

Analisis Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Perolehan Logam Emas dalam Konsentrat Tembaga di PT Amman Mineral Nusa Tenggara Batu Hijau Kabupaten Sumbawa Barat Provinsi Nusa Tenggara Barat

¹Pujangga Pratama R, ²Pramusanto, ³Sriyanti

^{1,2,3}Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,
Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116

Email: ¹pujanggalpratama25@gmail.com, ²pramusanto50@yahoo.com, ³sriyanti.tambang@yahoo.com

Abstract. As one of the leading companies, PT. Amman Mineral Nusa Tenggara uses high technology and skilled labor so that the quality of gold ore produced has high economic value. Gold ore is processed in such a way using physical and chemical properties to produce a product that can be sold (concentrate) and a tailings product by not changing the physical or chemical properties of the processed minerals. The effect of the ore particle size determines the rate of flotation of a mineral. The finer the grain size the faster the floatation process but the effectiveness and the lower the selectivity. Conversely, the more grainy the grain size the relatively low flotation rate. By looking at the importance of flotation ore processing, and looking at the effects causing the flotation process to be inhibited. The data used are primer (particle size and copper and gold grade test) and secondary (plant data, equipment specification, documentation). The data processing is the estimated time of gerus, the calculation of the level, the ratio of the overall content and the level of each sample, the calculation of recovery, the particle size and size distribution). Based on the result of the research, it can be concluded that the estimation time is determined by the linear equation of the graph by the time grinding time on the size of the particle size, which can be known when grinding according to P80; optimum particle size to obtain maximum recovery by flotation method is at 280 μm and 300 μm with recovery value respectively for copper (Cu) 86,69% and 85% while gold recovery (Au) 86,1% and 85,3%. Particle size that can be used for production product targets to Partical Size Monitoring (PSM) settings at 300 microns; and distribution for particle size to gold and copper grade, the highest copper and gold content at 320 μm with 14.92% and 11.37%.

Keywords: Particle Size, Grinding, Concentrate, .Gold Metals Acquisition

Abstrak. Sebagai salah satu perusahaan terdepan, PT. Amman Mineral Nusa Tenggara menggunakan teknologi yang tinggi dan tenaga terampil agar kualitas bijih emas yang dihasilkan memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Bijih emas diolah sedemikian rupa dengan mempergunakan sifat fisik dan kimia sehingga menghasilkan produk yang dapat dijual (konsentrat) dan produk yang tidak berharga (tailing) dengan tidak mengubah sifat fisika atau sifat kimia mineral yang diolah. Pengaruh ukuran partikel bijih menentukan laju flotasi suatu mineral. Semakin halus ukuran butir maka proses pengapungan semakin cepat tetapi efektifitas dan selektifitasnya semakin rendah. Sebaliknya semakin kasar ukuran butir maka laju flotasi relatif rendah. Dengan melihat pentingnya pengolahan bijih dengan pengapungan (flotasi), dan melihat pengaruh-pengaruh yang menyebabkan proses flotasi terhambat. Data yang digunakan adalah primer (ukuran partikel dan uji kadar tembaga dan emas) dan sekunder (data plant, spesifikasi alat, dokumentasi). Adapun pengolahan data yang dilakukan yaitu estimasi waktu gerus, perhitungan kadar, perbandingan kadar keseluruhan dan kadar setiap sampel, perhitungan recovery, distribusi ukuran partikel size dan kadar). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa waktu estimasi yang ditentukan dengan persamaan linier dari grafik oleh waktu waktu grinding terhadap ukuran partikel size, yang mana dapat diketahui waktu grinding sesuai dengan P80; ukuran partikel yang optimal untuk mendapat recovery yang maksimal dengan metode flotasi adalah pada ukuran 280 μm dan 300 μm dengan nilai recovery masing-masing untuk tembaga (Cu) 86,69% dan 85% sedangkan recovery emas (Au) 86,1% dan 85,3%. Ukuran partikel yang dapat dijadikan untuk target produk produksi terhadap settingan Partical Size Monitoring (PSM) pada ukuran 300 mikron; dan distribusi untuk ukuran partikel terhadap kadar logam emas dan tembaga, kadar pada tembaga dan emas tertinggi pada ukuran 320 μm dengan perolehan kadar sebesar 14,92 % dan 11,37%.

Kata Kunci: Ukuran Partikel, Penggerusan, Konsentrasi, Perolehan Logam Emas

A. Pendahuluan

Bijih emas dan tembaga merupakan sumberdaya mineral yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi. PT. Amman Mineral Nusa Tenggara merupakan salah satu perusahaan terdepan di Kawasan Indonesia yang terus berpacu meningkatkan kualitas diri agar mampu bertahan dalam persaingan dalam dunia pertambangan. Pengolahan bijih emas yang berlangsung di PT. Amman Mineral Nusa Tenggara menggunakan teknologi yang tinggi dan tenaga terampil dengan mengembangkan berbagai macam inovasi teknologi demi pencapaian target pengolahan yang optimal.

Semakin baik mineral terliberasi maka perolehan (recovery) mineral berharga akan semakin meningkat. Pengaruh ukuran partikel menentukan laju flotasi suatu mineral. Semakin halus ukuran butir maka proses pengapungan semakin cepat tetapi efektifitas dan selektifitasnya semakin rendah. Sebaliknya semakin kasar ukuran butir maka laju flotasi relatif rendah. Dengan melihat pentingnya pengolahan bijih dengan pengapungan (flotasi), dan melihat pengaruh-pengaruh yang menyebabkan proses flotasi terhambat.

Proyek Batu Hijau mempunyai areal yang terbentang dari Jereweh hingga Lunyuk, Pulau Sumbawa, NTB. Lima daerah utama PT. Newmont Nusa Tenggara adalah Benete Port yang merupakan pelabuhan utama, Townsite yang merupakan pusat perumahan, camp yang dilengkapi dengan rumah makan, lapangan olahraga, supermarket dan sekolah, Mining (crusher site) yang merupakan tempat peledakan bebatuan gunung dan tempat penghancuran awal bebatuan, Concentrator merupakan pabrik pengolahan bijih menjadi konsentrat, dan yang terakhir adalah tongoloka waste dump yang merupakan tempat pembuangan sampah dan pembuangan limbah (tailing) di Teluk Senunu dengan kedalaman 3.000 m di bawah laut.

B. Landasan Teori

Pengolahan Bahan Galian

Pengolahan bahan galian (*mineral beneficiation / mineral processing/ mineral dressing*) adalah suatu proses pengolahan dengan memanfaatkan perbedaan-perbedaan sifat fisik bahan galian untuk memperoleh produkta bahan galian yang bersangkutan. Khusus untuk batu bara, proses pengolahan itu disebut pencucian batu bara (*coal washing*) atau preparasi batu bara (*coal preparation*).

Kominusi atau Reduksi Ukuran. Kominusi adalah suatu proses untuk mengubah ukuran suatu bahan galian menjadi lebih kecil, hal ini bertujuan untuk memisahkan atau melepaskan bahan galian tersebut dari mineral pengotor yang melekat bersamanya. Kominusi atau pengecilan ukuran merupakan tahap awal dalam proses PBG yang bertujuan untuk: Membebaskan / meliberasi (to liberate) mineral berharga dari material pengotornya, Menghasilkan ukuran dan bentuk partikel yang sesuai dengan kebutuhan pada proses berikutnya, Memperluas permukaan partikel agar dapat mempercepat kontak dengan zat lain, misalnya reagen flotasi. Kominusi ada 2 (dua) macam, yaitu : Peremukan / pemecahan (crushing) dan Penggerusan / penghalusan (grinding).

1. **Crushing** adalah suatu proses yang bertujuan untuk meliberalisasi mineral yang diinginkan agar terpisah dengan mineral pengotor yang lain. Beberapa alat yang digunakan :
 - a. **Primary Crusher**, mengecilkan ukuran bijih sampai ukuran ± 20 cm.
 - b. **Secondary Crusher**, tahap penghancuran lanjutan dar primary crushing yang mana menghasilkan produk dengan ukuran 20 - 5 cm.
2. **Grinding** merupakan tahap pengurangan ukuran dalam batas ukuran halus yang

diinginkan. Alat-alat yang digunakan pada tahap ini, antara lain:

- a. **Ball mill.** Mill ini merupakan sebuah silinder horizontal dengan diameter sama dengan panjangnya, yang dilapisi dengan suatu plat yang mana memanfaatkan bola baja sebagai media penghancur.
- b. **Rod mill.** Media grinding ini alat ini berupa batang-batang besi/baja yang panjangnya sama dengan panjang mill.
- c. **Hammer mill.** Penggiling ini memiliki sebuah rotor yang berputar dengan kecepatan tinggi dalam sebuah casing berbentuk silinder. Umpan masuk dari bagian puncak casing dan dihancurkan, selanjutnya dikeluarkan melalui bukaan pada dasar casing.
- d. **Impactor.** Impactor menyerupai hammer mill tetapi tidak dilengkapi dengan ayakan. Impactor merupakan mesin pemecah primer untuk batuan dan biji, dengan kemampuan mengolah sampai 600 ton/jam.

Pemisahan Berdasarkan Ukuran (*Sizing*). Setelah bahan galian atau bijih diremuk dan digerus, maka akan diperoleh bermacam-macam ukuran partikel. Oleh sebab itu harus dilakukan pemisahan berdasarkan ukuran partikel agar sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan pada proses pengolahan yang berikutnya.

3. Pengayakan/ Penyaringan (*Screening/ Sieving*)

Pengayakan atau penyaringan adalah proses pemisahan secara mekanik berdasarkan perbedaan ukuran partikel. Pengayakan (*screening*) dipakai dalam skala industri, sedangkan penyaringan (*sieving*) dipakai untuk skala laboratorium. Produk dari proses pengayakan/penyaringan ada 2 (dua), yaitu :

- a. Ukuran lebih besar daripada ukuran lubang-lubang ayakan (*oversize*).
- b. Ukuran yang lebih kecil daripada ukuran lubang-lubang ayakan (*undersize*).

4. Faktor Kecepatan Material Menerobos Ukuran Ayakan

Untuk mencapai hasil yang optimal ada beberapa faktor yang harus lebih diperhatikan dalam proses pengayakan, antara lain :

- a. Ukuran bahan ayakan : Semakin besar diameter lubang bukaan akan semakin banyak material yang lolos.
- b. Ukuran relatif partikel : Material yang mempunyai diameter yang sama dengan panjangnya akan memiliki kecepatan dan kesempatan masuk yang berbeda bila posisinya berbeda, yaitu yang satu melintang dan lainnya membujur.
- c. Pantulan dari material : Pada waktu material jatuh ke screen maka material akan membentur kisi-kisi screen sehingga akan terpental ke atas dan jatuh pada posisi yang tidak teratur.
- d. Kandungan air : Kandungan air yang banyak akan sangat membantu tapi bila hanya sedikit akan menyumbat screen.

Metalurgi Ekstraktif dan Pemurnian

Metalurgi ekstraktif adalah studi mengenai proses yang digunakan untuk memisahkan logam berharga dalam konsentrat dari material lain. Yang dimaksud dengan metoda ekstraktif adalah setiap langkah-langkah dari ekstraksi metalurgi yang menghasilkan logam-logam dengan kemurnian tertentu. Langkah metoda ekstraktif ini dapat dikatakan konstruktif untuk menghasilkan logam tertentu. Proses ekstrak logam ini juga dapat dikatakan sebagai Kimia Metalurgi. Hal ini disebabkan karena proses ekstraksi logam selalu melibatkan reaksi kimia. Sedangkan hasilnya yang berupa logam, dapat berubah kembali menjadi senyawa kembali.

Pirometalurgi (Pyrometallurgy). Suatu proses ekstraksi metal dengan

memakai energi panas. Suhu yang dicapai ada yang hanya 500 – 2500 C (proses Mond untuk pemurnian nikel), tetapi ada yang mencapai 2.000 C (proses pembuatan paduan baja). Yang umum dipakai hanya berkisar 500– 1.600 C ; pada suhu tersebut kebanyakan metal atau paduan metal sudah dalam fase cair bahkan kadang-kadang dalam fase gas. Umpan yang baik adalah konsentrat dengan kadar metal yang tinggi agar dapat mengurangi pemakaian energi panas. Penghematan energi panas dapat juga dilakukan dengan memilih dan memanfaatkan reaksi kimia eksotermik (exothermic).

Hidrometalurgi (Hydrometallurgy). Yaitu proses ekstraksi metal dengan larutan reagen encer (< 1 gramol) dan pada suhu < 100 C. Reaksi kimia yang dipilih biasanya yang sangat selektif; artinya hanya metal yang diinginkan saja yang akan bereaksi (larut) dan kemudian dipisahkan dari material yang tak diinginkan.

Elektrometalurgi (Electrometallurgy). Suatu proses ekstraksi logam yang memakai teknik elektro-kimia, misalnya : baterai dan elektrolisa (electrolysis = electrorefining). Pada proses ini kecuali diperlukan arus listrik sebagai sumber energi juga diperlukan elektroda (electrodes) dan cairan elektrolit (electrolyte).

Perhitungan yang Digunakan dalam Penelitian

1. Perhitungan persen berat dan kelolosan

Perhitungan persen berat dan persen kelolosan, didapat dari hasil berat setiap rotap yang sebelumnya ditimbang terhadap berat keseluruhan, sedangkan berat kelolosan diperoleh dari persentase berat yang dikurangi 100, yang mana disesuaikan dengan rumus seperti berikut :

$$\% \text{ Berat Sampel} = \frac{\text{Berat Yang Diperoleh}}{\text{Berat Keseluruhan Sampel}} \times 100 \%$$

Setelah diperoleh persentase berat, ditentukan *persentase passing* (material yang lolos) dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Pass} = 100 - \text{Jumlah Material Yang Lolos}$$

Dengan diketahui persentase kelolosan lalu ditentukan kelolosan 80% / passing 80% (P80) dapat ditentukan dengan metode statistik rumus interpolasi contoh sebagai berikut:

$$Y = Y1 + \frac{X - X1}{X2 - X1} \times (Y2 - Y1)$$

Keterangan :

Y = nilai yang dicari

Y1 = nilai awal

Y2 = nilai akhir

X = nilai awal kelas -2

X1 = nilai awal pada kelas

X2 = nilai akhir pada kelas

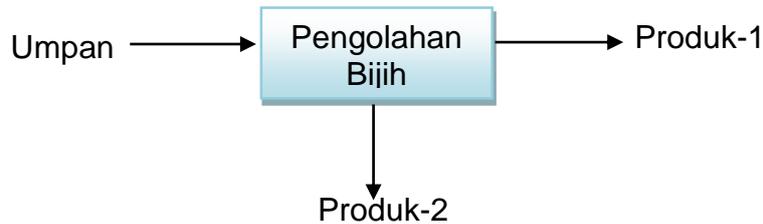
2. Waktu Penggilingan (*Grinding Time*).

Untuk mendapatkan waktu penggilingan sehingga menghasilkan produk penggilingan 80% lolos dari proses sebelumnya, dihitung berdasarkan trend garis lurus dengan persamaan garis linier dari grafik perbandingan antara ukuran partikel terhadap waktu gerus (*grinding*)

3. Neraca Keseimbangan (Material Balance).

Neraca Keseimbangan adalah suatu neraca keseimbangan pada pengolahan bahan galian dimana masa dibagi berat partikel umpan yang masuk dalam proses akan

sama dengan masa dibagi berat material yang keluar, yang digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Neraca Kesetimbangan

Misalkan Produk-1 adalah tailing (T) dan produk-2 adalah konsentrat (C), maka kesetimbangan yang berlaku adalah :

$$F = C + T$$

Dimana :

F = Berat material umpan/feed (ton atau kg)

C = Berat konsentrat (ton atau kg)

T = Berat tailing (ton atau kg)

Lebih lanjut, kadar suatu komponen di umpan, produk-1 dan produk-2 adalah f, c, t maka kesetimbangan komponen tersebut adalah :

$$F.f = C.c + T.t$$

Dimana :

F = Berat umpan, (ton)

f = Kadar umpan, (%)

C = Berat konsentrat, (ton)

c = Kadar konsentrat, (%)

T = Berat tail, (ton)

t = Kadar tail, (%)

4. Perolehan (Recovery)

Recovery adalah massa material yang berharga yang dihasilkan dari suatu proses. Dalam topik ini massa material yang berharga tersebut adalah konsentrat. Dari gambar diatas, recovery dapat diturunkan dari persamaan berikut :

$$Rec. = \frac{C.c}{F.f} \times 100 \% \dots\dots\dots(2)$$

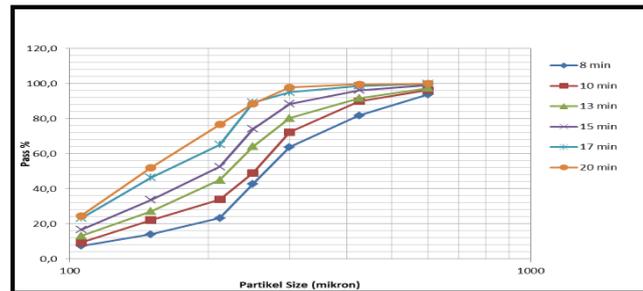
Dengan mensubstitusi persamaan (2) ke persamaan (3) diperoleh :

$$Rec. = \frac{c}{f} \cdot \frac{(f-t)}{(c-t)} \times 100 \% \dots\dots\dots(3)$$

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

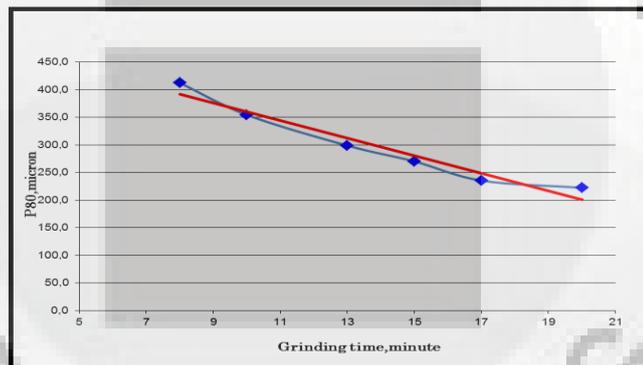
Pengaruh Waktu *Grinding* Terhadap Distribusi Partikel *Size*

Dalam pengujian pada proses grinding, dilakukan pengujian dengan waktu yang bervariasi, yakni 8, 10, 13, 15, 17, dan 20 menit. Proses grinding dengan waktu bervariasi tersebut akan menunjukkan persentase berat yang diperoleh terhadap ukuran partikel, seperti yang ditunjukkan grafik semilog di bawah ini :



Gambar 2. Perbandingan Ukuran Partikel Size Terhadap Waktu Grinding

Dari grafik tersebut menunjukkan dari setiap waktu memiliki karakter yang sama, pada prinsipnya bahwa semakin tinggi persentase kelolosan menunjukkan semakin sedikit partikel yang tertahan (jumlah dalam satuan berat) berlaku sebaliknya. Pada grafik tersebut menunjukkan pula ukuran persentase passing setiap waktu grinding yang dilakukan selama 8 menit hingga 20 menit, diketahui bahwa semakin lama waktu proses grinding semakin tinggi persentase passing dikarenakan ukuran partikel semakin halus. Pada grafik tersebut dapat ditentukan kelolosan 80% terhadap ukuran partikel size. Setelah diketahui persentase kelolosan (passing) terhadap ukuran partikel, ditentukan perolehan passing 80% (P80) dari persentase passing keseluruhan dengan menggunakan persamaan interpolasi dengan waktu masing-masing. Seperti yang ditunjukkan grafik berikut :

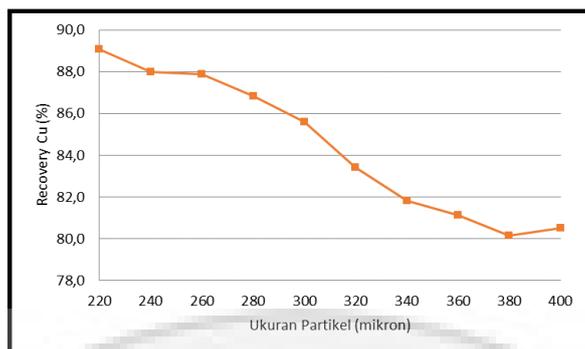


Gambar 3. Perbandingan Ukuran Partikel Size Terhadap Waktu Grinding

Dari grafik di atas menunjukkan perolehan passing 80% setiap waktu dari menit ke-8 hingga menit ke-20 terjadi penurunan, perolehan passing paling tinggi ditunjukkan pada menit ke-8 sebesar 412,3 mikron sedangkan paling rendah pada menit ke-20 sebesar 222,3 mikron. Hal ini menunjukkan semakin lama waktu penggerusan ukuran partikel semakin halus.

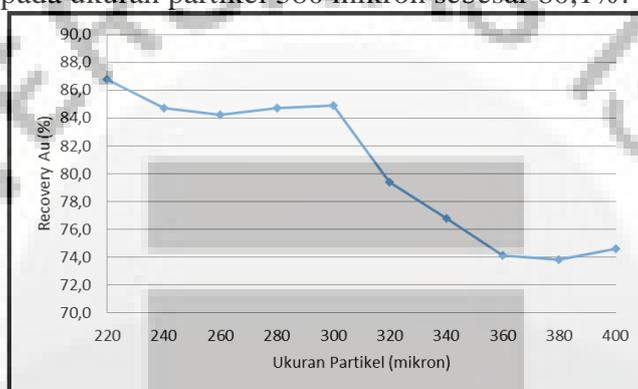
Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap *Recovery*

Korelasi dibawah ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui gambaran distribusi ukuran partikel terhadap perolehan *recovery*. Grafik dibawah ini diperoleh dari ukuran partikel yang melalui proses *grinding* dengan waktu yang telah ditentukan lalu dilakukan pemisahan mineral berharga dengan metode flotasi.



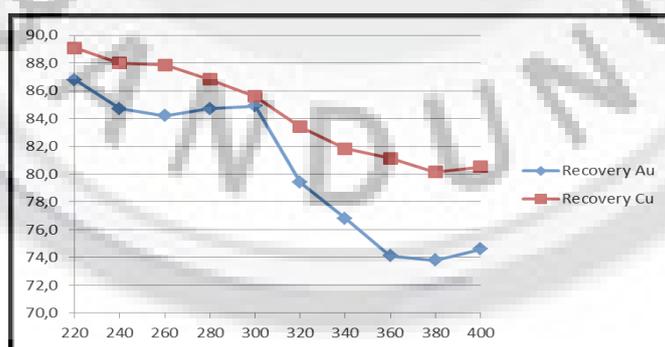
Gambar 4. Perbandingan Recovery Cu Terhadap Ukuran Partikel

Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa recovery paling tinggi pada ukuran partikel 220 mikron dengan perolehan recovery sebesar 89,1%, sedangkan perolehan recovery terendah pada ukuran partikel 380 mikron sebesar 80,1%.



Gambar 5. Perbandingan Recovery Au Terhadap Ukuran Partikel

Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa recovery paling tinggi pada ukuran partikel 220 mikron dan 280 mirkon dengan perolehan recovery yang sama sebesar 87,4%, sedangkan perolehan recovery terendah pada ukuran partikel 380 mikron sebesar 73,4%.



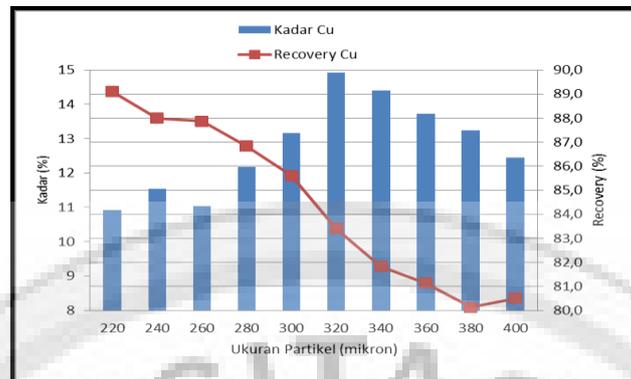
Gambar 6. Perbandingan Recovery Au dan Cu Terhadap Ukuran Partikel

Dari grafik perbandingan recovery Cu dan Au terhadap ukuran partikel di atas dari *trendline* kedua mineral tersebut hampir seiring menunjukkan bahwa mineral Cu dan Au memiliki keterkaitan dalam perolehan recovery.

Korelasi Kadar Cu dan Au Terhadap Recovery

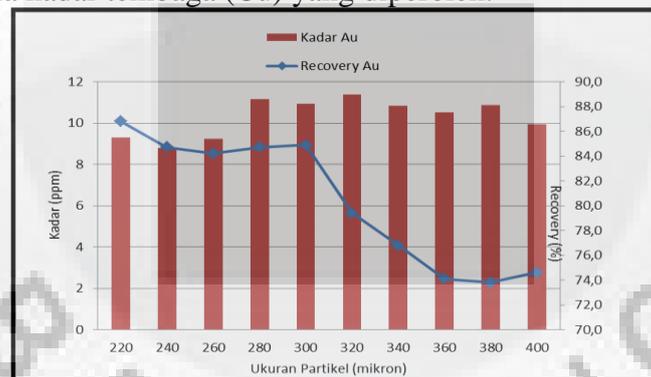
Korelasi dibawah ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui gambaran distribusi ukuran partikel terhadap persentase recovery dan kadar terhadap ukuran partikel. Grafik

dibawah ini diperoleh dari ukuran partikel yang melalui proses grinding dengan waktu yang telah ditentukan lalu dilakukan pemisahan mineral berharga dengan metode flotasi.



Gambar 7. Perbandingan Kadar dan Recovery terhadap Ukuran Partikel Mineral Cu

Dari grafik di atas perbandingan kadar dan recovery terhadap ukuran partikel mineral tembaga (Cu) menunjukkan bahwa jika dilihat dari kadar, kadar paling tinggi berada pada ukuran 320 mikron dengan perolehan kadar sebesar 14,92 % dan memiliki perolehan recovery sebesar 83,4% akan tetapi jika dilihat dari recovery tertinggi berada pada ukuran 220 mikron dengan perolehan recovery 89,1% memiliki kadar 10,92%. Dari grafik tersebut juga menunjukkan bahwa semakin halus ukuran partikel size semakin turun pula kadar tembaga (Cu) yang diperoleh.



Gambar 8. Perbandingan Kadar Dan Recovery Terhadap Ukuran Partikel Mineral Au

Dari grafik di atas perbandingan kadar dan recovery terhadap ukuran partikel mineral Emas (Au) menunjukkan bahwa jika dilihat dari kadar, kadar paling tinggi berada pada ukuran 320 mikron dengan perolehan kadar sebesar 11,37 % dan memiliki perolehan recovery sebesar 86,8% akan tetapi jika dilihat dari recovery tertinggi berada pada ukuran 220 dan 280 mikron dengan perolehan recovery yang sama sebesar 87,4% dan memiliki kadar 9,31 ppm untuk ukuran 220 mikron dan 11,14 ppm untuk ukuran 280 mikron.

Parameter Penentuan Ukuran Partikel

Dalam penentuan ukuran partikel ada beberapa parameter atau syarat untuk memenuhi kebutuhan proses lanjutan sebgaimna dalam hal ini adalah proses smelting. Dibawah ini merupakan ukuran partikel yang dijadikan settingan penyesuaian produk *cyclon* terhadap tahap flotasi.

Tabel 1. Parameter Ukuran Partikel Size

Parameter	Ukuran Partikel (mikron)										
	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	
Cu	Content (%)	10,92	11,54	11,03	12,17	13,16	14,47	14,21	13,38	13,24	12,44
	Recovery (%)	89,05	87,99	87,87	86,63	85,00	83,20	81,82	81,14	80,14	80,26
Au	Content (ppm)	9,16	8,88	9,24	11,14	10,93	11,37	10,82	10,52	10,86	9,93
	Recovery (%)	87,12	84,29	83,76	86,07	85,30	79,78	76,12	73,85	73,59	74,37

Sumber: ketentuan laboratorium metalurgi PT. AMNT

Ket: = yang memenuhi syarat

minimum value cont. Cu = 12%

minimum value Rec. Cu = 85%

minimum value cont. Au = 10 ppm

Dilihat dari parameter di atas, bahwa ada beberapa kriteria untuk penentuan ukuran partikel yang dijadikan settingan dalam proses cyclone. Ukuran partikel yang memenuhi syarat tersebut adalah pada ukuran 280 mikron dan 300 mikron.

D. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan pada laboratorium metalurgi PT. Amman Mineral Nusa Tenggara ini adalah sebagai berikut:

1. Waktu estimasi yang ditentukan dengan persamaan linier dari grafik oleh waktu waktu grinding terhadap ukuran partikel size, yang mana dapat diketahui waktu grinding sesuai dengan P80, yakni sebagai berikut:

Tabel 2. Estimasi Waktu Grinding

Target P80, mic	Grinding Time, min
220	18,8
240	17,5
260	16,3
280	15,0
300	13,8
320	12,5
340	11,3
360	10,0
380	8,8
400	7,5

Sumber: Hasil Perhitungan Data Laboratorium Metalurgi PT. AMNT

2. Ukuran partikel yang optimal untuk mendapat recovery yang maksimal dengan metode flotasi adalah pada ukuran 280 μm dan 300 μm dengan nilai recovery masing-masing untuk tembaga (Cu) 86,69% dan 85% sedangkan recovery emas (Au) 86,1% dan 85,3%. Ukuran partikel yang dapat dijadikan untuk target produk produksi terhadap settingan Partical Size Monitoring (PSM) pada ukuran 300 mikron.
3. Distribusi untuk ukuran partikel terhadap kadar logam emas dan tembaga, kadar pada tembaga dan emas tertinggi pada ukuran 320 μm dengan perolehan kadar sebesar 14,92 % dan 11,37%.

E. Saran

Dengan pertimbangan terhadap recovery yang diperoleh, perolehan recovery tinggi pada ukuran partikel yang halus. Akan tetapi, membutuhkan waktu yang lebih

lama untuk menghaluskan (grinding) material tersebut maka diperlukan kajian lebih lanjut untuk waktu produksi kegiatan penambangan.

Daftar Pustaka

- Anonymous. Available through: <https://ardra.biz/sain-teknologi/mineral/pengolahan-mineral/mekanisme-penggerusan-grinding-operation/> [Accessed 15 January 2018]
- Hendri, Denis. 2007. Operasi Penambangan & Perlindungan Lingkungan Tambang Terbuka Batu Hijau PT Newmont Nusa Tenggara. Puslitbang Tekmira (DESDM): Bandung.
- Magdalena, Meilani. 2010. Studi Alterasi dan Mineralisasi Tembaga pada Area Penambangan Terbuka Batu Hijau, Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan ITB: Bandung.