

Pengaruh Laju Aliran Dan Ukuran Umpan Sisa Hasil Pengolahan Dengan Humphrey Spiral Pada Skala Laboratorium Kabupaten Bangka

*(Influence Of Flow Rate And Residual Feed Size Results Of Processing
With Humphrey Spiral At The Laboratory Scale Bangka District)*

Suryani^{1*}, Franto¹, Delita Ega Andini¹

¹ Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

* Korespondensi E-mail: surryani23@gmail.com

Abstrak

Sisa Hasil Pengolahan merupakan kombinasi dari butiran berukuran 0,001-0,6 mm serta masih memiliki kandungan konsentrat yang ekonomis. Alat pengolahan Humphrey Spiral yang terdapat di PT Bumako menghasilkan kadar konsentrat kasiterit sebesar 2%, sedangkan target kadar konsentrat perusahaan sebesar 10%. Maka dilakukanlah penelitian terhadap alat Humphrey Spiral pada skala laboratorium untuk mengetahui perubahan kadar konsentrat dan *recovery* kasiterit, dengan parameter laju aliran dengan variasi 1,017 m/s, 1,097 m/s dan 1,172 m/s dan ukuran umpan, yaitu 60 mesh, 80 mesh dan 100 mesh. Metode penelitian ini menggunakan *Grain Counting Analysis* (GCA) dan XRF. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh mineral ikutan pada umpan Humphrey Spiral terdiri dari mineral kuarsa 83,98%, limonit 5,65%, hematit 5,19%, oksida besi 2,83%, monazit 1,73%, kalkopirit 0,34%, magnetit 0,17% dan muskovit 0,10%. Perolehan kadar dan *recovery* konsentrat tertinggi yaitu pada kelajuan ke 1,097 m/s pada ukuran butir 100 mesh dengan kadar 10,3788% dan *recovery* yang tinggi yaitu 44,1512%.

Kata kunci: Humphrey Spiral, sisa hasil pengolahan, kadar, *recovery*.

Abstract

Remaining Processing Results is a combination of grains measuring 0.001-0.6 mm and still has an economical concentrate content. Humphrey Spiral contained in PT Bumako produces cassiterite concentrate content of 2%, while the company's target concentration is 10%. So, a research was conducted on the Humphrey Spiral on a laboratory scale to determine changes in concentrate levels and cassiterite recovery, with flow rate parameters with variations of 1.017 m/s, 1.097 m/s and 1.172 m/s and feed sizes, namely 60 mesh, 80 mesh and 100 mesh. This research method uses Grain Counting Analysis (GCA) and XRF. Based on the results of the study, the accompanying minerals in the Humphrey Spiral bait consisted of 83.98% quartz, 5.65% limonite, 5.19% hematite, 2.83% iron oxide, 1.73% monazite, 0.34% chalcopryrite, magnetite 0.17% and muscovite 0.10%. The highest concentration gain and concentrate recovery was at a speed of 1.097 m/s at a grain size of 100 mesh with a content of 10.3788% and a high recovery of 44.1512%.

Keywords: Humphrey spiral, remaining processing result, grade, recovery.

1. Pendahuluan

PT Bumako atau PT Babel Utama Korpora merupakan salah satu mitra PT Timah Tbk. Perusahaan yang bergerak dalam bidang pengolahan SHP (Sisa hasil pengolahan) timah yang berlokasi di Desa Pemali, Kecamatan Pemali, Kabupaten Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. SHP merupakan kombinasi dari butiran halus (biasanya berukuran endapan dalam kisaran 0,001-0,6 mm) bahan padat yang tersisa setelah logam mulia dan mineral telah diekstraksi dari bijih yang ditambang (*Australian Government*, 2016). SHP sebagai sisa dari pengolahan bahan tambang mempunyai kandungan penyusun yang berpotensi untuk diusahakan secara ekonomis (Suprpto, 2007).

Humphrey Spiral pada kegiatan pengolahan akan memisahkan mineral kasiterit dengan mineral pengotornya, sehingga akan diperoleh kadar kasiterit tinggi (konsentrat) dan kadar mineral pengotor (*tailing*). Laju aliran air Humphrey Spiral dan ukuran umpan berpengaruh terhadap perolehan kadar dan *recovery*. Bila kecepatan dan ketinggian fluida terlalu besar, maka mineral yang mempunyai berat jenis besar dan yang kecil akan hanyut terbawa oleh aliran air (Rahmanudin, 2010). Pada tahap pemisahan analisis ukuran butir produk untuk menentukan ukuran optimal dari umpan pada suatu proses sehingga efisiensi maksimum (Wills, 2006).

Kadar Sn SHP di PT Bumako kurang dari 2 % sedangkan kadar target yang diinginkan oleh perusahaan adalah 10% pada alat Humphrey

Spiral. Makadari itulah dilakukannya penelitian guna meningkatkan kadar dan *recovery* kasiterit pada alat *Humprey Spiral*. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini berupa variasi kelajuan air yaitu 1,017 m/s, 1,097 m/s dan 1,172m/s dengan ukuran butir 60 mesh, 80 mesh dan 100 mesh.

Timah putih komersial berasal dari mineral kasiterit (SnO_2), stanit ($\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$), dan tealit (PbSnS_2). Mineral kasiterit pada umumnya berasosiasi dengan intrusi batuan beku granitik pada fase pneumatolitik. Mineral kasiterit terhambur pada batuan tersebut dan baru dapat terlepas dari batuan induknya apabila batuan mengalami pelapukan. Seperti diketahui kasiterit termasuk resisten terhadap pengangkutan air, sehingga memungkinkan dapat terkumpul sebagai endapan *placer*. Kasiterit berasosiasi dengan kuarsa, mika, monazit dan sedikit turmalin (Sukandarrumidi, 2007).

Endapan primer merupakan endapan bijih timah yang terkonsentrasi pada batuan pembawa bijih timah tersebut. Mineral yang mengandung timah masih berada didalam batuan bersama dengan mineral-mineral lain penyusun granitoid, yang merupakan batuan pembawa bijih timah. Tipe endapan timah primer dibagi menjadi 4 kelompok antara lain porfiri, skarn dan penggantian karbonat atau sulfida, urat, serta greisen dan pegmatit. Endapan timah yang mendominasi di Pulau Bangka Belitung terutama di Pemali yaitu endapan greisen (Taylor, 1985).

Greisenisasi sebagai batuan granitik yang teralterasi secara hidrotermal yang mengandung campuran kuarsa dan mika dengan variasi kelimpahan topas, turmalin, fluorit dan mineral-mineral yang kaya unsur F atau B (Pirajno, 2009). Greisen merupakan suatu sistem alterasi dan mineralisasi yang menghasilkan reaksi metasomatik dari interaksi antara fluida hidrotermal yang bersumber dari batuan beku felsik bersifat asam seperti granit atau lebih jarang batuan aluminasilikat rendah Fe lainnya.

Greisen merupakan produk penggantian masif yang terkomposisi atas melimpahnya mineral kuarsa dan mika serta sering pula topaz, fluorit, turmalin. Dimensi endapan tersebut mulai dari beberapa sentimeter pada urat-urat dibatasi greisen sampai zona greisen yang melebihi 100 m dengan bentuk deposit greisen yang beraneka macam.

Pengolahan bahan galian merupakan suatu proses pengolahan bahan galian atau mineral untuk memisahkan mineral berharga dari mineral pengotornya yang kurang berharga dengan memanfaatkan perbedaan sifat-sifat fisik dari mineral tanpa mengubah identitas kimia dan fisik dari produk tersebut (Wills, 2006). Proses pengolahan bahan galian biasanya dilakukan di lokasi tambang untuk mendapatkan konsentrat

yang kadarnya sudah lebih tinggi dari semula, sehingga mempunyai nilai ekonomis untuk dilakukan ketahap selanjutnya. tujuan dari pengolahan bahan galian adalah sebagai berikut.

1. Meningkatkan kadar dan harga jual bahan galian.
2. Memisahkan mineral berharga dengan mineral pengotornya.
3. Memisahkan mineral berharga satu dengan lainnya.
4. Mengurangi kehilangan jumlah mineral berharga.
5. Mengurangi biaya pengangkutan.

Concentration Criterion (CC) adalah tingkat keberhasilan pemisahan mineral berharga dengan pengotornya yang ditentukan oleh perbedaan berat jenis didalam media. Berikut persamaan dari *concentration criterion* (CC) (Wills, 2006).

$$CC = \frac{\rho_h - \rho_f}{\rho_l - \rho_f} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

CC = *Concentration Criterion*

ρ_h = Berat jenis (*specific gravity*) mineral berat

ρ_l = Berat 2006 (*specific gravity*) mineral ringan

ρ_f = Berat jenis (*specific gravity*) medium

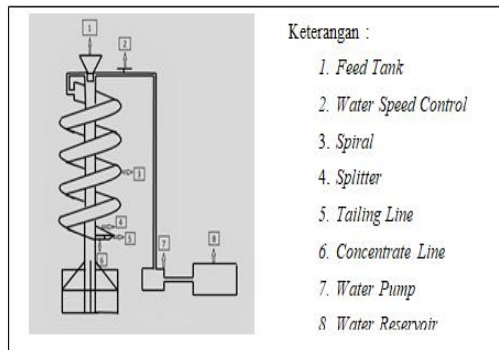
Secara umum dapat ditentukan bahwa, apabila *concentration criterion* memberikan angka / hasil (kurang / lebih sebagai berikut):

- a. $CC \geq 2,50$: Pemisahan mudah dilakukan dalam semua ukuran partikel hingga butiran yang halus.
- b. $CC \geq 1,75$: Pemisahan secara gaya berat ekonomis dilakukan sampai dengan ukuran 10 – 80 *mesh*.
- c. $CC \geq 1,50$: Pemisahan secara gaya berat ekonomis dilakukan untuk ukuran 10-40 *mesh*.
- d. $CC \geq 1,25$: Pemisahan secara gaya berat tidak dapat dilakukan karena tidak ekonomis.

Selain dari berat jenis, ukuran butir mineral juga berpengaruh pada proses pemisahan. Pemilihan alat pemisahan dapat juga dilihat dari kondisi karakteristik butir dari mineral serta ukuran butir mineral.

Humprey Spiral merupakan alat penetrasi pemisahan mineral berat dan mineral ringan yang berbentuk *spiral* yang menggunakan gaya sentrifugal dan air sebagai media konsentrasi. Metode pemisahan ini termasuk kedalam (*gravity concentration*). *Humprey Spiral* juga merupakan kegiatan pemisahan antara concentrate dan *tailing* dengan menggunakan aliran air horisontal. Beberapa hal yang mempengaruhi *Humprey Spiral* dalam memperoleh hasil *recovery* yang baik antara lain: bidang aliran, kecepatan aliran

dan berat jenis-jenis material, serta kekentalan dari cairan yang digunakan (Syafi'i, 2012).



Gambar 2. Bagian Humprey Spiral (Wills, 2006)

Menurut Wills (2006), *recovery* merupakan perbandingan antara berat bijih timah pada konsentrat dengan berat bijih timah pada *feed* yang dinyatakan dalam persen. *Recovery* pada kasus pemisahan konsentrasi bijih logam adalah persentase logam yang terkandung dalam bijih yang dapat diambil sebagai konsentrat. *Recovery* 90% berarti 90% logam bijih dapat diambil sebagai konsentrat dan sisa 10% hilang sebagai *tailing*. *Recovery* pada proses pencucian adalah tolak ukur keberhasilan proses pemisahan pada alat pencucian. *Recovery* menyatakan jumlah atau persentase mineral berharga yang dapat diambil dari umpan dan masuk ke konsentrat. Nilai ini menunjukan rasio mineral berharga yang ada dalam konsentrat dibanding mineral berharga dalam bijih, nilai ini juga menunjukan efisiensi dari proses pemisahan yang dilakukan. Perbandingan antara logam berharga dalam konsentrat dengan berat logam berharga dalam umpan yang dinyatakan dalam persen (%), hubungan antara *feed*, *tailing* dan konsentrat dapat digunakan persamaan berikut (Rahmanudin, 2010)

$$R = \frac{K \cdot k}{F \cdot f} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

F = Berat umpan (*feed*).

K = Berat konsentrat.

k = Kadar (berat logam) dalam konsentrat (%).

F = Kadar (berat logam) dalam umpan (%).

Menurut Hanafiah et al. (2020), Statistika sebagai pengetahuan yang berhubungan dengan cara-cara pengumpulan fakta, pengolahan serta pembuatan keputusan yang cukup beralasan berdasarkan fakta dan analisa yang dilakukan. Dalam artian luas (statistik inferensi/induktif) adalah alat pengumpul data, pengolah data, menarik kesimpulan, membuat tindakan berdasarkan analisis data yang dikumpulkan dan hasilnya dimanfaatkan/digeneralisasi untuk populasi. Bidang keilmuan statistika adalah

sekumpulan metode untuk memperoleh dan menganalisa data dalam pengambilan suatu kesimpulan.

X-Ray Fluorescence (XRF) merupakan teknik analisa non-destruktif yang digunakan untuk identifikasi serta penentuan konsentrasi elemen yang ada pada padatan, bubuk ataupun sample cair. XRF mampu mengukur elemen dari Berilium (Be) hingga Uranium pada level trace element, bahkan di bawah level ppm. Secara umum, XRF spektrometer mengukur panjang gelombang komponen material secara individu dari emisi flourosensi yang dihasilkan sampel saat diradiasi dengan sinar-X. Metode XRF secara luas digunakan untuk menentukan komposisi unsur suatu material. Karena metode ini cepat dan tidak merusak sampel, metode ini dipilih untuk aplikasi di lapangan dan industri untuk kontrol material (Jamaluddin dan Umar, 2016).

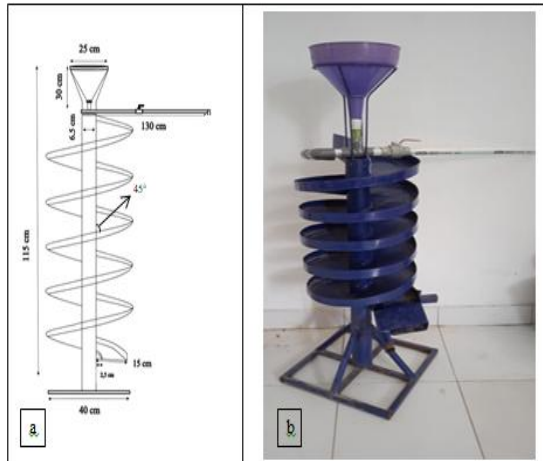
2. Metode

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Pertambangan Universitas Bangka Belitung. Sampel yang digunakan pada penelitian ini berasal dari PT Bumako Kecamatan Pemali, Kabupaten Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Kegiatan Penelitian ini dilakukan pada Bulan November – Desember 2021. Penelitian ini dimulai dengan melakukan observasi di unit produksi PT Bumako serta mencari dan mempelajari studi literatur mengenai penelitian yang dilakukan. Selanjutnya kegiatan pengumpulan data primer berupa karakteristik fisik umpan berat, kadar dna *recovery* konsentrat. Data sekunder berupa spesifikasi alat Humprey Spiral dan alat *XRF Portable*. Sampel yang digunakan terlebih dahulu diidentifikasi karakteristi fisik mineral dan kadar menggunakan mikroskop.

Selanjutnya dilakukan pengaturan laju aliran air dan ukuran umpan terhadap alat Humprey Spiral. Pada masing-masing variabel (laju aliran dan ukuran umpan) dilakukan percobaan sebanyak 5 kali sehingga didapatkan sebanyak 45 data dengan berat sampel 1 kg. Hasil konsentrat pada alat Humprey Spiral di keringkan terlebih dahulu dan ditimbang, masing-masing konsentrat dihitung kadar kasiteritnya menggunakan alat *XRF Potrable* dan dihitung nilai *recovery*.

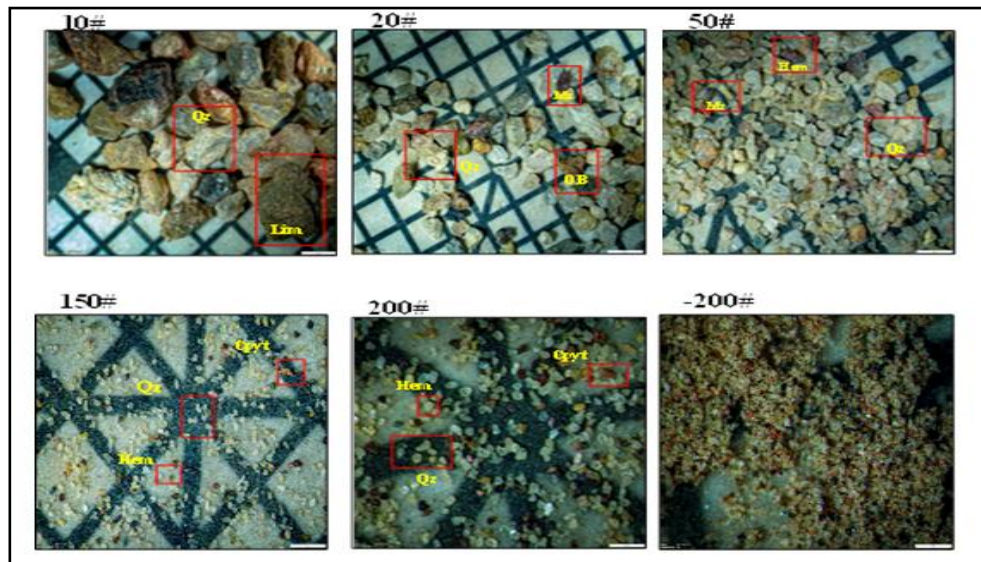
3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan alat Humprey Spiral dengan metode *Gravity Concentration*, adapun dimensi alat Humprey Spiral ini mempunyai tinggi keseluruhan alat 115 cm, lebar 40 cm, mempunyai 5 *spiral* dengan kemiringan 45° dan lebar penampang *spiral* 15 cm.



Gambar 3. a) Ukuran Alat Humprey Spiral.
b) Tampak 3D Alat Humprey Spiral

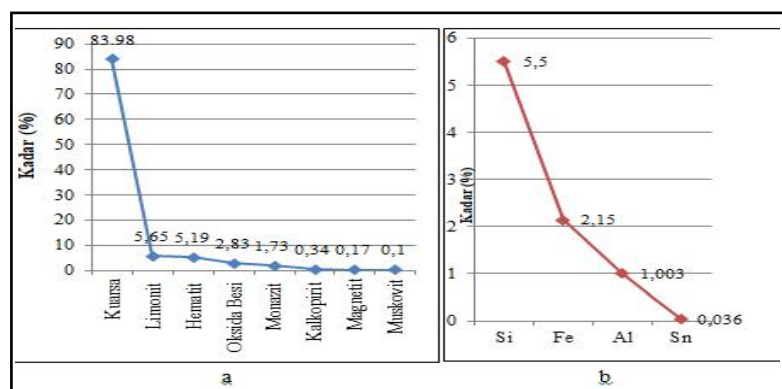
Karakteristik sampel yang berada pada bak Penampungan *Rod Mill* di PT Bumako memiliki ukuran umpan mulai dari 10 mesh hingga -200 mesh. Untuk mengetahui karakteristik mineral pada sampel umpan terlebih dahulu dilakukan pengujian (*Grain Counting Analysis*) GCA pada keseluruhan umpan pada alat Humprey Spiral menggunakan mikroskop *Olympus* (8ZX7) di Laboratorium Eksplorasi PT Timah Tbk.



Gambar 4. Hasil Analisis GCA

Sampel umpan pada Humprey Spiral mulai dari mesh 10 hingga mesh 150 berdominan berwarna abu-abu terang dan mesh yang berukuran halus didominasi oleh warna coklat kemerahan. Mineral kuarsa merupakan mineral yang mendominasi pada umpan Humprey Spiral. Tingkat kebundaran secara umum pada

Humprey Spiral yaitu, mineral kuarsa (*sub rounded-rounded*), mineral limonit (*sub rounded*), mineral hematit (*sub rounded-rounded*), mineral oksida besi (*sub rounded*), mineral monazit (*sub rounded-rounded*), mineral kalkopirit (*angular-sub rounded*), mineral magnetit (*sub angular*) dan mineral muskovit (*sub angular*).

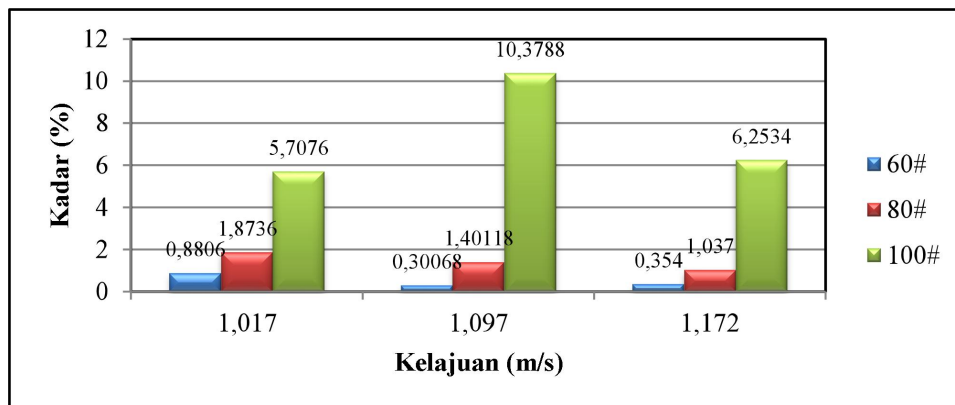


Gambar 5. Grafik Kadar Mineral pada Umpan (a. Metode GCA, b. Metode XRF Portable)

Berdasarkan Gambar 4 dan 5. menunjukkan sebaran mineral yang terdapat pada umpan alat Humprey Spiral berupa kuarsa 83,98%, limonit 5,65%, hematit 5,19%, oksida besi 2,83%, monazit 1,73%, kalkopirit 0,34%, muskovit 0,10%, dan magnetit 0,17%. Grafik b menggunakan metode *XRF. Portable* terdapat unsur Si penyusun mineral kuarsa 5,5%. Unsur Fe berupa penyusun mineral hematit, magnetit, limonit, oksida besi, kalkopirit dan monazite sebesar 2,15%. Unsur Al berupa penyusun mineral muskovit sebesar 1,003% dan unsur Sn berupa penyusun mineral kasiterit sebesar 0,036%.

Hasil menggunakan metode *XRF* terlihat adanya sebaran mineral kasiteri, sedangkan pada metode GCA sebaran mineral kasiterit tidak terlihat. Hal ini dikarenakan mineral kasiterit yang

masih menyatu dengan mineral pengotornya atau belum terkomposisi dengan baik dan masih tertutup mineral kelompok lempung (*clay*) sehingga tidak terlihat pada mikroskop. Proses pencucian mineral berharga menggunakan alat Humprey Spiral dipengaruhi oleh beberapa parameter yaitu pengaruh laju aliran air, bukaan splitter dan ukuran umpan. Parameter yang digunakan pada penelitian ini berupa kelajuan air dan ukuran umpan yang diuji pada alat Humprey Spiral. Kelajuan aliran yang digunakan pada penelitian ini ada 3 variasi yaitu, 1,017 m/s, 1,097 m/s dan 1,172 m/s. Sedangkan ukuran yang digunakan berukuran 60 mesh, 80 mesh dan 100 mesh. Panjang lintasan pada alat Humprey Spiral 6,45 meter.



Gambar 6. Grafik Pengaruh Laju Aliran Air dan Ukuran umpan Terhadap Kadar Kasiterit

Gambar 6 menunjukkan hasil pengaruh laju aliran air dan ukuran umpan terhadap kadar kasiterit. Kadar awal umpan pada masing-masing sampel ukuran umpan 60 mesh 0,0546% ukuran umpan 80 mesh 0,0829% dan ukuran umpan 100 mesh 0,5777%. Percobaan kelajuan 1,017 m/s dengan ukuran umpan 60 mesh perolehan kadar 0,881%, ukuran umpan 80 mesh memperoleh kadar 1,874% dan ukuran umpan 100 mesh memperoleh kadar 5,707%. Kelajuan 1,097 m/s dengan ukuran umpan 60 mesh memperoleh kadar 0,301%, ukuran umpan 80 mesh memperoleh kadar 1,401% dan ukuran umpan 100 mesh memperoleh kadar 10,379%. Kelajuan 1,172 m/s dengan ukuran umpan 60 mesh memperoleh kadar 0,354%, ukuran umpan 80 mesh memperoleh kadar 1,037% dan ukuran umpan 100 mesh memperoleh kadar 6,253%. Kadar standar perusahaan pada alat Humprey Spiral adalah kurang dari 3%.

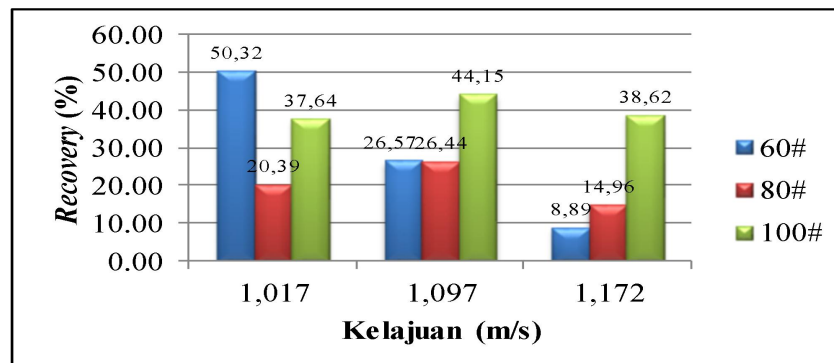
Hasil percobaan yang menghasilkan kadar yang memenuhi standar perusahaan yaitu pada ukuran umpan 100 mesh di setiap kelajuan air. Hal ini menandakan, semakin halus ukuran umpan yang digunakan akan semakin meningkatkan kadar kasiterit karena semakin kecil ukuran umpan semakin besar pula peluang

mineral kasiterit terlepas dari mineral pengikutnya. Perolehan kadar paling tinggi yaitu pada kelajuan ke 1,097 m/s pada ukuran umpan 100 mesh dengan kadar 10,3788%, sedangkan perolehan kadar terendah ada pada percobaan dengan kelajuan 1,097 m/s ukuran umpan 60 mesh yaitu 0,301%. Hal ini dikarenakan kelajuan air dan ukuran umpan mempengaruhi kadar konsentrat kasiterit yang akan diperoleh. Menurunnya perolehan konsentrat kasiterit dikarenakan makin cepat kelajuan air dan ukuran umpan, semakin halus yang digunakan sebagai umpan pada sampel akan mengakibatkan konsentrat kasiterit akan terdorong keluar jalur pusat *spiral* dan ikut terbuang pada bak penampungan *tailing*. Namun, jika kelajuan air yang digunakan terlalu rendah akan mengakibatkan penumpukan pada pusat *spiral* dan mineral pengotor lainnya (mineral ringan) tidak ikut terdorong keluar pada bak penampungan *tailing* dan akan masuk kedalam bak penampungan konsentrat sedikit demi sedikit serta membutuhkan waktu yang lama. Jika kelajuan air yang digunakan sedang seperti pada kelajuan 1,097 m/s dengan ukuran yang halus konsentrat kasiterit akan meningkat, karena

kelajuan airnya tidak mendorong konsentrat kasiterit terdorong keluar.

Nilai R 0,625 mendekati nilai 1 artinya hubungan antara variabel debit air dan laju umpan terhadap kadar kasiterit kuat. R Square digunakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh variabel kelajuan air dan ukuran umpan terhadap kadar kasiterit pada alat Humprey Spiral. Nilai R Square sebesar 0,390 hal ini mengandung arti bahwa pengaruh kelajuan air dan ukuran umpan secara bersamaan atau parsial terhadap kadar kasiterit

sebesar 39%. *Recovery* pada proses pencucian adalah tolak ukur keberhasilan proses pemisahan pada alat pencucian. Nilai kadar dari konsentrat diperoleh dari hasil uji laboratorium dan nilai *recovery* diperoleh dari perhitungan berat konsentrat dikali kadar Sn dalam konsentrat dibagi berat umpan dikali kadar Sn dalam umpan. Berikut merupakan grafik hasil pengaruh laju aliran air dan ukuran umpan terhadap *recovery*.



Gambar 7. Grafik Pengaruh Laju Aliran dan Ukuran umpan Terhadap *Recovery* konsentrat Kasiterit

Hasil dari pengaruh laju aliran air dan ukuran umpan terhadap *recovery* pencucian pada alat Humprey Spiral. Grafik percobaan kelajuan air 1,017 m/s ukuran umpan 60 mesh 50,317%, 80 mesh 20,385% dan 100 mesh 37,6418%. Pada percobaan kelajuan air 1,097 m/s dengan mesh 60 26,5671%, 80 mesh 26,4448% dan 100 mesh 44,1512%. Pada percobaan kelajuan air 1,172 m/s dengan ukuran umpan 60 mesh 8,89117%, 80 mesh 14,9613% dan 100 mesh 38,6163%. *Recovery* tertinggi ada pada percobaan dengan kelajuan aliran air 1,017m/s dengan ukuran umpan 60 mesh. Hal ini karena kelajuan yang rendah dan ukuran umpan yang besar membuat mineral akan sulit terdorong, sehingga mineral ikutan kasiterit akan mudah masuk dan tercampur kedalam bak penampungan konsentrat. *Recovery* terendah ada pada kelajuan 1,172 m/s dengan ukuran umpan 60 mesh karena semakin kencang kelajuan air maka umpan akan semakin terdorong keluar. Namun pada kelajuan 1,097 m/s dengan ukuran umpan 100 mesh memiliki nilai *recovery* tinggi yaitu 44,15%, hal ini terjadi karena ukuran mesh yang halus dengan kelajuan sedang merupakan pengaturan yang ideal sehingga tingkat *recovery* alat menjadi tinggi. Salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat *recovery* tinggi dikarenakan berat jenis mineral konsentrat yang tinggi.

Tabel R menunjukkan angka 0,267 jauh dari nilai 1 artinya hubungan antara variabel laju air dan ukuran umpan terhadap *recovery*

kasiterit rendah. Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa nilai R Square sebesar 0,071 hal ini mengandung arti bahwa bahwa pengaruh kelajuan air dan ukuran umpan secara bersamaan terhadap *recovery* kasiterit sebesar 0,71%.

4. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, antara lainnya, karakteristik fisik umpan pada alat Humprey Spiral terdiri dari mineral kuarsa 83,98%, limonit 5,65%, hematit 5,19%, oksida besi 2,83%, monazit 1,73%, kalkopirit 0,34%, muskovit 0,10%, dan magnetit 0,17%, dengan tingkat kebundaran mulai dari *angular* hingga *rounded*. Pengaruh laju aliran air dan ukuran umpan berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kadar kasiterit pada pengujian Aanova Regresi dengan nilai R Square sebesar 39% pada alat Humprey Spiral. Pengaruh laju aliran air dan ukuran umpan terhadap peningkatan *recovery* tidak berpengaruh signifikan pengujian menggunakan regresi linier bergandanya berpengaruh dengan nilai R Square sebesar 0,71%. Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan yaitu, perancangan pada permukaan *spiral* harus lebih rapi dan halus agar tidak ada konsentrat yang tersangkut pada *spiral*.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih PT Bumako telah membantu menyediakan material penelitian, sehingga saya bisa menyelesaikan penelitian ini. Terima kasih kepada kedua orang tua saya yang sudah menyemangati dan membiayai. Ucapan Terima kasih saya sampai kepada Minerbee angkatan 2016 dan kepada Kak Ruhiat A.Md.T.

Daftar Pustaka

- Australian Government. 2016. Pengolahan Tailing. Attorney-General's Department. Australian.
- Hanafiah., Sutedja, A. dan Ahmaddien, I. 2020. Pengantar Statistika. Widina Bhakti Persada, Bandung.
- Jamaluddin dan Umar, T.P. 2016. Analisis Kandungan Logam Oksida Menggunakan Metode XRF (X-Ray Fluorescence). Jurnal Geofisika FMIPA Universitas Hasanuddin. Makasar.
- Pirajno, F. 2009. *Hidrothermal Processes And Mineral Systems*. Perth: Springer.
- Rahmanudin. 2010. Pengolahan Bahan Galian. Jurusan Teknik Pertambangan. Fakultas Teknik. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarmasin.
- Sukandarrumidi. 2007. *Geologi Mineral Logam*. Universitas Gajah Mada Press. Yogyakarta.
- Suprpto, S.J. 2007. Tailing Sebai Sumber Daya. Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- Syafi'i, D.H. 2012. Pengolahan Bahan Galian, Jurusan Teknik Geologi. Fakultas Teknologi Mineral. ITB. Bandung.
- Taylor, R.G. 1985. *Tipe Endapan Timah*. Amsterdam. Elsevier Scientific Publishing Company.
- Wills, B.A. 2006. Mineral Processing Technology 7th Edition. Australia: Elsevier Science & Technology Book.