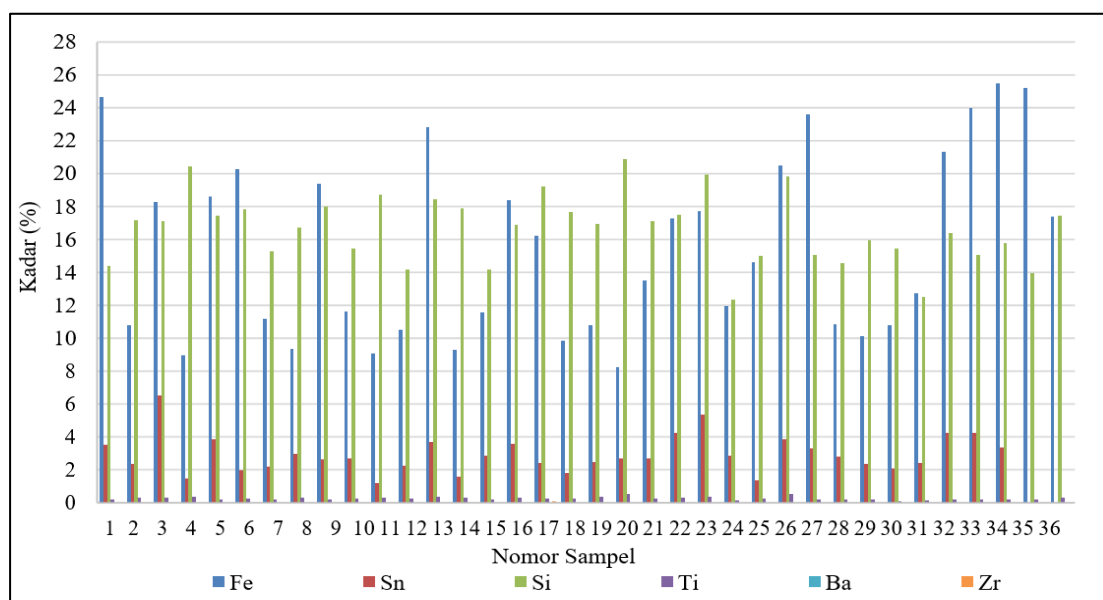
Hasil pada uji sieve didapatkan bahwa berdasarkan variabel bobot feed, rod, dan waktu kominusi dengan kombinasi variabel yang memiliki hasil ukuran butir halus (100 mesh hingga >150 mesh) dengan persentase >70% berada pada sampel pengujian 5, 17, 18 dan 22 dengan pengaturan 7 rod dan 6 rod, bobot feed 35 kg dan 40 kg dan waktu kominusi 35 menit dan 40 menit. Sehingga dapat diketahui bahwa semakin kecil ukuran dan bobot feed maka semakin luas permukaan sentuh antara feed dengan rod. Semakin luas permukaan sentuh antara feed dan rod maka akan semakin baik efisiensi kominusi.

Derajat Liberasi Optimal

Derajat liberasi adalah tingkat kebebasan butiran mineral berharga dalam satu fraksi ukuran. Nilai derajat liberasi dapat diketahui dengan uji Grain Counting Analysis (GCA). Sebelum dilakukan uji GCA, sampel terlebih dahulu dilakukan uji X-Ray Fluoresence (XRF) menggunakan XRF Axious Max. Uji XRF digunakan untuk mengetahui unsur dan jumlah kadar yang terkandung pada sampel. Hasil representasi uji XRF ditunjukkan pada Gambar-3.

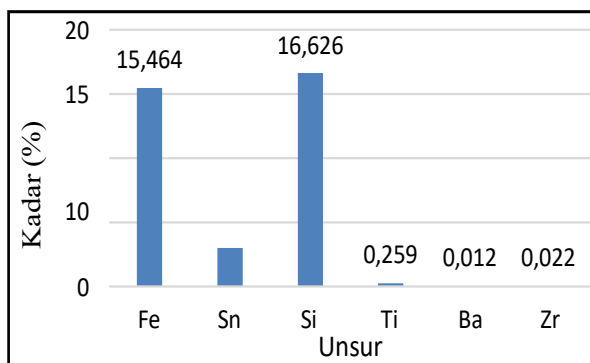
Tabel-1. Hasil Uji Sieve

No	Σ Rod	Massa (kg)	Waktu (menit)	Mesh (%)					Persentase Total (%)	
				50	80	100	150	>150	Kasar	Halus
1	7	35	30	5,41	30,33	16,73	11,3	36,23	35,74	64,26
2	7	40	30	12,94	27,44	13,23	10,07	36,32	40,38	59,62
3	7	45	30	11,45	32,91	13,59	10,34	31,71	44,36	55,64
4	7	50	30	18,93	33,4	9,24	10,1	28,33	52,33	47,67
5	7	35	35	8,03	20,87	11,77	11,34	47,99	28,9	71,1
6	7	40	35	13,55	21,67	7,14	7,43	50,2	35,23	64,77
7	7	45	35	6,3	32,09	17,6	11,24	32,76	38,4	61,6
8	7	50	35	9,44	31,9	14,34	11,34	32,98	41,34	58,66
9	7	35	40	3,46	29,91	17,03	10,38	39,21	33,37	66,63
10	7	40	40	2,11	27,33	15,34	13,7	41,52	29,44	70,56
11	7	45	40	5,3	27,66	11,67	16,72	38,66	32,96	67,04
12	7	50	40	5,99	32,03	13,64	10,76	37,58	38,02	61,98
13	6	35	30	3,04	28,9	17,55	12,43	38,07	31,94	68,06
14	6	40	30	9,44	29,93	4,33	15,89	40,41	39,37	60,63
15	6	45	30	23,68	20,76	4,83	5,56	45,17	44,44	55,56
16	6	50	30	14,47	32,68	17,72	9,72	25,4	47,16	52,84
17	6	35	35	9,64	19,23	9,9	7,71	53,52	28,87	71,13
18	6	40	35	3,52	19,23	14,91	10,3	52,03	22,75	77,25
19	6	45	35	3,99	35,21	17,69	10,16	32,94	39,2	60,8
20	6	50	35	10,03	36,24	10,29	5,78	37,65	46,28	53,72
21	6	35	40	5,78	26,69	9,12	9,49	48,91	32,47	67,53
22	6	40	40	6,01	21,52	9,35	4,32	58,8	27,53	72,47
23	6	45	40	13,51	25,59	9,74	8,55	42,61	39,1	60,9
24	6	50	40	17,68	26,88	11,96	10,26	33,23	44,55	55,45
25	5	35	30	8,6	34,48	14,97	21,96	20	43,08	56,92
26	5	40	30	16,93	32,05	6,56	16,37	28,09	48,97	51,03
27	5	45	30	13,7	37,71	11,95	9,94	26,7	51,41	48,59
28	5	50	30	49,99	20,05	9,35	7,17	13,43	70,05	29,95
29	5	35	35	9,96	31,28	16,64	6,28	35,84	41,24	58,76
30	5	40	35	15,33	31,13	13,17	9,95	30,42	46,45	53,55
31	5	45	35	29,35	26,83	15,8	9,09	18,94	56,18	43,82
32	5	50	35	38,66	24,42	6,83	10,21	19,88	63,08	36,92
33	5	35	40	8,7	30,46	13,46	9,48	37,9	39,16	60,84
34	5	40	40	8,07	36,61	8,66	22,26	24,4	44,68	55,32
35	5	45	40	12,68	36,29	6,69	9,35	34,99	48,97	51,03
36	5	50	40	26,71	27	9,74	8,3	28,24	53,71	46,29
Rata-rata				12,84	28,85	12,02	10,7	35,59	41,7	58,3



Gambar -3. Grafik Hasil Uji XRF

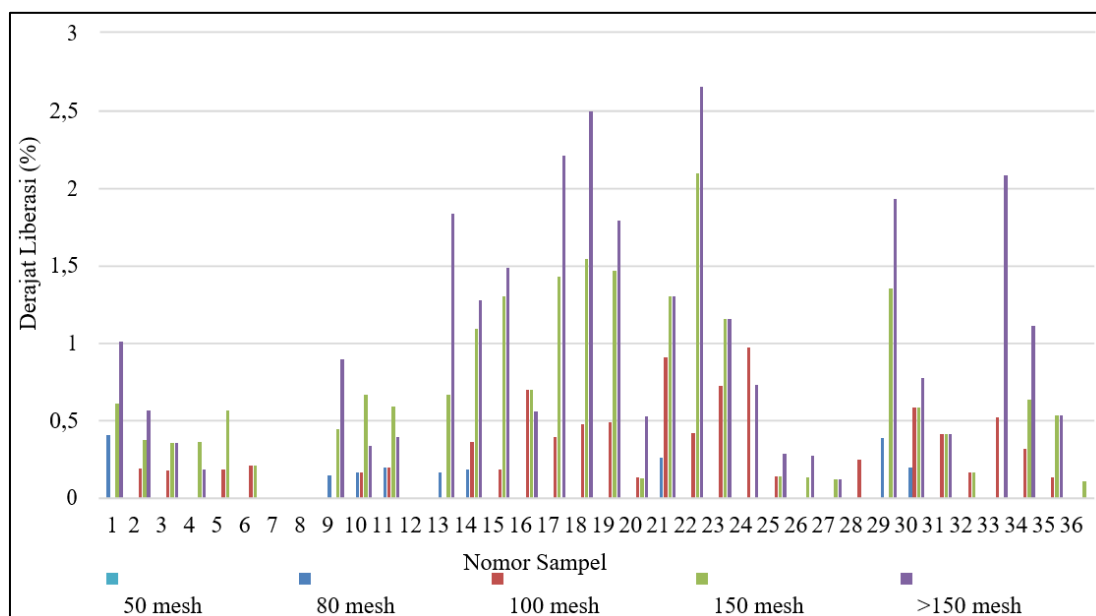
Hasil uji *XRF* didapatkan nilai rata-rata kadar dari setiap unsur yang terkandung pada sampel yang ditunjukkan pada grafik dalam Gambar-4.



Gambar-4. Grafik Rata – Rata Hasil Uji *XRF*

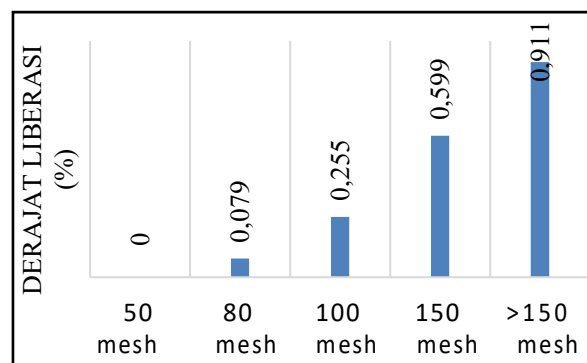
Unsur paling dominan yang terkandung pada sampel adalah unsur Fe (Ferum) dan Si (silikon). Hal ini relevan dengan hasil mineral yang didapatkan dari uji *GCA* yaitu 4 dari 6 mineral mengandung Fe seperti Ilmenit (FeTiO_3), Pirit (FeS_2), Limonit ($\text{FeO(OH).nH}_2\text{O}$), Hematit (Fe_2O_3) dan Magnetit (Fe_3O_4). Sedangkan Kuarsa merupakan mineral dominan yang berada pada sampel pengujian dan Si adalah unsur yang terdapat pada mineral Kuarsa (SiO_2).

Endapan timah di Kelapa Kampit umumnya berasosiasi dengan mineral sulfida bersifat magnet seperti Ilmenit (FeTiO_3), Pirit (FeS_2), Limonit ($\text{FeO(OH).nH}_2\text{O}$), Hematit (Fe_2O_3) dan Magnetit (Fe_3O_4). Batuan asal dari timah adalah batuan beku yang bersifat asam berupa granit yang mengalami mineralisasi. Pada batupasir malihan, mineral yang paling dominan yaitu mineral kuarsa sehingga hasil dari uji *XRF* yang dominan berupa unsur Si dan Fe. Derajat liberasi digunakan untuk mengetahui persentase pembebasan kasiterit terhadap *tailing*. Pengujian yang digunakan untuk mendapatkan nilai derajat liberasi yaitu *grain counting analysis* dengan alat mikroskop. Sampel yang digunakan berasal dari hasil uji *sieve* dengan ukuran butir 50 mesh, 80 mesh, 100 mesh, 150 mesh dan >150 mesh. Hasil uji *GCA* ditunjukkan pada Gambar-5.



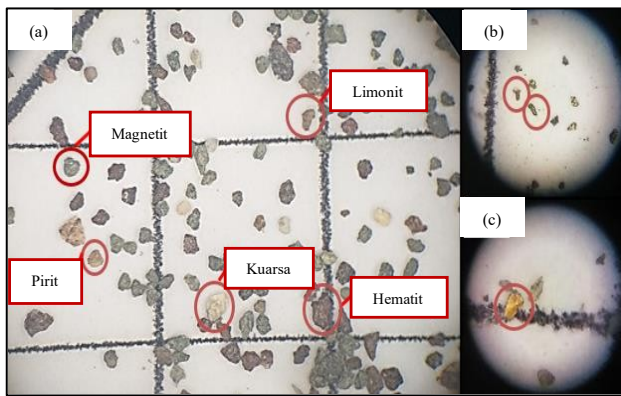
Gambar-5. Grafik Hasil Uji *GCA*

Berdasarkan hasil uji *GCA* didapatkan nilai rata-rata derajat liberasi yang ditunjukkan pada Gambar-6.



Gambar-6. Grafik Rata – Rata Derajat Liberasi

Nilai rata-rata derajat liberasi pada 50 mesh sebesar 0% dan pada 80 mesh sebesar 0,053%. Nilai derajat liberasi yang mendekati nol dikarenakan belum terlepasnya mineral kasiterit dengan *tailing* ataupun *feed* belum terkomposisi dengan baik sehingga kasiterit masih terikat dengan mineral lain. Hal lain yang dapat menyebabkan tidak terlihatnya kasiterit saat uji *GCA* yaitu pada saat menaburkan sampel ke milimeter blok dilakukan dengan tidak merata sehingga tidak terlihat oleh mikroskop atau pencucian konsentrat yang kurang bersih sehingga kasiterit tertutup oleh lempung. Nilai rata-rata derajat liberasi yang dihasilkan pada 100 mesh sebesar 0,290%, pada 150 mesh sebesar 0,717% dan pada mesh >150 mesh sebesar 0,911%. Dari data penelitian yang dilakukan didapatkan bahwa derajat liberasi terbesar berada pada >150 mesh sehingga proses komposisi yang optimal berada pada >150 mesh. Sehingga didapatkan bahwa semakin kecil ukuran butir material maka semakin sempurna material terliberasi dari pengotornya, semakin kecil ukuran butir material maka akan semakin tinggi nilai derajat liberasi yang dihasilkan. Hasil representasi mineral saat uji *GCA* ditunjukkan pada Gambar-7.



Gambar-7. Hasil *Grain Counting Analysis* : (a) Overview Mikroskop; (b) Mineral Kasiterit; (c) Mineral Tailing (Pirit)

Keberhasilan *processing plan* dapat ditentukan dari optimalisasi alat yang digunakan. Alat yang digunakan pada penelitian adalah rod mill. Penelitian ini dilakukan dengan mengkombinasikan variabel yang telah diatur sedemikian rupa sehingga mendapatkan hasil derajat liberasi optimal sebesar $>4\%$. Untuk kombinasi variabel yang paling optimal yaitu berada pada sampel pengujian 17, 18 dan 22 dengan pengaturan 6 *rod*, bobot *feed* 35 kg dan 40 kg dan waktu kominusi 35 menit dan 40 menit.

Dari kombinasi variabel yang tepat maka mineral kasiterit dapat terlepas dengan baik dari mineral ikutannya sehingga nilai derajat liberasi yang dihasilkan akan tinggi. Pengaturan yang sesuai akan menghasilkan ukuran butir yang dominan berada pada 100 mesh hingga >150 mesh namun apabila material yang dihasilkan terlalu halus maka dilakukan proses pengolahan lanjutan menggunakan shaking table, mineral kasiterit akan tercampur dengan *tailing* sehingga akan terbuang. Kekentalan *slurry* juga dapat mempengaruhi hasil yang didapat. Hal ini dikarenakan semakin kental *slurry* yang dihasilkan maka semakin lama mineral kasiterit dapat mengendap yang menyebabkan mineral kasiterit terbawa oleh air.

Pengoperasian Optimal Rod Mill

Dalam menentukan pengaruh dari perubahan variabel yang dilakukan dapat diketahui dengan melakukan analisis statistik. Analisis statistik berperan dalam mendapatkan tingkat signifikan pengaruh dan korelasi dari perubahan variabel yang dilakukan. Perhitungan analisis statistik menggunakan perangkat lunak SPSS. Metode yang digunakan adalah regresi linier berganda dilakukan dengan uji parsial, uji simultan dan *model summary* untuk mengetahui pengaruh dan mendapatkan nilai pengaruh variabel independen berupa jumlah *rod*, bobot *feed* dan waktu penggilingan terhadap variabel dependen berupa ukuran butir dan derajat liberasi.

Pada variabel jumlah *rod*, bobot *feed*, waktu penggilingan masing – masing berpengaruh signifikan terhadap pengolahan yang menghasilkan ukuran butir ≥ 100 mesh yang dibuktikan dari nilai masing – masing signifikansi $t \leq 0,05$ dengan jumlah *rod* t hitung (4,552) $> t$ tabel (2,03693) dan variabel waktu t hitung (3,365) $> t$ tabel (2,03693). Analisis lanjutan menggunakan uji simultan yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh variabel independen secara bersamaan terhadap variabel

dependennya serta berapa besar pengaruhnya.

Hasil kombinasi variabel (*rod*, bobot *feed* dan waktu penggilingan) berpengaruh signifikan terhadap pengolahan yang menghasilkan ukuran butir ≥ 100 mesh. Hal ini dibuktikan dari nilai signifikansi $F \leq 0,05$ dan nilai F hitung (5,258) $> F$ tabel (2,901116). Untuk hasil analisis regresi ditunjukkan pada Tabel-2.

Tabel-2. Model Summary

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,790 ^a	0,623	0,588	6,61313
a. Predictors: Waktu, Massa, Jumlah Rod				

Hubungan antara variabel (jumlah *rod*, bobot *feed* dan waktu penggilingan) terhadap hasil ukuran butir ≥ 100 mesh dinilai kuat. Hal ini dibuktikan dengan nilai regresi linier sebesar 79% ($R = 0,790$) yang termasuk kategori sangat kuat. Untuk hasil kombinasi variabel (jumlah *rod*, bobot *feed* dan waktu penggilingan) secara bersamaan cukup baik dalam mempengaruhi hasil yang menghasilkan ukuran butir ≥ 100 mesh. Hal ini dibuktikan dengan nilai korelasi sebesar 62,3% (R square = 0,623) yang termasuk kategori korelasi kuat. Hasil *adjusted R square* bernilai positif (+) yang berarti kombinasi variabel yang dilakukan baik.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu :

1. Proses kominusi rod mill dari analisis *sieve* menghasilkan nilai rata – rata sebaran ukuran butir sebesar 12,84% pada 50 mesh, sebesar 28,85% pada 80 mesh, sebesar 12,02% pada 100 mesh, sebesar 10,70% pada 150 mesh dan sebesar 35,59% pada >150 mesh, berdasarkan hasil tersebut diketahui proses kominusi telah optimal.
2. Nilai derajat liberasi yang optimal dari uji *GCA* menghasilkan persentase sebesar 4,031% pada sampel nomor 17, sebesar 4,513% pada sampel 18 dan 5,1681% pada sampel 22 dengan kasiterit yang sudah terliberasi dengan optimal pada >150 mesh yang terjadi pada variabel 6 *rod*, waktu 35 menit dan 40 menit serta *feed* 35 kg dan 40 kg.
3. Perubahan variabel *rod*, waktu penggilingan dan bobot *feed* berdasarkan uji simultan dan parsial berpengaruh signifikan serta korelasi antarvariabel sebesar 62,3%.

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian yaitu perlu dilakukan kembali analisis kominusi untuk mendapatkan ukuran butir yang lebih seragam guna mendapatkan pengaturan yang lebih optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bangka Belitung yang telah membantu dalam legalitas terhadap penelitian ini sehingga penelitian dapat berjalan dengan lancar dan sukses. Terimakasih kepada PT Menara Cipta Mulia yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas untuk melaksanakan penelitian ini. Terimakasih juga kepada keluarga saya yang telah memberikan dukungan secara moral dan finansial.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. G. Taylor, "Geology of Tin Deposits," in *Developments in Economic Geology* 11. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, 1979.
- [2] K. J. Schulz, *et al.* "Critical Mineral Resources of The United States—Economic and Environmental Geology and Prospects for Future Supply," *U.S. Geological Survey Professional Paper* 1802, 797, Reston, Virginia: USGS, 2017.
- [3] W. Wahyudin, "Aplikasi Metode Polarisasi Terinduksi (IP) dan Resistivitas Untuk Zona Mineralisasi Timah Di Area Bangka Barat," Skripsi, Universitas Hasanuddin, Makassar, 2017.
- [4] Baharuddin dan Sidarto, *Peta Geologi Bersistem, Lembar Belitung, Skala 1 :250.000*, Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1995.
- [5] Burhamzah, *Studi Bawah Permukaan Menggunakan Metode Geolistrik Induksi Polarisasi (IP) pada Zona Mineralisasi Timah Primer di Daerah Tempilang Bangka Belitung*, Makassar: Universitas Hasanuddin, 2016.
- [6] Y. E. Nugraha, *Kajian Endapan Timah Primer Pada Sabuk Timah Asia Tenggara*, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada, 2015.
- [7] Sukamto, *Pengolahan Bahan Galian*, Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional "Veteran", 2001.
- [8] J. W. Schlantz, *Grinding: an overview of operation and design*, NC: Spurge Pine, 1987.
- [9] A. Gupta, dan D. S. Yen, *Mineral Processing Design and Operation an Introduction*, Elsevier Science and Technology Book, 2015.
- [10] M. Simatupang, dan S. Sigit, *Pengantar Pertambangan Indonesia*, 1st ed., Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah LIPI, 1991.
- [11] W. Anatama, *et al.*, "Identifikasi Jenis Mineral Dan Unsur Elemen Utama Pada Material Lempung Serta Penyebarannya Di Daerah Mataraman, Kabupaten Banjar, Provinsi Kalimantan Selatan," *Jurnal Himasapta*, Vol. 6, No. 3, pp. 133 – 138, 2021.
- [12] A. Ramli, *et al.*, "Pengaruh Aktivitas Magma Granitis Terhadap Pembentukan Jebakan Bahan Galian Di Pegunungan Meratus Provinsi Kalimantan Selatan," *Jurnal Himasapta*, Vol. 7, No. 2, pp. 83 – 90, 2022.
- [13] L. C. Adi, *et al.*, "Studi Identifikasi Aluminium Pada Komplek Batuan Granitis Di Kabupaten Tapin Provinsi Kalimantan Selatan," *Jurnal Himasapta*, Vol. 6, No. 3, pp. 139 – 144, 2021.
- [14] P. Donarthy, *et al.*, "Evaluasi Pengaruh Debit Air Dan Laju Umpan Terhadap Efektivitas Rod Mill Primer PT Babel Utama Korpora," *Jurnal Himasapta*, Vol. 7, No. 2, pp. 111-116, 2022.
- [15] Y. Lisnawati, *et al.*, "Pengaruh Coverage Terhadap Produktivitas Alat Gali-Muat Di PT Pama Persada Nusantara Jobsite PT Adaro Indonesia," *Jurnal Himasapta*, Vol. 6, No. 2, pp. 105 – 110, 2021.
- [16] E. Prayitno, *et al.*, "Efektivitas Penggerusan Bijih Timah Primer Menggunakan Ball Mill Di PT Menara Cipta Mulia Desa Senyubuk Kabupaten Belitung Timur," *Mineral*, Vol. 3, No. 2, pp. 19–24, 2018.
- [17] S. Ghassa, *Article in Particulate Science And Technology : Effects Of Flow Rate, Slurry Solid Content, And Feed Size Distribution On Rod mill Efficiency*, University of Teheran, 2016.
- [18] B. A. Wills, and T. Napier-munn, *Wills' Mineral Processing Technology*, 7th ed., Oxford, UK: Butterworth-Heinemann, 2006.

