

SAMPUL DEPAN JURNAL

p-ISSN 2657-2451
e-ISSN 2723-6064



IMEJ

Indonesian Mining and Energy Journal

Vol. 4 No.1 MEI 2021

Program Studi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi
Universitas Trisakti

imej

Vol.4

No.1

Hal. 1-70

Jakarta,
Mei 2021

p-ISSN
2657-2451

TIM REDAKSI

Tautan: <https://trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id/imej/about/editorialTeam>



INDONESIAN MINING AND ENERGY JOURNAL

IMEJ

HOME ABOUT LOGIN REGISTER SEARCH CURRENT ARCHIVES

Home > About the Journal > Editorial Team

Editorial Team

EDITOR IN CHIEF

Mixsindo Korra Herdyanti, Prodi Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi Universitas Trisakti

EDITORS

Dr. Pantjanita N. Hartami, ST, MT, Universitas Trisakti
Dra. Sullestyah, Msi, Universitas Trisakti
Ir. Taat Tri Purwiyono, MT, Universitas Trisakti
Reza Aryanto, universitas trisakti
Ririn Yulianti, ST, MT, Universitas Trisakti
Christin Palit, Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti
Ratih Zul Suminingih, ST, Universitas Trisakti

REVIEWER

Ir. Hermanto Saliman, MT, Universitas Trisakti
Dr. Masagus Ahmad Azizi, ST, MT, Universitas Trisakti
Dr. Ir. Chatriul Nas, N.Si, Universitas Trisakti
Dr. Ir. Bani Nugroho, MT, Universitas Trisakti


This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

[Click here to Submit](#)

 [Article Template](#)

1. Author Guideline
2. Focus and Scope
3. Publication Ethics
4. Editorial Team
5. Reviewer
6. Plagiarism Check
7. Copyright Notice

DAFTAR ISI

Tautan: <https://trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id/imej/issue/view/910/showToc>

Vol 4, No 1 (2021)

MEI

TABLE OF CONTENTS

ARTICLES

ANALISIS PENGARUH JUMLAH KOLEKTOR DAN AKTIVATOR TERHADAP PEROLEHAN Pb PADA BIJIH GALENA <i>Agung Lumban Gaol, Subandrio Subandrio, Christin Palit</i>	1-10	PDF
 Abstract views : 0  PDF views : 0		
PENENTUAN MODEL VARIOGRAM BERDASARKAN ROOT MEAN SQUARE ERROR DI PT X, SULAWESI UTARA <i>Benny Anggara, Irfan Marwanza, Masagus Ahmad Azizi</i>	11-21	PDF
 Abstract views : 0  PDF views : 0		
PENINGKATAN KADAR TIMBAL PADA BIJIH GALENA MELALUI FLOTASI SELEKTIF DENGAN VARIASI PERSEN SOLID <i>Edgard Christopher, Subandrio Subandrio, Christin Palit</i>	22-31	PDF
 Abstract views : 0  PDF views : 0		
ANALISIS KESTABILAN LERENG MODEL 3 DIMENSI DENGAN METODE ELEMEN HINGGA DI PT X <i>Simon Fides, Masagus Ahmad Azizi, Irfan Marwanza</i>	32-42	PDF
 Abstract views : 0  PDF views : 0		
KAJIAN EROSI TERHADAP SALURAN TERBUKA (DRAINASE) PT BIMA CAKRA PERKASA MINERALINDO, MOROWALI, SULAWESI TENGAH <i>Bahta Wijaya Sitompul, Reza Aryanto, Taat Tri Purwiyono</i>	43-51	PDF
 Abstract views : 0  PDF views : 0		
Studi Kualitas Air dan Potensi Pemanfaatan Danau Bekas Tambang JVoid PT Kaltim Prima Coal, Kalimantan Timur <i>Edy Jamal Tuheteru, Ginting Jalu Kusuma, Kris Pranoto, Yosef Palingi, Rudy Sayoga Gautama</i>	52-59	PDF
 Abstract views : 0  PDF views : 0		
NERACA AIR SURPLUS DAN PENGARUHNYA TERHADAP SALURAN AIR DI DESA SELING <i>Frizky Sasetya Lesana, Reza Aryanto, Danu Putra</i>	60-70	PDF
 Abstract views : 0  PDF views : 0		

PENINGKATAN KADAR TIMBAL PADA BIJIH GALENA MELALUI FLOTASI SELEKTIF DENGAN VARIASI PERSEN SOLID

LEAD CONTENT ENHANCEMENT OF GALENA ORE BY SELECTIVE FLOTATION WITH VARIATIONS OF SOLID PERCENTAGE

Edgard Christopher^{1*}, Subandrio³, Christin Palit³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti, Jalan Kyai Tapa No.1, Tomang, Grogol Petamburan, Jakarta 11440, Indonesia

*E-mail untuk korespondensi (corresponding author): edgardchristoph22@gmail.com

Abstrak - Dalam pengolahan bijih galena karena kurang baiknya peningkatan kadar timbal dengan konsentrasi gravitasi, maka dilakukan dengan metode flotasi agar mendapatkan hasil yang optimal. Dalam penelitian ini dilakukan flotasi langsung bijih galena secara selektif dimana sampel terdiri dari dua jenis bijih galena dengan grade yang berbeda. Untuk sampel galena pertama disebut sebagai galena high grade yang mengandung kadar Pb sekitar 30.05%, sedangkan sampel galena kedua disebut sebagai galena low grade yang mengandung kadar Pb sekitar 5.62%. Kondisi flotasi yang dibuat konstan pada setiap pengujian adalah ukuran fraksi (200 mesh), nilai pH (8.5), dosis reagen depressan (Na_2SO_3 dan ZnSO_4), kolektor (D25), frother (Minyak Pinus), dan waktu conditioning serta waktu aerasi, sedangkan variabel yang diteliti untuk dilihat hasil dengan kadar dan recovery Pb teroptimal adalah persen solid dimana nilai persen solid pada masing-masing pengujian adalah 10%, 20%, 30%, dan 40%. Kadar Pb yang didapat melalui uji XRF dari variasi persen solid secara berurutan pada hasil flotasi galena grade high sebesar 3.78%, 36.99%, 36.29%, 8.21%, dengan nilai recovery sebesar 4.72%, 61.46%, 69.51%, 15.95%, sedangkan untuk kadar Pb hasil flotasi galena grade low sebesar 11.96%, 18.16%, 13.97%, 12.17%, dengan nilai recovery sebesar 32.67%, 69.63%, 84.68%, 82.66%. Secara keseluruhan dari hasil flotasi terlihat seiringnya meningkatnya persen solid maka kadar Pb beserta recovery akan meningkat sampai batas tertentu dimana batas peningkatan kadar dan recovery berada antara jangkauan persen solid 20% dan 30%. Pada batas persen solid inilah yang dapat dikatakan sebagai nilai persen solid yang optimal untuk dilakukan flotasi agar mendapatkan konsentrat dengan kadar dan recovery optimal.

Kata Kunci: galena, high grade, low grade, flotasi selektif langsung, persen solid, kadar dan recovery optimal

Abstract - Due to the inadequate increase of lead content in galena ore by gravity concentration, it is carried out by the flotation method in order to obtain better or optimum results. In this study, through selective direct flotation of galena ore that was carried out whereas the sample consists of two types of galena with different grades. The first sample of galena is referred to as high grade galena containing Pb content of around 30.05%, while the second sample of galena is referred to as low grade galena containing Pb content of around 5.62%. The flotation conditions that were constant in every test that was carried out are fraction size (200 mesh), pH level (8.5), reagents dosage of depressants (Na_2SO_3 and ZnSO_4), collector (D25), frother (Pine Oil), conditioning and aeration time, whereas the different variations of solid percentage with a value of 10%, 20%, 30%, and 40% were used to seek an optimum solid percentage that resulted in a product which contained the most optimum content of lead and recovery. The Pb contents obtained through XRF tests from the variation of the solid percentage sequentially of the high-grade galena flotation results are 3.78%, 36.99%, 36.29%, 8.21%, with a recovery value of 4.72%, 61.46%, 69.51%, 15.95%, whereas the Pb contents of the low-grade galena flotation results are 11.96%, 18.16%, 13.97%, 12.17%, with a recovery value of 32.67%, 69.63%, 84.68%, 82.66%. Overall, from the flotation results, it can be seen that as the solid percentage increases, the Pb content and recovery will increase to a certain extent where the limit of increase in content and recovery is between the range of 20% and 30%. It is at this solid percentage limit that can be referred to as the optimum solid percentage value for flotation to obtain concentrates with optimum Pb content and recovery.

Keywords: Galena, High Grade, Low Grade, Direct Selective Flotation, Solid Percentage, Optimum Content and Recovery

PENDAHULUAN

Di dalam dunia pertambangan setelah proses ekstraksi bahan galian dari alam selesai dilakukan maka material tersebut perlu diolah, karena mineral berharga yang terkandung masih menyatu dengan zat pengotor. Proses pengolahan bahan galian merupakan sekumpulan beberapa tahapan proses yang tujuannya untuk mempersiapkan ukuran bijih yang sesuai serta memisahkan kandungan mineral yang berharga dari pengotornya. Dalam pengolahan bahan galian terdapat proses konsentrasi yang bertujuan untuk meningkatkan kadar dan perolehan dari mineral berharga yang akan dipisahkan, dimana salah satu metode proses konsentrasi berupa flotasi. Metode ini yang dipatenkan pada tahun 1906 merupakan suatu jenis pemisahan berdasarkan karakteristik permukaan partikel antara yang hidrofilik dan hidrofobik dengan bantuan reagen kimia. Dari metode flotasi dapat dipergunakan untuk mengolah bijih kompleks dengan ukuran yang sangat halus serta hasil tailing metode konsentrasi lainnya, yang sebelumnya bila dipertimbangkan tidak ekonomis untuk diolah.

Dalam flotasi, tingkat keberhasilan dipengaruhi oleh beberapa faktor operasi yang saling berinteraksi, dimana salah satunya merupakan persen padatan. Dari berbagai literatur yang tersedia serta penelitian-penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan, dapat dikatakan bahwa tingkat persen padatan pulp akan berhubungan erat dengan kemampuan permukaan keseluruhan mineral untuk dapat mengadsorpsi reagen kolektor serta jumlah mineral yang terapung per satuan waktu sehingga akan mempengaruhi perolehan di akhir. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variabel persen padatan pada flotasi bijih galena terhadap kadar serta perolehan timbal dan seng yang didapat dalam konsentrat. Penggunaan variasi persen padatan bertujuan untuk melihat kondisi persen padatan yang optimal untuk mendapatkan konsentrat dengan tingkat kadar dan perolehan yang tertinggi.

METODE

Galena

Galena (PbS) tergolong salah satu mineral sulfida yang merupakan penghasil utama bijih timbal di bumi. Galena umumnya ditemukan di sekitar batuan beku dan batuan metamorf (pada urat-urat hidrothermal yang bertemperatur sedang sampai rendah). Mineral galena yang terbentuk dalam endapan hidrothermal yang merupakan hasil differensiasi magma ada dua macam yaitu secara *cavity filling* dimana mineral galena mengisi lubang-lubang yang sudah ada di dalam batuan sekelilingnya dan secara *metasomatisme* dimana mineral galena mengganti unsur-unsur yang telah ada dalam batuan. Karakteristik mineral Galena yang dapat langsung diamati adalah belahan yang sempurna dalam tiga arah yang bersinggungan 90 derajat, berwarna dan becerat abu-abu hingga kehitaman dengan kilap logam yang cerah, berat jenis yang cukup tinggi (sekitar 7,4-7,6), serta bersifat cukup lembut dengan nilai kekerasan 2,5 berdasarkan Skala Mohs.

Konsentrasi Flotasi

Flotasi merupakan proses pemisahan fisika-kimia yang menggunakan perbedaan tegangan permukaan antar partikel-partikel mineral berharga dan yang tidak berharga dengan cara mengapungkannya menggunakan gelembung udara bagian partikel yang bersifat hidrofobik (takut akan air) dan menenggelamkan bagian partikel yang bersifat hidrofilik (senang akan air). Bila partikel mineral berharga yang diapungkan dan partikel mineral pengotor yang diendapkan, hal ini dinamakan flotasi langsung (*direct flotation*), sedangkan jika yang terjadi sebaliknya yaitu partikel mineral pengotor yang diapungkan dan partikel mineral berharga yang diendapkan maka hal itu dinamakan flotasi kebalikan (*reverse flotation*). Hal ini disebabkan dari karakteristik masing-masing bijih yang pada umumnya untuk golongan sulfida dilakukan direct flotation dan golongan oksida dilakukan reverse flotation. Menurut **Wills dan Napier-Munn (2006)** menyatakan bahwa ada tiga mekanisme proses pengambilan mineral secara flotasi, yaitu:

1. Penempelan selektif pada gelembung udara (*true flotation*).
2. Pengaliran bersama (*entrainment*) dalam air yang melewati froth.
3. Penjebakan fisik (*physical entrapment*) antar partikel di froth yang melekat pada gelembung udara (sering dirujuk sebagai agregasi).

Kolektor

Kolektor merupakan senyawa heteropolar yang berfungsi untuk meningkatkan kehidrofoban mineral. Dalam larutan, kolektor akan terdisosiasi menjadi spesi polar dan nonpolar. Spesi polar terdiri dari gugus ion logam (bermuatan positif atau negatif) yang sifatnya senang akan air (hidrofilik), sedangkan spesi nonpolar terdiri dari gugus radikal, rantai hidrokarbon yang sifatnya takut akan air (hidrofobik). Dengan terjadinya reaksi ikatan kimia selama proses flotasi antar bagian polar dan permukaan mineral, maka kolektor teradsorpsi dengan bagian ujung nonpolar mengarah pada larutan ruah, sehingga permukaan mineral berubah menjadi hidrofobik. Kolektor dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu kolektor ionik dan non-ionik. Kolektor ionik diklasifikasikan menjadi dua macam sesuai tipe muatan ion yang dimiliki, yaitu kolektor anionik (paling banyak digunakan untuk flotasi mineral sulfida) dan kolektor kationik (paling banyak digunakan untuk flotasi mineral oksida dan silikat).

Frother

Frother adalah reagen kimia yang berfungsi untuk membantu membentuk dan menstabilkan gelembung udara dengan cara menurunkan tegangan permukaan air. Frother yang efektif digunakan juga berupa zat organik dimana sifat heteropolar yang aktif pada permukaan, dapat diadsorpsi pada batas permukaan antara udara dengan air, tetapi tidak berlaku untuk permukaan zat padat. Apabila permukaan molekul frother bereaksi dengan air, maka air akan segera bergabung dengan gugus polar, tetapi tidak dengan nonpolar yang cenderung bergabung dengan udara. Sebagian kolektor mempunyai sifat yang sama dengan frother, yaitu sama-sama heteropolar, namun perbedaannya ialah bagian polar dari kolektor mempunyai daya tarik terhadap mineral tertentu, sedangkan bagian polar dari frother hanya tertarik pada air.

pH Regulator

Reagen ini merupakan senyawa asam dan alkali yang berfungsi untuk mengatur kondisi pH dalam flotasi sehingga kolektor dapat bekerja dengan optimum. Pengaturan pH dilakukan sesuai kebutuhan yaitu pada kondisi asam ataupun kondisi basa. Contoh pH regulator asam misalnya asam sulfat (H_2SO_4) dan asam klorida (HCL); sedangkan contoh pH regulator basa yaitu kapur (CaO), soda abu (Na_2CO_3) dan soda kaustik (NaOH).

Aktivator

Reagen ini berfungsi untuk membantu kolektor dalam meningkatkan selektivitas partikel yang akan dibuat hidrofobik. Aktivator mempengaruhi permukaan partikel mineral yang telah diberi kolektor, sehingga menambah kapasitas adsorpsi kolektor pada permukaan partikel mineral tersebut dan menambah kemampuan mengapung. Contohnya pada flotasi sphalerite, dimana sphalerite tidak terflotasi dengan baik jika hanya menggunakan kolektor xanthate, namun perlu ditambahkan $CuSO_4$ sebagai aktivator, maka sphalerite menjadi lebih mudah diapungkan (**Wills dan Napier-Munn, 2006**). Contoh aktivator lain adalah Na_2S dan Na_2CS_3 untuk cerusite, anglesite, dan cuprite, sedangkan Na_3PO_4 untuk mineral Pb yang telah teroksidasi.

Depresan

Reagen ini memiliki fungsi yang terbalik dari aktivator, dimana depresan akan menekan atau menghalangi interaksi kolektor sehingga tidak terjadi pengadsorpsian kolektor dimana permukaan partikel mineral yang sebelumnya menjadi hidrofilik kembali. Contoh depresan misalkan NaCN dan $ZnSO_4$ yang digunakan dalam industri Pb-Cu-Zn (**Wills dan Napier-Munn, 2006**). Reagen ini ditambahkan untuk menjaga agar partikel-partikel mineral yang halus tidak berusaha untuk membentuk gumpalan-gumpalan, namun berada dalam kondisi suspensi dan menyebar dalam cairan. Contoh dari reagen ini adalah Na_2SiO_3 atau biasa yang disebut *waterglass* yang sangat efektif apabila derajat keasaman dapat dikontrol dengan baik.

Pengaruh Persen Solid Dalam Flotasi

Persen padatan merupakan salah satu faktor terpenting yang perlu diperhatikan yang berkaitan dengan kapasitas produksi yang diinginkan. Kondisi persen solid yang tinggi akan meningkatkan perolehan tetapi diiringi dengan penurunan kadar konsentrat. Untuk proses pemisahan pada flotasi pulp harus cukup encer

sehingga memberikan kesempatan kepada kolektor untuk teradsorpsi pada permukaan mineral. Jumlah partikel mineral yang dapat terapung per satuan waktu akan meningkat seiring dengan peningkatan persen padatan pulp sampai pada nilai tertentu dan akan berkurang pada persen padatan yang semakin besar. Penurunan persen perolehan mineral tersebut disebabkan distribusi gelembung udara yang tidak merata diseleuruh sel apabila jumlah partikel umpan meningkat di dalam pulp. Secara umum dapat dikatakan bahwa kenaikan persen padatan pulp akan meningkatkan jumlah mineral yang terapung per satuan waktu.

Flotasi Selektif Mineral Sulfida

Flotasi merupakan salah satu metode konsentrasi untuk memisahkan mineral berharga dari pengotornya berdasarkan sifat permukaan terhadap air. Bijih berukuran halus dalam bentuk pulp diberikan aliran udara sehingga terbentuk gelembung-gelembung udara. Umumnya kebanyakan mineral berharga sulit untuk dibasahi air (hidrofobik) sehingga akan mudah menempel pada gelembung udara yang kemudian terangkat ke permukaan, sedangkan mineral pengotor yang mudah dibasahi air (hidrofilik) tidak menempel pada gelembung udara dan terendapkan didasar sel flotasi. Proses flotasi ini merupakan proses yang selektif sehingga dapat diterapkan untuk memisahkan mineral sulfida dalam bijih kompleks. Pada flotasi bijih kompleks Pb-Cu-Zn, mineral Zn akan ditekan atau dihambat sehingga mengendap bersama pengotor, sedangkan mineral Pb dan Cu akan terapungkan sehingga dapat dipisahkan antara konsentrat yang mengandung Pb dan Cu, serta tailing yang mengandung Zn. Konsentrat pertama tersebut dilakukan proses flotasi kembali dengan tujuan untuk menekan atau menghambat CuS sehingga Cu akan mengendap sebagai tailing dan konsentrat Pb dengan kadar lebih tinggi terapungkan. Tailing yang masih mengandung Cu dan Zn masing-masing dilakukan proses flotasi kembali agar mendapatkan konsentrat Cu dan Zn dengan kadar yang lebih tinggi. Pada akhirnya didapat tiga jenis konsentrat berupa Pb, Cu, dan Zn yang telah terpisah. Perlu diperhatikan dalam proses flotasi bijih kompleks ini, dalam pemisahan masing-masing konsentrat Pb, Cu, dan Zn digunakan jenis kolektor yang berbeda.

XRD Dan XRF

Difraksi sinar-x merupakan metode analisis yang memanfaatkan interaksi antara sinar-x dengan atom yang tersusun dalam sebuah sistem kristal. Kristal merupakan susunan atom-atom atau kumpulan atom yang teratur dan berulang dalam ruang tiga dimensi. Keteraturan susunan tersebut disebabkan oleh kondisi geometris yang dipengaruhi oleh ikatan atom yang memiliki arah. Analisis XRD merupakan contoh analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan suatu senyawa dengan mengamati pola pembiasan cahaya sebagai akibat dari berkas cahaya yang dibiaskan oleh material yang memiliki susunan atom pada kisi kristalnya.

Analisis dengan metode XRF bersifat non-destruktif (tidak merusak sampel) yang biasa digunakan untuk identifikasi serta penentuan konsentrasi elemen yang ada pada sampel padat, bubuk ataupun cair. Secara umum, XRF spektrometer mengukur panjang gelombang komponen material secara individu dari emisi fluoresensi yang dihasilkan sampel saat diradiasi dengan sinar-X. Hasil analisis kualitatif ditunjukkan oleh puncak spectrum yang mewakili jenis unsur sesuai dengan energi sinar-X karakteristiknya, sedangkan analisis kuantitatif diperoleh dengan cara membandingkan intensitas sampel dengan standar.

PERSAMAAN MATEMATIKA

Untuk melihat keberhasilan proses flotasi yang telah dilakukan maka dapat ditentukan dari hasil kadar dan recovery (perolehan) mineral tertinggi. Menurut **Wills dan Napier-Munn (2006)**, recovery adalah persentase keseluruhan mineral yang terkandung di dalam konsentrat. Perhitungan ini didasarkan pada prinsip **material balance** dan **metallurgical balance**.

$$\text{Material Balance} : F = C + T \quad (1)$$

$$\text{Metallurgical Balance} : F.f = C.c + T.t \quad (2)$$

$$\text{Recovery Aktual} : R = \frac{C.c}{F.f} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{Recovery Teoritis} : R = \frac{c \cdot x \cdot (f - t)}{f \cdot x \cdot (c - t)} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan:

C = Berat Konsentrat (gram)

F = Berat Feed (gram)

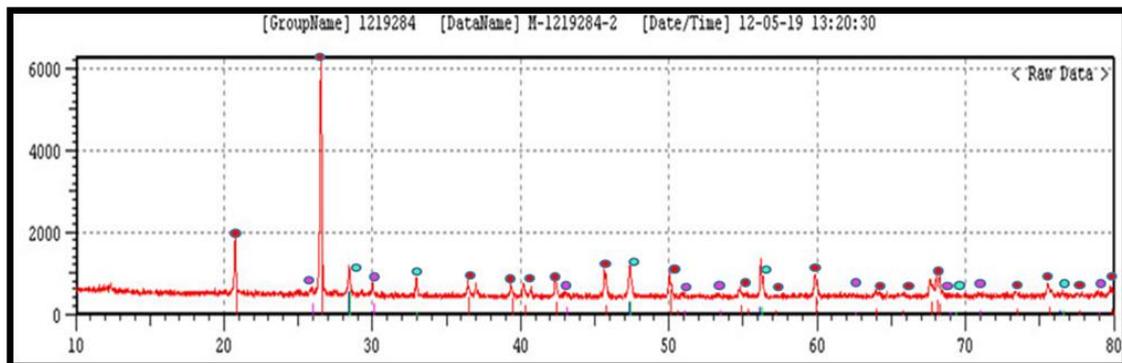
T = Berat Tailing (gram)

- c = Kadar Konsentrat (%)
- f = Kadar Feed (%)
- t = Kadar Tailing (%)
- R = Recovery (%)

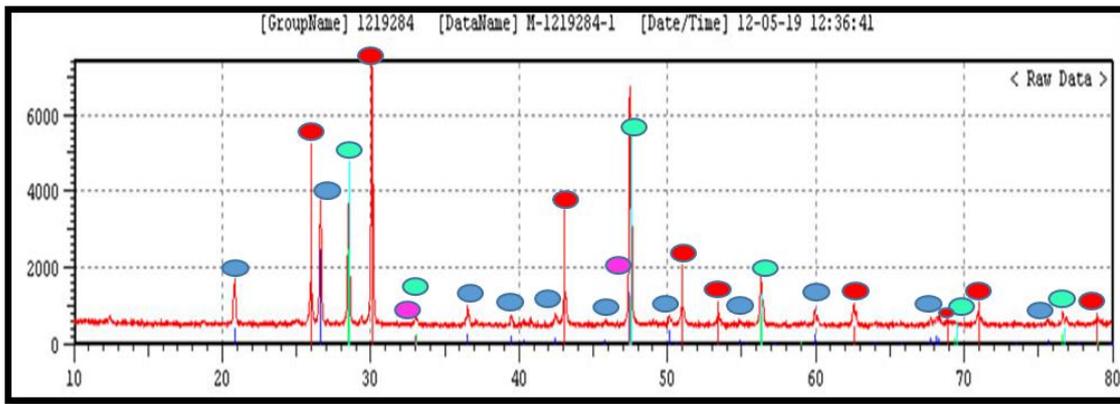
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam melakukan penelitian ini penulis menggunakan sampel bijih kompleks galena-sphalerite yang berasal dari PT Galena Maju Karya Mandiri dengan dua grade yang berbeda dimana variabel yang diuji adalah persen padatan yang dilihat pengaruhnya terhadap ekstraksi timbal (Pb) melalui flotasi selektif langsung. Kondisi sampel yang dibuat menjadi konstan pada setiap percobaan adalah ukuran biji pada 200 mesh, volume air 1200 ml, pH 8.5, waktu conditioning setiap penambahan reagen 3 menit, dan waktu aerasi masing-masing 5 menit. Untuk masing-masing grade bijih dilakukan pengujian variabel persen padatan dengan nilai 10%, 20%, 30%, dan 40%. Dari pengujian variabel ini pada kedua grade bijih yang berbeda didapatkan kondisi terbaik dalam mendapatkan kadar dan perolehan timbal (Pb) yang paling optimal.

Dari hasil pengujian XRD didapatkan data crystallography dan difraksi sampel Galena awal yang diolah dengan menggunakan software match!3 dimana software ini berfungsi untuk menganalisis fase kandungan mineral bahan dalam bentuk bubuk melalui hubungan korelasi antara intensitas sinar dengan sudut 2θ yang terbentuk beserta struktur kristal yang dihasilkan dari kandungan mineral. Pada diffractogram sampel bernomor satu yang merupakan sampel galena grade high dapat dilihat bahwa puncak-puncak yang terbentuk menunjukkan fase dari komposisi senyawa Galena (PbS), Sphalerite (ZnS), Nantokite (CuCl), dan Quartz (SiO₂), sedangkan pada diffractogram sampel bernomor dua yang merupakan sampel galena grade low dapat dilihat bahwa puncak-puncak yang terbentuk hanya menunjukkan fase dari komposisi senyawa Galena (PbS), Nantokite (CuCl), dan Quartz (SiO₂) saja. Sebenarnya pada kedua jenis sampel ini masih terkandung beberapa unsur lainnya seperti Zn, Al, Fe, Mn, K, Ca, namun masih terikat dalam fase senyawa kompleks sehingga tidak menunjukkan tinggi atau intensitas puncak beserta lebar puncak yang signifikan, oleh sebab itu hasil data XRD ini akan diklarifikasi dan dikorelasi dengan hasil data XRF yang dapat menunjukkan secara langsung kandungan atau kadar dari masing-masing unsur yang dominan dalam kedua sampel tersebut. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 1. Diffractogram feed awal galena grade high



Gambar 2. Diffractogram feed awal galena grade low

Dari hasil pengujian XRF awal yang ditunjukkan dalam Tabel 1 pada sampel galena grade high menunjukkan bahwa kandungan unsur pada sampel selain yang ditunjukkan dari hasil XRD adalah unsur Al, Ca, Mn, dan Fe, dimana kadar dari unsur Pb memiliki nilai tertinggi dibandingkan unsur lainnya, sehingga bila dikorelasi dengan data XRD yang menunjukkan puncak-puncak paling banyak yang dihasilkan adalah dalam fase Quartz belum tentu fase tersebut mencakup sebagian besar dari kandungan dalam sampel.

Tabel 1. Hasil XRF feed awal galena grade high

Element	Concentration	Unit
Al	1.36	%
Si	16.12	%
S	10.12	%
Cl	0.60	%
Ca	0.81	%
Mn	1.20	%
Fe	11.82	%
Cu	1.38	%
Zn	26.53	%
Pb	30.05	%
Total	100.00	%

Untuk hasil pengujian XRF sampel galena grade low yang ditunjukkan dalam Tabel III.2 menunjukkan bahwa ternyata ada kandungan unsur Zn yang moderat yaitu 16.51% yang tidak tertunjuk dalam diffractogram XRD, beserta kandungan unsur lain yang mirip dengan kandungan unsur pada sampel pertama yaitu sampel galena grade high namun tidak mengandung unsur Mn, melainkan tergantikan oleh unsur K. Dalam hasil XRD sampel galena grade low ini kandungan unsur Si (silika) merupakan kandungan unsur yang terbanyak dengan nilai 34.32% yang bilamana dikorelasi dengan data XRD sesuai dengan fase Quartz yang juga memiliki puncak terbanyak dalam diffractogram sehingga dapat mencakup sebagian besar kandungan dalam sampel.

Tabel 2. Hasil XRF feed awal galena grade low

Element	Concentration	Unit
Al	2.14	%
Si	34.32	%
S	15.04	%
Cl	0.71	%
K	1.05	%
Ca	0.64	%
Fe	21.92	%
Cu	2.05	%
Zn	16.51	%
Pb	5.62	%
Total	100.00	%

Dari hasil kadar Pb dan Zn pada konsentrat dan tailing yang berasal dari XRF yang ditunjukkan oleh Tabel 3 dan 4, dapat dilihat langsung bahwa meskipun jumlah konsentrat yang semakin banyak dihasilkan belum tentu memiliki perolehan kadar Pb ataupun Zn yang semakin besar pula. Pengujian XRF tidak hanya dilakukan untuk konsentrat saja, melainkan tailing juga karena hal ini berfungsi untuk memastikan bahwa benar terjadinya flotasi selektif langsung dan untuk melihat kadar sisa-sisa mineral yang terkandung dalam tailing yang bilamana masih dapat optimal dan menguntungkan tidak untuk dilanjutkan pengujian flotasi kembali.

Tabel 3. Kadar Pb-Zn pada konsentrat dan tailing hasil pengujian variasi persen solid galena grade high

%Solid	%Pb-C	%Zn-C	%Pb-T	%Zn-T
10	3.78	6.84	1.68	0.81
20	36.99	30.97	18.7	28.52
30	36.29	31.57	15.87	29.62
40	8.21	18.05	4.51	16.49

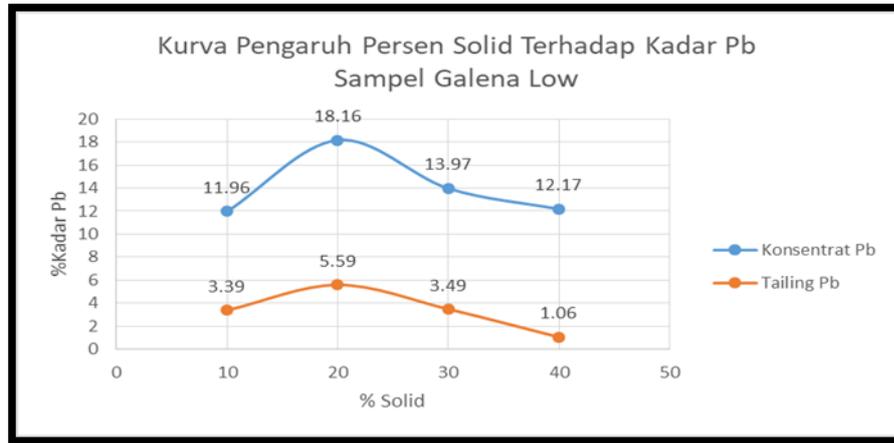
Tabel 4. Kadar Pb-Zn pada konsentrat dan tailing hasil pengujian variasi persen solid galena grade low

%Solid	%Pb-C	%Zn-C	%Pb-T	%Zn-T
10	11.96	19.71	3.39	7.39
20	18.16	26.2	5.59	15.36
30	13.97	22.85	3.49	12.08
40	12.17	10.32	1.06	7

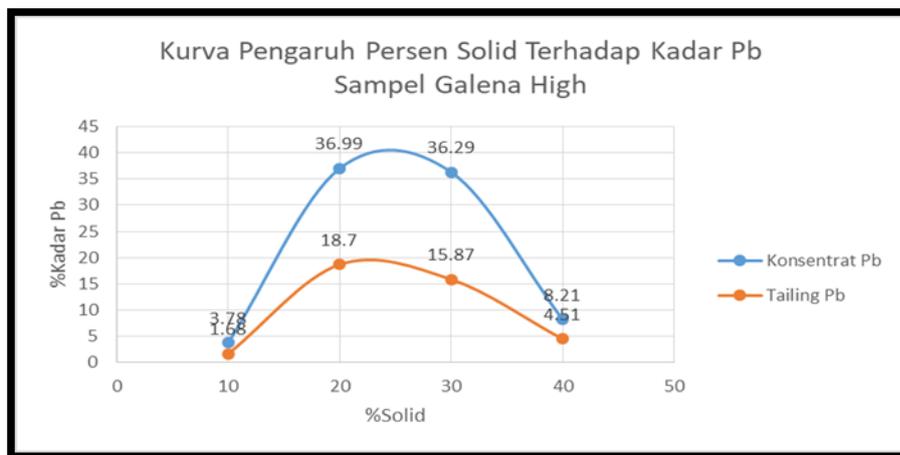
Pada Tabel 5 di bawah ini dapat dilihat kondisi flotasi yang dibuat konstan beserta berat produk hasil flotasi yang diuji sesuai variasi persen solid. Dalam melaksanakan pengujian flotasi ini terdiri dari dua tahap dimana dari masing-masing tahap ini dilakukan pengujian sebanyak empat kali sesuai dengan variasi yang diinginkan. Tahap pertama adalah pengujian variabel persen padatan pada sampel feed galena grade high dan tahap kedua adalah pengujian variabel persen padatan pada sampel feed galena grade low.

Tabel 5. Hasil flotasi galena terhadap variasi persen solid

Kode	Mesh	pH	Conditioning (menit)	Aerasi (menit)	Feed (gr)	Volume (ml)	%Solid	K (gr)	T (gr)	Losses (gr)
GH1	200#	8.5	3	5	133.33	1200 ml	10%	50.06	57,66	25.61
GH2	200#	8.5	3	5	300	1200 ml	20%	149.80	130.11	20.09
GH3	200#	8.5	3	5	514.29	1200 ml	30%	296.02	184.41	33.86
GH4	200#	8.5	3	5	800	1200 ml	40%	466.99	309.69	23.32
Kode	Mesh	pH	Conditioning (menit)	Aerasi (menit)	Feed (gr)	Volume (ml)	%Solid	K (gr)	T (gr)	Losses (gr)
GL1	200#	8.5	3	5	133.33	1200 ml	10%	20.47	80.88	31.98
GL2	200#	8.5	3	5	300	1200 ml	20%	64.55	205.37	30.08
GL3	200#	8.5	3	5	514.29	1200 ml	30%	175.19	292.49	46.61
GL4	200#	8.5	3	5	800	1200 ml	40%	305.38	470.40	24.22



Gambar 3. Kurva pengaruh persen solid terhadap kadar Pb sampel galena high

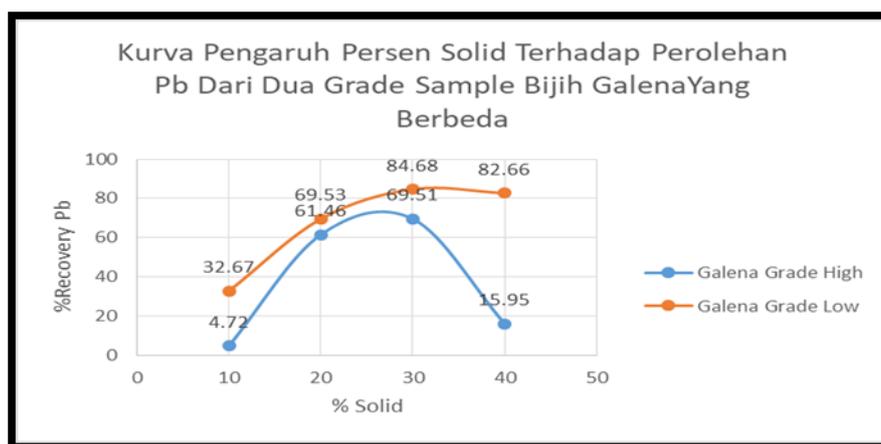


Gambar 4. Kurva pengaruh persen solid terhadap kadar Pb sampel galena low

Pada Gambar 3 dan Gambar 4 dapat terlihat bahwa kadar Pb yang terkandung dalam konsentrat sampel galena grade high berada paling tinggi pada variasi persen solid 20% yaitu sebesar 36.99% sedangkan untuk sampel galena grade low juga berada pada variasi persen solid 20% yaitu sebesar 18.16%. Bila dibandingkan kedua hasil ini, dapat dilihat bahwa untuk sampel galena grade low mengalami kenaikan kadar Pb yang lebih besar dibandingkan kenaikan kadar Pb dari sampel galena grade high. Hal ini dapat disebabkan karena kurang efektifnya penggunaan jenis kolektor D25 pada pengujian flotasi sampel galena grade high, karena jenis kolektor ini tergolong lemah yang bilamana sampel ini sebelumnya sudah mengandung kadar Pb yang cukup besar pula yaitu 30.05%.

Tabel 6. Analisis hasil perhitungan recovery Pb

No Kode	Variabel	Berat (gr)		Kadar Pb (%)		Recovery (%)
		F	K	f	k	
	Persen Solid %					Pb
GH1	10	133.33	50.06	30.05	3.78	4.72
GH2	20	300	149.8	30.05	36.99	61.46
GH3	30	514.29	296.02	30.05	36.29	69.51
GH4	40	800	466.99	30.05	8.21	15.95
GL1	10	133.33	20.47	5.62	11.96	32.67
GL2	20	300	64.55	5.62	18.16	69.53
GL3	30	514.29	175.19	5.62	13.97	84.68
GL4	40	800	305.38	5.62	12.17	82.66



Gambar 5. Kurva persentase recovery Pb terhadap variasi persen solid

Dari hasil perhitungan recovery yang didapatkan pada kedua jenis sampel bijih galena yang tertunjuk pada Tabel 6 serta oleh Gambar 5, dapat terlihat persentase recovery terbesar didapatkan pada variasi persen solid 30% dari keduanya. Pada perhitungan recovery sampel galena grade high variasi persen solid 10% didapatkan nilai recovery yang sangat kecil yaitu hanya 4.72% saja, hal ini disebabkan pada variasi tersebut kadar Pb yang terkandung menurun jauh jika dibandingkan dengan kadar Pb yang terkandung di feed awal, yaitu dari 30.05% menjadi 3.78%, hal yang sama juga terjadi pada sampel galena high dengan variasi persen solid 40%. Bila dilihat secara keseluruhan dari hasil perhitungan recovery ini, maka seiringnya meningkatnya persen solid akan juga meningkatkan persen recovery yang didapat, namun recovery akan turun kembali pada persen solid 40%, sehingga dari Gambar III.3, Gambar III.4, dan Gambar III.5 diatas khususnya pada kurva konsentrasi dapat terlihat bahwa diantara jangkauan persen solid 20% sampai persen solid 30%, kadar dan recovery Pb masih memungkinkan untuk dapat naik sehingga mencapai titik puncaknya, dimana titik puncak tersebut merupakan nilai persen solid yang optimal digunakan untuk flotasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian peningkatan kadar timbal pada dua bijih galena dengan grade berbeda melalui flotasi selektif langsung dengan menggunakan variasi persen solid, maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Karakteristik sample galena dengan grade high mengalami kenaikan kadar Pb pada variasi persen solid 20% dan 30% sedangkan galena dengan grade low setelah diflotasi semua pengujian variasi persen solid mengalami kenaikan kadar Pb dibandingkan kadar awal.
- 2) Nilai persen solid yang mendapatkan kadar Pb tertinggi dari hasil flotasi adalah persen solid 20%, untuk sampel galena grade low sebesar 18.16%, dan untuk sampel galena grade high sebesar 36.99%.
- 3) Nilai persen padatan yang mendapatkan nilai recovery Pb tertinggi dari hasil flotasi adalah persen solid 30%, untuk sampel galena grade low sebesar 84.68% dan untuk sampel galena grade high recovery sebesar 69.51%.
- 4) Semakin tinggi nilai persen solid maka tingkat kadar Pb akan mengalami kenaikan namun peningkatan tersebut akan berhenti ketika sampai pada batas persen solid 20% yang selanjutnya akan mulai mengalami penurunan kadar, sedangkan pengaruhnya variasi persen solid terhadap tingkat perolehan adalah semakin tinggi nilai persen solid maka persen perolehan akan semakin meningkat sampai batas persen solid 30% yang kemudian akan mengalami penurunan kembali, sehingga nilai persen solid pada batasan 20%-30% merupakan nilai persen solid yang optimal digunakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala dan Staf Laboratorium Pengolahan Bahan Galian Universitas Trisakti, yang telah memberikan kesempatan penulis untuk melaksanakan penelitian hingga menyelesaikan karya ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Barry, A. Wills, Tim Napier-Munn. (2006). Mineral Processing Technology Elsevier Science & Technology Books
2. Bulatovic, S.M. (2007): Handbook of Flotation Reagents, Elsevier Science & Technology Books.
3. Day, A. (2002): Mining Chemicals Handbook. Cytec, USA.
4. Christopher, E. (2021): Analisis Pengaruh Persen Padatan Terhadap Bijih Kompleks Galena Dengan Metode Flotasi Selektif Langsung, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti Jakarta.
5. F., Saedatul (2018): Identifikasi Kandungan Unsur Logam Menggunakan XRF Dan OES Sebagai Penentu Tingkat Kekerasan Baja Paduan, Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta.
6. Gaudin, A.M., (1977). Principles of Mineral Dressing. Tata McGraw-Hill Publishing Company: New Delhi
7. Kawatra, S.K., (2006). Froth Flotation Fundamental Principles.
8. Malik, S. (2009): Pengaruh pH dan Waktu Flotasi Terhadap Hasil Perolehan Pb Pada Pengolahan Bijih Galena Dengan Flotasi Selektif Skala Laboratorium, Jurusan Teknik Metalurgi, Fakultas Teknik Perminyakan dan Pertambangan, Institut Teknologi Bandung.
9. Taggart, A. F., (1987), Handbook of Mineral Dressing, John Wiley and Sons, New York.

LEAD CONTENT ENHANCEMENT OF GALENA ORE BY SELECTIVE FLOTATION WITH VARIATIONS OF SOLID PERCENTAGE

by Christin Palit

Submission date: 26-Nov-2021 06:29AM (UTC+0700)

Submission ID: 1712831253

File name: Paper_ke_3_-_IMEJ.pdf (547.7K)

Word count: 4340

Character count: 24811



PENINGKATAN KADAR TIMBAL PADA BIJIH GALENA MELALUI FLOTASI SELEKTIF DENGAN VARIASI PERSEN SOLID

LEAD CONTENT ENHANCEMENT OF GALENA ORE BY SELECTIVE FLOTATION WITH VARIATIONS OF SOLID PERCENTAGE

Edgard Christopher^{1*}, Subandrio³, Christin Palit³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti, Jalan Kyai Tapa No.1, Tomang, Grogol Petamburan, Jakarta 11440, Indonesia

*E-mail untuk korespondensi (corresponding author): edgardchristoph22@gmail.com

Abstrak - Dalam pengolahan bijih galena karena kurang baiknya peningkatan kadar timbal dengan konsentrasi gravitasi, maka dilakukan dengan metode flotasi agar mendapatkan hasil yang optimal. Dalam penelitian ini dilakukan flotasi langsung bijih galena secara selektif dimana sampel terdiri dari dua jenis bijih galena dengan grade yang berbeda. Untuk sampel galena pertama disebut sebagai galena high grade yang mengandung kadar Pb sekitar 30.05%, sedangkan sampel galena kedua disebut sebagai galena low grade yang mengandung kadar Pb sekitar 5.62%. Kondisi flotasi yang dibuat konstan pada setiap pengujian adalah ukuran fraksi (200 mesh), nilai pH (8.5), dosis reagen depressan (Na_2SO_3 dan ZnSO_4), kolektor (D25), frother (Minyak Pinus), dan waktu conditioning serta waktu aerasi, sedangkan variabel yang diteliti untuk dilihat hasil dengan kadar dan recovery Pb teroptimal adalah persen solid dimana nilai persen solid pada masing-masing pengujian adalah 10%, 20%, 30%, dan 40%. Kadar Pb yang didapat melalui uji XRF dari variasi persen solid secara berurutan pada hasil flotasi galena grade high sebesar 3.78%, 36.99%, 36.29%, 8.21%, dengan nilai recovery sebesar 4.72%, 61.46%, 69.51%, 15.95%, sedangkan untuk kadar Pb hasil flotasi galena grade low sebesar 11.96%, 18.16%, 13.97%, 12.17%, dengan nilai recovery sebesar 32.67%, 69.63%, 84.68%, 82.66%. Secara keseluruhan dari hasil flotasi terlihat seiringnya meningkatnya persen solid maka kadar Pb beserta recovery akan meningkat sampai batas tertentu dimana batas peningkatan kadar dan recovery berada antara jangkauan persen solid 20% dan 30%. Pada batas persen solid inilah yang dapat dikatakan sebagai nilai persen solid yang optimal untuk dilakukan flotasi agar mendapatkan konsentrat dengan kadar dan recovery optimal.

Kata Kunci: galena, high grade, low grade, flotasi selektif langsung, persen solid, kadar dan recovery optimal

Abstract - Due to the inadequate increase of lead content in galena ore by gravity concentration, it is carried out by the flotation method in order to obtain better or optimum results. In this study, through selective direct flotation of galena ore that was carried out whereas the sample consists of two types of galena with different grades. The first sample of galena is referred to as high grade galena containing Pb content of around 30.05%, while the second sample of galena is referred to as low grade galena containing Pb content of around 5.62%. The flotation conditions that were constant in every test that was carried out are fraction size (200 mesh), pH level (8.5), reagents dosage of depressants (Na_2SO_3 and ZnSO_4), collector (D25), frother (Pine Oil), conditioning and aeration time, whereas the different variations of solid percentage with a value of 10%, 20%, 30%, and 40% were used to seek an optimum solid percentage that resulted in a product which contained the most optimum content of lead and recovery. The Pb contents obtained through XRF tests from the variation of the solid percentage sequentially of the high-grade galena flotation results are 3.78%, 36.99%, 36.29%, 8.21%, with a recovery value of 4.72%, 61.46%, 69.51%, 15.95%, whereas the Pb contents of the low-grade galena flotation results are 11.96%, 18.16%, 13.97%, 12.17%, with a recovery value of 32.67%, 69.63%, 84.68%, 82.66%. Overall, from the flotation results, it can be seen that as the solid percentage increases, the Pb content and recovery will increase to a certain extent where the limit of increase in content and recovery is between the range of 20% and 30%. It is at this solid percentage limit that can be referred to as the optimum solid percentage value for flotation to obtain concentrates with optimum Pb content and recovery.

Keywords: Galena, High Grade, Low Grade, Direct Selective Flotation, Solid Percentage, Optimum Content and Recovery

PENDAHULUAN

Di dalam dunia pertambangan setelah proses ekstraksi bahan galian dari alam selesai dilakukan maka material tersebut perlu diolah, karena mineral berharga yang terkandung masih menyatu dengan zat pengotor. Proses pengolahan bahan galian merupakan sekumpulan beberapa tahapan proses yang tujuannya untuk mempersiapkan ukuran bijih yang sesuai serta memisahkan kandungan mineral yang berharga dari pengotornya. Dalam pengolahan bahan galian terdapat proses konsentrasi yang bertujuan untuk meningkatkan kadar dan perolehan dari mineral berharga yang akan dipisahkan, dimana salah satu metode proses konsentrasi berupa flotasi. Metode ini yang dipatenkan pada tahun 1906 merupakan suatu jenis pemisahan berdasarkan karakteristik permukaan partikel antara yang hidrofilik dan hidrofobik dengan bantuan reagen kimia. Dari metode flotasi dapat dipergunakan untuk mengolah bijih kompleks dengan ukuran yang sangat halus serta hasil tailing metode konsentrasi lainnya, yang sebelumnya bila dipertimbangkan tidak ekonomis untuk diolah.

Dalam flotasi, tingkat keberhasilan dipengaruhi oleh beberapa faktor operasi yang saling berinteraksi, dimana salah satunya merupakan persen padatan. Dari berbagai literatur yang tersedia serta penelitian-penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan, dapat dikatakan bahwa tingkat persen padatan pulp akan berhubungan erat dengan kemampuan permukaan keseluruhan mineral untuk dapat mengadsorpsi reagen kolektor serta jumlah mineral yang terapung per satuan waktu sehingga akan mempengaruhi perolehan di akhir. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variabel persen padatan pada flotasi bijih galena terhadap kadar serta perolehan timbal dan seng yang didapat dalam konsentrat. Penggunaan variasi persen padatan bertujuan untuk melihat kondisi persen padatan yang optimal untuk mendapatkan konsentrat dengan tingkat kadar dan perolehan yang tertinggi.

METODE

Galena

Galena (PbS) tergolong salah satu mineral sulfida yang merupakan penghasil utama bijih timbal di bumi. Galena umumnya ditemukan di sekitar batuan beku dan batuan metamorf (pada urat-urat hidrotermal yang bertemperatur sedang sampai rendah). Mineral galena yang terbentuk dalam endapan hidrotermal yang merupakan hasil differensiasi magma ada dua macam yaitu secara *cavity filling* dimana mineral galena mengisi lubang-lubang yang sudah ada di dalam batuan sekelilingnya dan secara *metasomatisme* dimana mineral galena menggeser unsur-unsur yang telah ada dalam batuan. Karakteristik mineral Galena yang dapat langsung diamati adalah belahan yang sempurna dalam tiga arah yang bersinggungan 90 derajat, berwarna hitam bercahaya abu-abu hingga kehitaman dengan kilap logam yang cerah, berat jenis yang cukup tinggi (sekitar 7,4-7,6), serta bersifat cukup lembut dengan nilai kekerasan 2,5 berdasarkan Skala Mohs.

Konsentrasi Flotasi

Flotasi merupakan proses pemisahan fisika-kimia yang menggunakan perbedaan tegangan permukaan antar partikel-partikel mineral berharga dan yang tidak berharga dengan cara mengapungkannya menggunakan gelembung udara bagian partikel yang bersifat hidrofobik (takut akan air) dan menenggelamkan bagian partikel yang bersifat hidrofilik (senang akan air). Bila partikel mineral berharga yang diapungkan dan partikel mineral pengotor yang diendapkan, hal ini dinamakan flotasi langsung (*direct flotation*), sedangkan jika yang terjadi sebaliknya yaitu partikel mineral pengotor yang diapungkan dan partikel mineral berharga yang diendapkan maka hal itu dinamakan flotasi kebalikan (*reverse flotation*). Hal ini disebabkan dari karakteristik masing-masing bijih yang pada umumnya untuk golongan sulfida dilakukan direct flotation dan golongan oksida dilakukan reverse flotation. Menurut **Wills dan Napier-Munn (2006)** menyatakan bahwa ada tiga mekanisme proses pengambilan mineral secara flotasi, yaitu:

1. Penempelan selektif pada gelembung udara (*true flotation*).
2. Pengaliran bersama (*entrainment*) dalam air yang melewati froth.
3. Penjebakan fisik (*physical entrapment*) antar partikel di froth yang melekat pada gelembung udara (sering dirujuk sebagai agregasi).

Kolektor

Kolektor merupakan senyawa heteropolar yang berfungsi untuk meningkatkan kehidrofoban mineral. Dalam larutan, kolektor akan terdisosiasi menjadi spesi polar dan nonpolar. Spesi polar terdiri dari gugus ion logam (bermuatan positif atau negatif) yang sifatnya senang akan air (hidrofilik), sedangkan spesi nonpolar terdiri dari gugus radikal, rantai hidrokarbon yang sifatnya takut akan air (hidrofobik). Dengan terjadinya reaksi ikatan kimia selama proses flotasi antar bagian polar dan permukaan mineral, maka kolektor teradsorpsi dengan bagian ujung nonpolar mengarah pada larutan ruah, sehingga permukaan mineral berubah menjadi hidrofobik. Kolektor dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu kolektor ionik dan non-ionik. Kolektor ionik diklasifikasikan menjadi dua macam sesuai tipe muatan ion yang dimiliki, yaitu kolektor anionik (paling banyak digunakan untuk flotasi mineral sulfida) dan kolektor kationik (paling banyak digunakan untuk flotasi mineral oksida dan silikat).

Frother

Frother adalah reagen kimia yang berfungsi untuk membantu membentuk dan menstabilkan gelembung udara dengan cara menurunkan tegangan permukaan air. Frother yang efektif digunakan juga berupa zat organik dimana sifat heteropolar yang aktif pada permukaan, dapat diadsorpsi pada batas permukaan antara udara dengan air, tetapi tidak berlaku untuk permukaan zat padat. Apabila permukaan molekul frother bereaksi dengan air, maka air akan segera bergabung dengan gugus polar, tetapi tidak dengan nonpolar yang cenderung bergabung dengan udara. Sebagian kolektor mempunyai sifat yang sama dengan frother, yaitu sama-sama heteropolar, namun perbedaannya ialah bagian polar dari kolektor mempunyai daya tarik terhadap mineral tertentu, sedangkan bagian polar dari frother hanya tertarik pada air.

pH Regulator

Reagen ini merupakan senyawa asam dan alkali yang berfungsi untuk mengatur kondisi pH dalam flotasi sehingga kolektor dapat bekerja dengan optimum. Pengaturan pH dilakukan sesuai kebutuhan yaitu pada kondisi asam ataupun kondisi basa. Contoh pH regulator asam misalnya asam sulfat (H_2SO_4) dan asam klorida (HCL); sedangkan contoh pH regulator basa yaitu kapur (CaO), soda abu (Na_2CO_3) dan soda kaustik (NaOH).

Aktivator

Reagen ini berfungsi untuk membantu kolektor dalam meningkatkan selektivitas partikel yang akan dibuat hidrofobik. Aktivator mempengaruhi permukaan partikel mineral yang telah diberi kolektor, sehingga menambah kapasitas adsorpsi kolektor pada permukaan partikel mineral tersebut dan menambah kemampuan mengapung. Contohnya pada flotasi sphalerite, dimana sphalerite tidak terflotasi dengan baik jika hanya menggunakan kolektor xanthate, namun perlu ditambahkan $CuSO_4$ sebagai aktivator, maka sphalerite menjadi lebih mudah diapungkan (Wills dan Napier-Munn, 2006). Contoh aktivator lain adalah Na_2S dan Na_2CS_3 untuk cerusite, anglesite, dan cuprite, sedangkan Na_3PO_4 untuk mineral Pb yang telah teroksidasi.

Depresan

Reagen ini memiliki fungsi yang terbalik dari aktivator, dimana depresan akan menekan atau menghalangi interaksi kolektor sehingga tidak terjadi pengadsorpsian kolektor dimana permukaan partikel mineral yang sebelumnya menjadi hidrofilik kembali. Contoh depresan misalkan NaCN dan $ZnSO_4$ yang digunakan dalam industri Pb-Cu-Zn (Wills dan Napier-Munn, 2006). Reagen ini ditambahkan untuk menjaga agar partikel-partikel mineral yang halus tidak berusaha untuk membentuk gumpalan-gumpalan, namun berada dalam kondisi suspensi dan menyebar dalam cairan. Contoh dari reagen ini adalah Na_2SiO_3 atau biasa yang disebut *waterglass* yang sangat efektif apabila derajat keasaman dapat dikontrol dengan baik.

Pengaruh Persen Solid Dalam Flotasi

Persen padatan merupakan salah satu faktor terpenting yang perlu diperhatikan yang berkaitan dengan kapasitas produksi yang diinginkan. Kondisi persen solid yang tinggi akan meningkatkan perolehan tetapi diiringi dengan penurunan kadar konsentrat. Untuk proses pemisahan pada flotasi pulp harus cukup encer

sehingga memberikan kesempatan kepada kolektor untuk teradsorpsi pada permukaan mineral. Jumlah partikel mineral yang dapat terapung per satuan waktu akan meningkat seiring dengan peningkatan persen data pulp sampai pada nilai tertentu dan akan berkurang pada persen padatan yang semakin besar. Penurunan persen perolehan mineral tersebut disebabkan distribusi gelembung udara yang tidak merata diseleuruh sel apabila jumlah partikel umpan meningkat di dalam pulp. Secara umum dapat dikatakan bahwa kenaikan persen padatan pulp akan meningkatkan jumlah mineral yang terapung per satuan waktu.

Flotasi Selektif Mineral Sulfida

Flotasi merupakan salah satu metode konsentrasi untuk memisahkan mineral berharga dari pengotornya berdasarkan sifat permukaan terhadap air. Biji berukuran halus dalam bentuk pulp diberikan aliran udara sehingga terbentuk gelembung-gelembung udara. Umumnya kebanyakan mineral berharga sulit untuk dibasahi air (hidrofobik) sehingga akan mudah menempel pada gelembung udara yang kemudian terangkat ke permukaan, sedangkan mineral pengotor yang mudah dibasahi air (hidrofilik) tidak menempel pada gelembung udara dan terendapkan di dasar sel flotasi. Proses flotasi ini merupakan proses yang selektif sehingga dapat diterapkan untuk memisahkan mineral sulfida dalam biji kompleks. Pada flotasi biji kompleks Pb-Cu-Zn, mineral Zn akan ditekan atau dihambat sehingga mengendap bersama pengotor, sedangkan mineral Pb dan Cu akan terapung sehingga dapat dipisahkan antara konsentrat yang mengandung Pb dan Cu, serta tailing yang mengandung Zn. Konsentrat pertama tersebut dilakukan proses flotasi kembali dengan tujuan untuk menekan atau menghambat CuS sehingga Cu akan mengendap sebagai tailing dan konsentrat Pb dengan kadar lebih tinggi terapungkan. Tailing yang masih mengandung Cu dan Zn masing-masing dilakukan proses flotasi kembali agar mendapatkan konsentrat Cu dan Zn dengan kadar yang lebih tinggi. Pada akhirnya didapat tiga jenis konsentrat berupa Pb, Cu, dan Zn yang telah terpisah. Perlu diperhatikan dalam proses flotasi biji kompleks ini, dalam pemisahan masing-masing konsentrat Pb, Cu, dan Zn digunakan jenis kolektor yang berbeda.

XRD Dan XRF

Difraksi sinar-x merupakan metode analisis yang memanfaatkan interaksi antara sinar-x dengan atom yang tersusun dalam sebuah sistem kristal. Kristal merupakan susunan atom-atom atau kumpulan atom yang teratur dan berulang dalam ruang tiga dimensi. Keteraturan susunan tersebut disebabkan oleh kondisi geometris yang dipengaruhi oleh ikatan atom yang memiliki arah. Analisis XRD merupakan contoh analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan suatu senyawa dengan mengamati pola pembiasan cahaya sebagai akibat dari berkas cahaya yang dibiaskan oleh material yang memiliki susunan atom pada kisi kristalnya.

Analisis dengan metode XRF bersifat non-destruktif (tidak merusak sampel) yang biasa digunakan untuk identifikasi serta penentuan konsentrasi elemen yang ada pada sampel padat, bubuk ataupun cair. Secara umum, XRF spektrometer mengukur panjang gelombang komposisi material secara individu dari emisi fluoresensi yang dihasilkan sampel saat diradiasi dengan sinar-X. Hasil analisis kualitatif ditunjukkan oleh puncak spectrum yang mewakili jenis unsur sesuai dengan energi sinar-X karakteristiknya, sedangkan analisis kuantitatif diperoleh dengan cara membandingkan intensitas sampel dengan standar.

PERSAMAAN MATEMATIKA

Untuk melihat keberhasilan proses flotasi yang telah dilakukan maka dapat ditentukan dari hasil kadar dan recovery (perolehan) mineral tertinggi. Menurut Wills dan Napier-Munn (2006), recovery adalah persentase keseluruhan mineral yang terkandung di dalam konsentrat. Perhitungan ini didasarkan pada prinsip material balance dan metallurgical balance.

$$\text{Material Balance} : F = C + T \quad (1)$$

$$\text{Metallurgical Balance} : F.f = C.c + T.t \quad (2)$$

$$\text{Recovery Aktual} : R = \frac{C.c}{F.f} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{Recovery Teoritis} : R = \frac{c \cdot x (f - t)}{f \cdot x (c - t)} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan:

T = Berat Konsentrat (gram)

F = Berat Feed (gram)

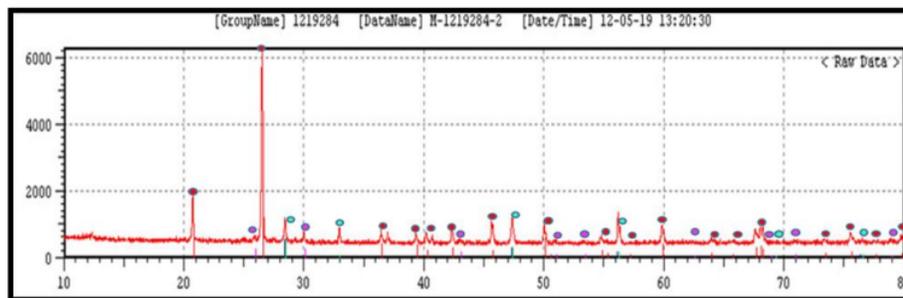
T = Berat Tailing (gram)

- c = Kadar Konsentrat (%)
- f = Kadar Feed (%)
- t = Kadar Tailing (%)
- R = Recovery (%)

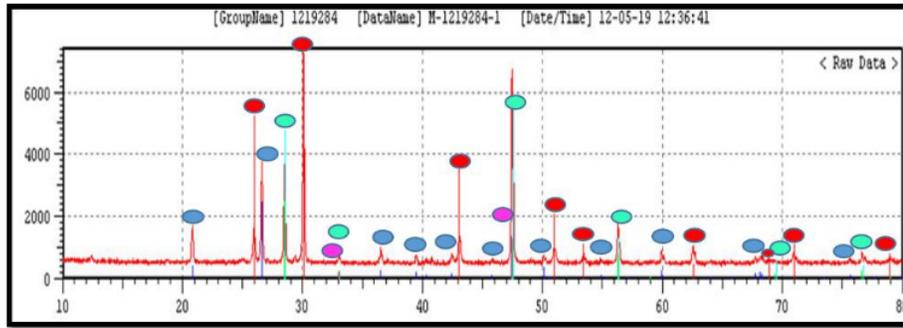
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam melakukan penelitian ini penulis menggunakan sampel bijih kompleks galena-sphalerite yang berasal dari PT Galena Maju Karya Mandiri dengan dua grade yang berbeda dimana variabel yang diuji adalah persen padatan yang dilihat pengaruhnya terhadap ekstraksi timbal (Pb) melalui flotasi selektif langsung. Kondisi sampel yang dibuat menjadi konstan pada setiap percobaan adalah ukuran biji pada 200 mesh, volume air 1200 ml, pH 8.5, waktu conditioning setiap penambahan reagen 3 menit, dan waktu aerasi masing-masing 5 menit. Untuk masing-masing grade bijih dilakukan pengujian variabel persen padatan dengan nilai 10%, 20%, 30%, dan 40%. Dari pengujian variabel ini pada kedua grade bijih yang berbeda didapatkan kondisi terbaik dalam mendapatkan kadar dan perolehan timbal (Pb) yang paling optimal.

Dari hasil pengujian XRD didapatkan data crystallography dan difraksi sampel Galena awal yang diolah dengan menggunakan software match!3 dimana software ini berfungsi untuk menganalisis fase kandungan mineral bahan dalam bentuk bubuk melalui hubungan korelasi antara intensitas sinar dengan sudut 2θ yang terbentuk beserta struktur kristal yang dihasilkan dari kandungan mineral. Pada diffractogram sampel bernomor satu yang merupakan sampel galena grade high dapat dilihat bahwa puncak-puncak yang terbentuk menunjukkan fase dari komposisi senyawa Galena (PbS), Sphalerite (ZnS), Nantokite (CuCl), dan Quartz (SiO₂), sedangkan pada diffractogram sampel bernomor dua yang merupakan sampel galena grade low dapat dilihat bahwa puncak-puncak yang terbentuk hanya menunjukkan fase dari komposisi senyawa Galena (PbS), Nantokite (CuCl), dan Quartz (SiO₂) saja. Sebenarnya pada kedua jenis sampel ini masih terkandung beberapa unsur lainnya seperti Zn, Al, Fe, Mn, K, Ca, namun masih terikat dalam fase senyawa kompleks sehingga tidak menunjukkan tinggi atau intensitas puncak beserta lebar puncak yang signifikan, oleh sebab itu hasil data XRD ini akan diklarifikasi dan dikorelasi dengan hasil data XRF yang dapat menunjukkan secara langsung kandungan atau kadar dari masing-masing unsur yang dominan dalam kedua sampel tersebut. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 1. Diffractogram feed awal galena grade high



Gambar 2. Diffractogram feed awal galena grade low

Dari hasil pengujian XRF awal yang ditunjukkan dalam Tabel 1 pada sampel galena grade high menunjukkan bahwa kandungan unsur pada sampel selain yang ditunjukkan dari hasil XRD adalah unsur Al, Ca, Mn, dan Fe, dimana kadar dari unsur Pb memiliki nilai tertinggi dibandingkan unsur lainnya, sehingga bila dikorelasi dengan data XRD yang menunjukkan puncak-puncak paling banyak yang dihasilkan adalah dalam fase Quartz belum tentu fase tersebut mencakup sebagian besar dari kandungan dalam sampel.

Tabel 1. Hasil XRF feed awal galena grade high

Element	Concentration	Unit
Al	1.36	%
Si	16.12	%
S	10.12	%
Cl	0.60	%
Ca	0.81	%
Mn	1.20	%
Fe	11.82	%
Cu	1.38	%
Zn	26.53	%
Pb	30.05	%
Total	100.00	%

Untuk hasil pengujian XRF sampel galena grade low yang ditunjukkan dalam Tabel III.2 menunjukkan bahwa ternyata ada kandungan unsur Zn yang moderat yaitu 16.51% yang tidak tertunjuk dalam diffractogram XRD, beserta kandungan unsur lain yang mirip dengan kandungan unsur pada sampel pertama yaitu sampel galena grade high namun tidak mengandung unsur Mn, melainkan tergantikan oleh unsur K. Dalam hasil XRD sampel galena grade low ini kandungan unsur Si (silika) merupakan kandungan unsur yang terbanyak dengan nilai 34.32% yang bilamana dikorelasi dengan data XRD sesuai dengan fase Quartz yang juga memiliki puncak terbanyak dalam diffractogram sehingga dapat mencakup sebagian besar kandungan dalam sampel.

Tabel 2. Hasil XRF feed awal galena grade low

Element	Concentration	Unit
Al	2.14	%
Si	34.32	%
S	15.04	%
Cl	0.71	%
K	1.05	%
Ca	0.64	%
Fe	21.92	%
Cu	2.05	%
Zn	16.51	%
Pb	5.62	%
Total	100.00	%

Dari hasil kadar Pb dan Zn pada konsentrat dan tailing yang berasal dari XRF yang ditunjukkan oleh Tabel 3 dan 4, dapat dilihat langsung bahwa meskipun jumlah konsentrat yang semakin banyak dihasilkan belum tentu memiliki perolehan kadar Pb ataupun Zn yang semakin besar pula. Pengujian XRF tidak hanya dilakukan untuk konsentrat saja, melainkan tailing juga karena hal ini berfungsi untuk memastikan bahwa benar terjadinya flotasi selektif langsung dan untuk melihat kadar sisa-sisa mineral yang terkandung dalam tailing yang bila mana masih dapat optimal dan menguntungkan tidak untuk dilanjutkan pengujian flotasi kembali.

Tabel 3. Kadar Pb-Zn pada konsentrat dan tailing hasil pengujian variasi persen solid galena grade high

%Solid	%Pb-C	%Zn-C	%Pb-T	%Zn-T
10	3.78	6.84	1.68	0.81
20	36.99	30.97	18.7	28.52
30	36.29	31.57	15.87	29.62
40	8.21	18.05	4.51	16.49

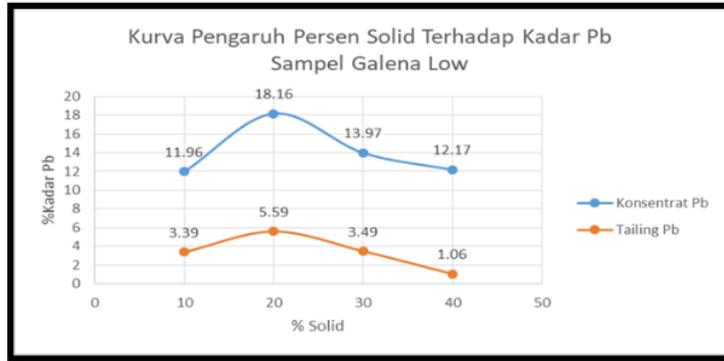
Tabel 4. Kadar Pb-Zn pada konsentrat dan tailing hasil pengujian variasi persen solid galena grade low

%Solid	%Pb-C	%Zn-C	%Pb-T	%Zn-T
10	11.96	19.71	3.39	7.39
20	18.16	26.2	5.59	15.36
30	13.97	22.85	3.49	12.08
40	12.17	10.32	1.06	7

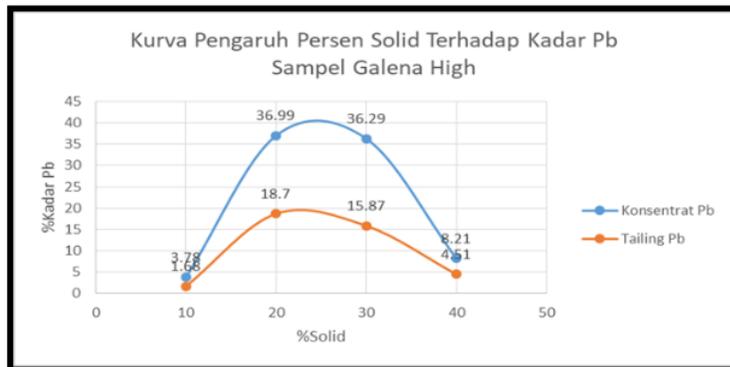
Pada Tabel 5 di bawah ini dapat dilihat kondisi flotasi yang dibuat konstan beserta berat produk hasil flotasi yang diuji sesuai variasi persen solid. Dalam melaksanakan pengujian flotasi ini terdiri dari dua tahap dimana dari masing-masing tahap ini dilakukan pengujian sebanyak empat kali sesuai dengan variasi yang diinginkan. Tahap pertama adalah pengujian variabel persen padatan pada sampel feed galena grade high dan tahap kedua adalah pengujian variabel persen padatan pada sampel feed galena grade low.

Tabel 5. Hasil flotasi galena terhadap variasi persen solid

Kode	Mesh	pH	Conditioning (menit)	Aerasi (menit)	Feed (gr)	Volume (ml)	%Solid	K (gr)	T (gr)	Losses (gr)
GH1	200#	8.5	3	5	133.33	1200 ml	10%	50.06	57,66	25.61
GH2	200#	8.5	3	5	300	1200 ml	20%	149.80	130.11	20.09
GH3	200#	8.5	3	5	514.29	1200 ml	30%	296.02	184.41	33.86
GH4	200#	8.5	3	5	800	1200 ml	40%	466.99	309.69	23.32
Kode	Mesh	pH	Conditioning (menit)	Aerasi (menit)	Feed (gr)	Volume (ml)	%Solid	K (gr)	T (gr)	Losses (gr)
GL1	200#	8.5	3	5	133.33	1200 ml	10%	20.47	80.88	31.98
GL2	200#	8.5	3	5	300	1200 ml	20%	64.55	205.37	30.08
GL3	200#	8.5	3	5	514.29	1200 ml	30%	175.19	292.49	46.61
GL4	200#	8.5	3	5	800	1200 ml	40%	305.38	470.40	24.22



Gambar 3. Kurva pengaruh persen solid terhadap kadar Pb sampel galena high

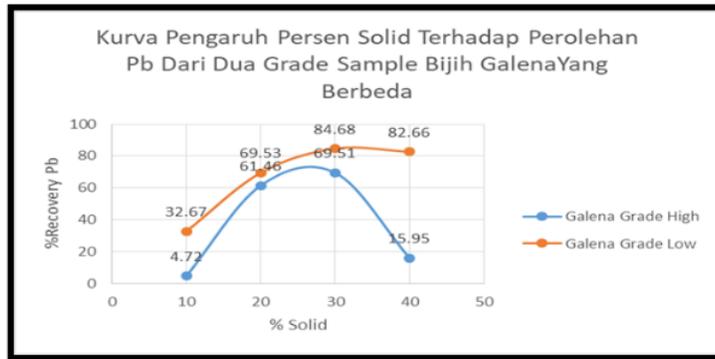


Gambar 4. Kurva pengaruh persen solid terhadap kadar Pb sampel galena low

Pada Gambar 3 dan Gambar 4 dapat terlihat bahwa kadar Pb yang terkandung dalam konsentrat sampel galena grade high berada paling tinggi pada variasi persen solid 20% yaitu sebesar 36.99% sedangkan untuk sampel galena grade low juga berada pada variasi persen solid 20% yaitu sebesar 18.16%. Bila dibandingkan kedua hasil ini, dapat dilihat bahwa untuk sampel galena grade low mengalami kenaikan kadar Pb yang lebih besar dibandingkan kenaikan kadar Pb dari sampel galena grade high. Hal ini dapat disebabkan karena kurang efektifnya penggunaan jenis kolektor D25 pada pengujian flotasi sampel galena grade high, karena jenis kolektor ini tergolong lemah yang bilamana sampel ini sebelumnya sudah mengandung kadar Pb yang cukup besar pula yaitu 30.05%.

Tabel 6. Analisis hasil perhitungan recovery Pb

No Kode	Variabel	Berat (gr)		Kadar Pb (%)		Recovery (%)
		F	K	f	k	
	Persen Solid %					Pb
GH1	10	133.33	50.06	30.05	3.78	4.72
GH2	20	300	149.8	30.05	36.99	61.46
GH3	30	514.29	296.02	30.05	36.29	69.51
GH4	40	800	466.99	30.05	8.21	15.95
GL1	10	133.33	20.47	5.62	11.96	32.67
GL2	20	300	64.55	5.62	18.16	69.53
GL3	30	514.29	175.19	5.62	13.97	84.68
GL4	40	800	305.38	5.62	12.17	82.66



Gambar 5. Kurva persentase recovery Pb terhadap variasi persen solid

Dari hasil perhitungan recovery yang didapatkan pada kedua jenis sampel bijih galena yang tertunjuk pada Tabel 6 serta oleh Gambar 5, dapat terlihat persentase recovery terbesar didapatkan pada variasi persen solid 30% dari keduanya. Pada perhitungan recovery sampel galena grade high variasi persen solid 10% didapatkan nilai recovery yang sangat kecil yaitu hanya 4.72% saja, hal ini disebabkan pada variasi tersebut kadar Pb yang terkandung menurun jauh jika dibandingkan dengan kadar Pb yang terkandung di feed awal, yaitu dari 30.05% menjadi 3.78%, hal yang sama juga terjadi pada sampel galena high dengan variasi persen solid 40%. Bila dilihat secara keseluruhan dari hasil perhitungan recovery ini, maka seiringnya meningkatnya persen solid akan juga meningkatkan persen recovery yang didapat, namun recovery akan turun kembali pada persen solid 40%, sehingga dari Gambar III.3, Gambar III.4, dan Gambar III.5 di atas khususnya pada kurva konsentrasi dapat terlihat bahwa diantara jangkauan persen solid 20% sampai persen solid 30%, kadar dan recovery Pb masih memungkinkan untuk dapat naik sehingga mencapai titik puncaknya, dimana titik puncak tersebut merupakan nilai persen solid yang optimal digunakan untuk flotasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian peningkatan kadar timbal pada dua bijih galena dengan grade berbeda melalui flotasi selektif langsung dengan menggunakan variasi persen solid, maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Karakteristik sample galena dengan grade high mengalami kenaikan kadar Pb pada variasi persen solid 20% dan 30% sedangkan galena dengan grade low setelah diflotasi semua pengujian variasi persen solid mengalami kenaikan kadar Pb dibandingkan kadar awal.
- 2) Nilai persen solid yang mendapatkan kadar Pb tertinggi dari hasil flotasi adalah persen solid 20%, untuk sampel galena grade low sebesar 18.16%, dan untuk sampel galena grade high sebesar 36.99%.
- 3) Nilai persen padatan yang mendapatkan nilai recovery Pb tertinggi dari hasil flotasi adalah persen solid 30%, untuk sampel galena grade low sebesar 84.68% dan untuk sampel galena grade high recovery sebesar 69.51%.
- 4) Semakin tinggi nilai persen solid maka tingkat kadar Pb akan mengalami kenaikan namun peningkatan tersebut akan berhenti ketika sampai pada batas persen solid 20% yang selanjutnya akan mulai mengalami penurunan kadar, sedangkan pengaruhnya variasi persen solid terhadap tingkat perolehan adalah semakin tinggi nilai persen solid maka persen perolehan akan semakin meningkat sampai batas persen solid 30% yang kemudian akan mengalami penurunan kembali, sehingga nilai persen solid pada batasan 20%-30% merupakan nilai persen solid yang optimal digunakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala dan Staf Laboratorium Pengolahan Bahan Galian Universitas Trisakti, yang telah memberikan kesempatan penulis untuk melaksanakan penelitian hingga menyelesaikan karya ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Barry, A. Wills, Tim Napier-Munn. (2006). Mineral Processing Technology Elsevier Science & Technology Books
2. Bulatovic, S.M. (2007): Handbook of Flotation Reagents, Elsevier Science & Technology Books.
3. Day, A. (2002): Mining Chemicals Handbook. Cytec, USA.
4. Christopher, E. (2021): Analisis Pengaruh Persen Padatan Terhadap Bijih Kompleks Galena Dengan Metode Flotasi Selektif Langsung, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti Jakarta.
5. F., Saedatul (2018): Identifikasi Kandungan Unsur Logam Menggunakan XRF Dan OES Sebagai Penentu Tingkat Kekerasan Baja Paduan, Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta.
6. Gaudin, A.M., (1977). Principles of Mineral Dressing. Tata McGraw-Hill Publishing Company: New Delhi
7. Kawatra, S.K., (2006). Froth Flotation Fundamental Principles.
8. Malik, S. (2009): Pengaruh pH dan Waktu Flotasi Terhadap Hasil Perolehan Pb Pada Pengolahan Bijih Galena Dengan Flotasi Selektif Skala Laboratorium, Jurusan Teknik Metalurgi, Fakultas Teknik Perminyakan dan Pertambangan, Institut Teknologi Bandung.
9. Taggart, A. F., (1987), Handbook of Mineral Dressing, John Wiley and Sons, New York.

LEAD CONTENT ENHANCEMENT OF GALENA ORE BY SELECTIVE FLOTATION WITH VARIATIONS OF SOLID PERCENTAGE

ORIGINALITY REPORT

10%

SIMILARITY INDEX

10%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	www.scribd.com Internet Source	3%
2	www.hindawi.com Internet Source	1%
3	chocogreentea.blogspot.com Internet Source	1%
4	id.123dok.com Internet Source	1%
5	eprints.uns.ac.id:443 Internet Source	1%
6	digilib.itb.ac.id Internet Source	1%
7	doku.pub Internet Source	1%
8	id.scribd.com Internet Source	1%
9	Aryanto Reza, Pratama Webby, Purwiyono Taat Tri. "Mapping of infiltration rate usir 	1%

Horton method in Kedungwaru Village,
Karangsambung, Kebumen, Central Java", AIP
Publishing, 2020

Publication

10

www.pekerjatambang.com

Internet Source

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches < 15 words

Exclude bibliography On

