

## **BAB V**

### **PEMBAHASAN**

#### **5.1 Karakteristik Vein Bijih Emas**

Sampel vein bijih emas didapatkan dari Desa Kutawaringin, Kecamatan Kutawaringin, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat. Empat sampel yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari formasi yang sama yaitu formasi andesit namun memiliki karakteristik yang berbeda.

Keempat sampel tersebut memiliki karakteristik yang berbeda dan tingkat alterasi yang berbeda. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor saat terjadi keterbentukannya seperti struktur lokal batuan sampling terutama struktur rekahan-rekahan atau celah-celah dan mengakibatkan larutan hidrotermal mudah bergerak, bereaksi dan berdifusi dengan batuan dinding, temperatur dan tekanan juga berpengaruh terhadap kemampuan larutan hidrotermal untuk bergerak, bereaksi dan berdifusi, melarutkan serta membawa bahan-bahan yang akan bereaksi dengan batuan sampling.

Sampel FR, KA dan PO memiliki warna batuan hampir sama yaitu putih keabuabuan sedangkan GL memiliki warna jingga kecoklatan yang berarti sampel GL mengalami oksidasi akibat air meteoric ataupun udara sedangkan sampel FR, KA dan PO tidak mengalami oksidasi. Sampel FR memiliki kondisi yang masiv dengan kandungan 70% kuarsa, 5 % plagioklas, 20 % mineral opaque dan mineral ubahan 5 %. Sampel KA memiliki kondisi lunak hal tersebut dikarenakan kandungan mineral yang teralterasi cukup tinggi 55% (mineral kaolin) selain itu sampel KA memiliki kandungan kuarsa 20%, plagioklas 10%, dan mineral opaque 15%. Sampel PO memiliki kondisi masiv karena dengan kandungan mineral kuarsa 50 %, mineral

opaque 38%, dan 10 % mineral ubahan. Sampel GL diambil didekat permukaan sehingga memiliki kondisi mudah hancur, sampel GL memiliki kandungan kuarsa 30%, mineral opaque 40% dan mineral ubahan 30% (mineral kaolin).

Sampel KA dan GL dapat dinyatakan sebagai sampel dengan tingkat alterasi sedang karena memiliki kandungan mineral ubahan yang cukup tinggi 55% untuk sampel KA dan 30 % untuk sampel GL. Sedangkan sampel FR dan PO mengalami alterasi yang lemah dapat dilihat dari komposisi mineral ubahan sebesar 5 % untuk sampel FR dan 10 % untuk sampel PO.

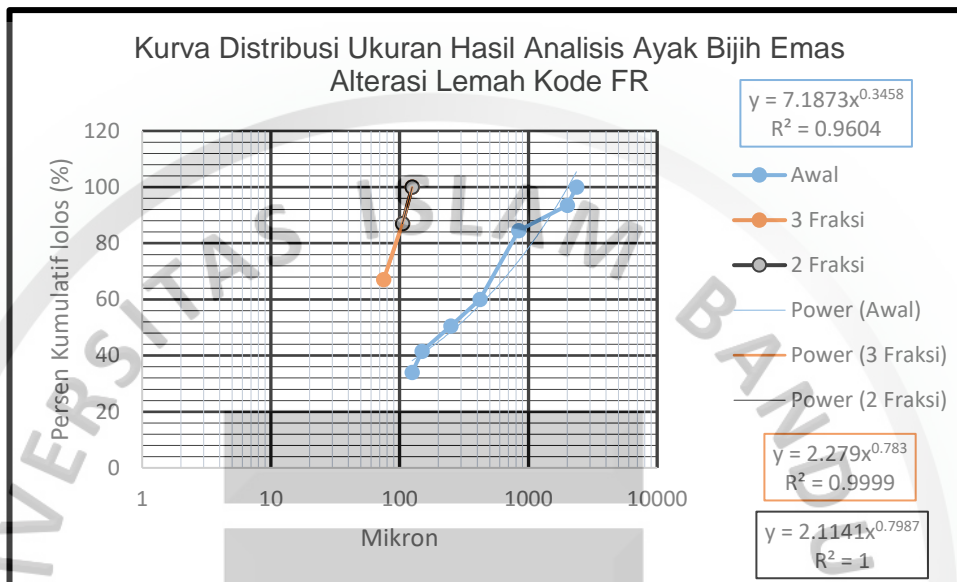
Dari Gambar 4.1 data diatas dapat menjelaskan sebaran tingkat alterasi dari vein bijih emas pada Desa Kutawaringin. Sampel PO memiliki tingkat alterasi lemah, dari titik sampel PO tersebut kearah titik sampel vein bijih emas KA memiliki tingkat alterasi yang meningkat yaitu dari lemah ke sedang dengan elevasi KA 862 mdpl, perbedaan juga terdapat pada sifat fisik sampel sampel PO memiliki sifat fisik masiv sedangkan KA mudah hancur. Pada titik yang sama yaitu titik PO ke titik FR yang memiliki elevasi 842 mdpl tidak terdapat perubahan tingkat alterasi dan sifat fisik dari sampel. Pada titik sampel PO kearah titik sampel GL juga terjadi peningkatan tingkat alterasi dari lemah ke sedang, begitu juga dengan sifat fisik yang mengalami perubahan dari masiv ke mudah hancur. Titik GL kearah titik pengambilan sampel KA tidak mengalami perubahan tingkat alterasi. Sedangkan titik GL kearah titik FR mengalami perubahan tingkat alterasi yaitu dari sedang ke lemah, begitu juga dengan sifat fisik dari sampel perubahan terjadi dari sampel yang mudah hancur ke masiv.

## 5.2 Indeks Kerja Bond

Percobaan penentuan indeks kerja Bond dilakukan terhadap 4 sampel bijih emas yang memiliki tingkat alterasi yang berbeda dengan kode FR, KA, PO, dan GL.

Berikut Gambar hasil dari percobaan tersebut pada tabel penentuan indeks kerja Bond bijih emas.

### 5.2.1 Indeks kerja Bond Bijih Emas FR



**Gambar 5.1**  
**Grafik Hasil Analisa Saringan Bijih Emas FR**

Pada (Gambar 5.1) menunjukkan bahwa material sebelum penggilingan pada Gambar sebelah kanan serta produk setelah penggilingan terlihat pada Gambar sebelah kiri.

Berdasarkan hasil perhitungan pada lampiran A.1 dengan menggunakan cara perhitungan melalui 3 fraksi ukuran dan 2 fraksi didapat energi yang dibutuhkan sebesar :

Hasil perhitungan untuk 3 fraksi

Gbp : 1,2987 gr/putaran

F80 : 1062,639 mikron

P80 : 94,107 mikron

Wi : 20,339 kWh/ Ton

Hasil perhitungan untuk 2 fraksi

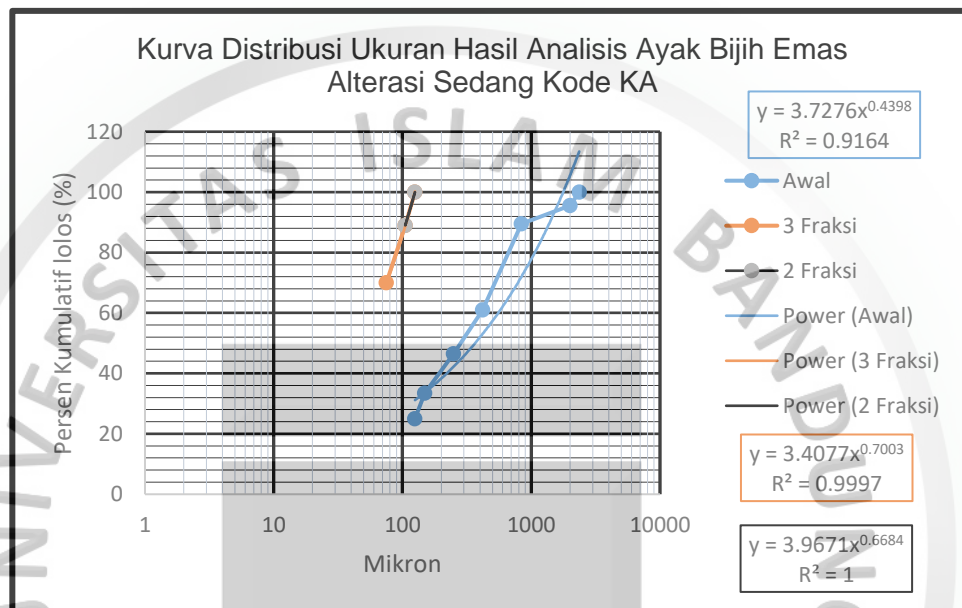
Gbp : 1,2987 gr/putaran

F80 : 1062,639 mikron

P80 : 94,551 mikron

Wi : 17,3188 kWh/ Ton

### 5.2.2 Indeks kerja Bond Bijih Emas KA



**Gambar 5.2**  
**Grafik Hasil Analisa Saringan Bijih Emas KA**

Pada (Gambar 5.2) menunjukkan bahwa material sebelum penggilingan pada Gambar sebelah kanan serta produk setelah penggilingan terlihat pada Gambar sebelah kiri.

Berdasarkan hasil perhitungan pada lampiran A.1 dengan menggunakan cara perhitungan melalui 3 fraksi ukuran dan 2 fraksi didapat energi yang dibutuhkan sebesar :

Hasil perhitungan untuk 3 fraksi

Gbp : 2,3528 gr/putaran

F80 : 1066,686 mikron

P80 : 90,615 mikron

Wi : 12,154 kWh/ Ton

Hasil perhitungan untuk 2 fraksi

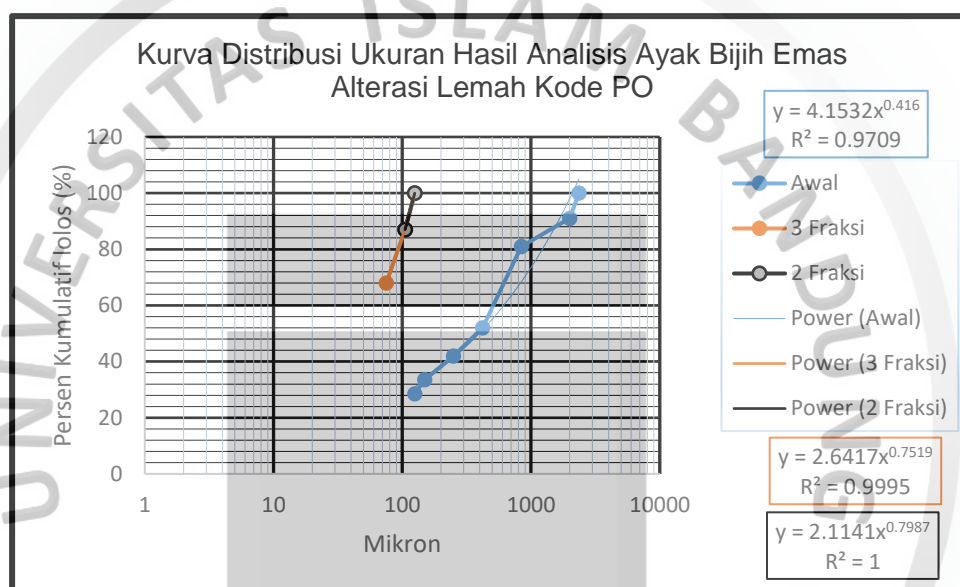
Gbp : 2,3528 gr/putaran

F80 : 1066,686 mikron

P80 : 89,505 mikron

Wi : 10,225 kWh/ Ton

### 5.2.3 Indeks kerja Bond Bijih Emas PO



**Gambar 5.3**  
**Grafik Hasil Analisa Saringan Bijih Emas PO**

Pada (Gambar 5.3) menunjukkan bahwa material sebelum penggilingan pada Gambar sebelah kanan serta produk setelah penggilingan terlihat pada Gambar sebelah kiri.

Berdasarkan hasil perhitungan pada lampiran A.1 dengan menggunakan cara perhitungan melalui 3 fraksi ukuran dan 2 fraksi didapat energi yang dibutuhkan sebesar :

Hasil perhitungan untuk 3 fraksi

Gbp : 1,2317 gr/putaran

F80 : 1225,288 mikron

P80 : 93,315 mikron

Wi : 20,520 kWh/ Ton

Hasil perhitungan untuk 2 fraksi

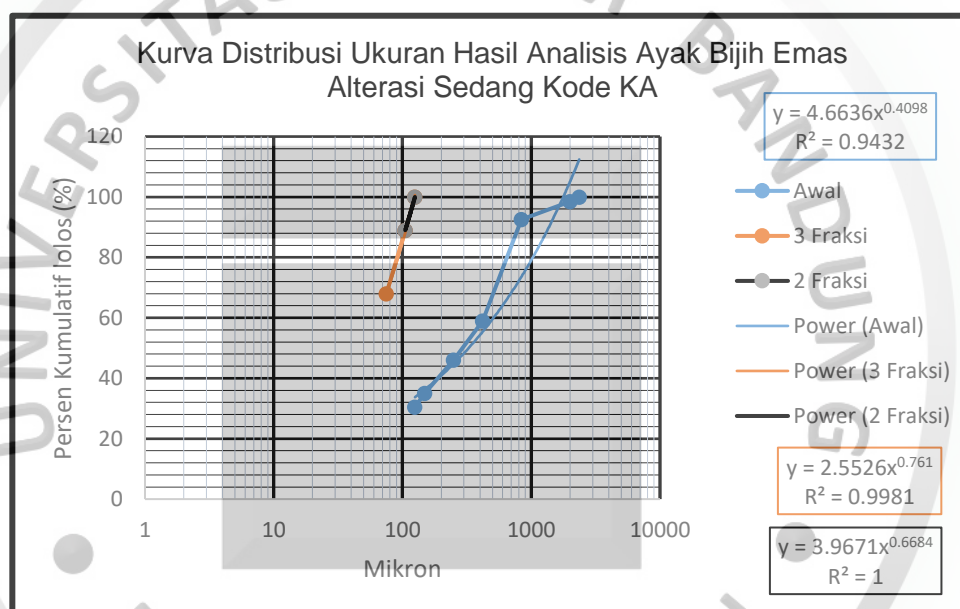
Gbp : 1,2317 gr/putaran

F80 : 1225,288 mikron

P80 : 94,551 mikron

Wi : 17,574 kWh/ Ton

#### 5.2.4 Indeks kerja Bond Biji Emas GL



**Gambar 5.4**  
**Grafik Hasil Analisa Saringan Biji Emas GL**

Pada (Gambar 5.4) menunjukkan bahwa material sebelum penggilingan pada Gambar sebelah kanan serta produk setelah penggilingan terlihat pada Gambar sebelah kiri.

Berdasarkan hasil perhitungan pada lampiran A.1 dengan menggunakan cara perhitungan melalui 3 fraksi ukuran dan 2 fraksi didapat energi yang dibutuhkan sebesar :

Hasil perhitungan untuk 3 fraksi

Gbp : 3,6815 gr/putaran

F80 : 1028,311 mikron

P80 : 107,37 mikron

Wi : 9,593 kWh/ Ton

Hasil perhitungan untuk 2 fraksi

Gbp : 3,6815 gr/putaran

F80 : 1028,311 mikron

P80 : 89,505 mikron

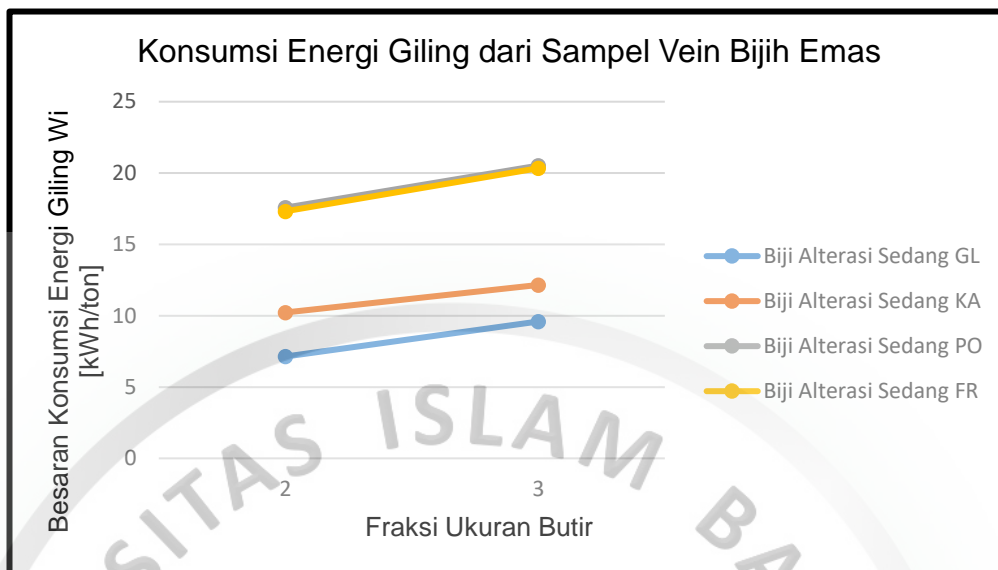
Wi : 7,137 kWh/ Ton

**Tabel 5.1**  
**Konsumsi Energi pada Setiap Sampel**

Kode Sampel	Energi (kWh/ Ton)	
	2 Fraksi	3 Fraksi
FR	17,319	20,339
KA	10,225	12,154
PO	17,574	20,520
GL	7,137	9,593

### 5.3 Konsumsi Energi Giling Terhadap Alterasi Sampel Vein Bijih Emas

Konsumsi Energi yang dibutuhkan untuk melakukan penggilingan dari setiap sampel memiliki besaran yang berbeda lihat (Gambar 5.5). dari Gambar tersebut dapat diketahui bahwa sampel vein bijih emas dengan tingkat alterasi rendah lebih membutuhkan energi yang lebih besar dibandingkan dengan sampel vein bijih emas dengan tingkat alterasi sedang. Tingkat alterasi lemah membutuhkan energi giling 17 – 21 kWh/Ton, sedangkan untuk tingkat alterasi sedang membutuhkan energi sebesar 7 – 13 kWh/ Ton.



Gambar 5.5  
Grafik Besaran Energi Giling Setiap Sampel

Bijih emas dengan tingkat alterasi sedang untuk sampel kode PO dan FR memiliki nilai energi giling yang tertinggi hal tersebut dikarenakan kandungan serta komposisi mineral utama kuarsa yang dominan yaitu antara 50 – 70% mineral ini diketahui sesuai Skala Mohs mempunyai kekerasan yang cukup tinggi yaitu skala 7 (dari skala 10). sehingga oleh karenanya diperlukan energi giling yang besar.

Sedangkan untuk sampel KA dan GL yang memiliki tingkat alterasi sedang mempunyai nilai energi giling yang lebih kecil hal tersebut karena kandungan dan komposisi mineral yang dominan adalah mineral ubahan seperti lempung jenis kaolinite 55-60% dengan tingkat kekerasan 1-2 (skala Mohs).

Tabel 5.2  
Ikhtisar Hasil Analisis Petrografi dan Mineragrafi dari Vein Bijih Emas Kode Sample GL, PO, KA dan FR

Komposisi Mineral (Hasil Analisis Petrografi dan Mineragrafi)			
Mineral Utama	Mineral Tambahan	Mineral Ubahan	Keterangan
<b>Sample bijih emas kode GL (Alterasi Sedang)</b>			
Kuarsa 30%	Mineral opaque 40% (mineral bijih FeS <sub>2</sub> , CuFeS <sub>2</sub> , ZnS, PbS, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , MnO <sub>2</sub> ), memiliki tekstur euhedral, mineral tidak terliberasi.	Mineral lempung 30% (kaolinite)	Batuan beku asam dasit alterasi sedang



<b>Sample bijih emas kode KA (Alterasi Sedang)</b>			
Kuarsa 20%, Plagioklas 10%	Mineral opaque 15% (mineral bijih FeS <sub>2</sub> , CuFeS <sub>2</sub> , ZnS, PbS), memiliki tekstur euhedral, mineral terliberasi sempurna.	Mineral lempung 55% (kaolinite)	Batuan beku asam dasit alterasi sedang
<b>Sample bijih emas kode PO (Alterasi Lemah)</b>			
Kuarsa 50%, Plagioklas 2%	Mineral opaque 38% (mineral bijih FeS <sub>2</sub> , CuFeS <sub>2</sub> , ZnS, PbS, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), memiliki tekstur anhedral, mineral tidak terliberasi.	Mineral lempung 10%	Batuan beku asam dasit alterasi rendah/lemah
<b>Sample bijih emas kode FR (Alterasi Lemah)</b>			
Kuarsa 70%, Plagioklas albit 5%	Mineral opaque 20% (mineral bijih FeS <sub>2</sub> , CuFeS <sub>2</sub> , ZnS, PbS), memiliki tekstur euhedral, mineral terliberasi sempurna.	Mineral lempung 5% (kaolinite)	Batuan beku asam dasit alterasi rendah/lemah

Dari Tabel 5.1 dan Tabel 5.2 ikhtisar hasil analisis petrografi dan mineragrafi di atas dapat dilihat, bahwa untuk vein bijih emas alterasi sedang terdapat pada kode sampel GL dan KA. Sampel GL mempunyai nilai konsumsi energi giling pada perhitungan 2 Fraksi (kasar -100 Mesh) dan perhitungan 3 Fraksi (halus -200 Mesh) yaitu sebesar antara 7,137 dan 9,593 [kWh/ Ton], sedangkan untuk vein bijih emas kode sampel KA memiliki nilai konsumsi energi giling pada perhitungan 2 fraksi sebesar 10,225 [kWh/ Ton] dan untuk perhitungan 3 fraksi memiliki nilai energi giling sebesar 12,049 [kWh/ Ton]. Jika dibandingkan kebutuhan energi giling dari sampel GL dan KA, maka vein bijih emas kode sampel KA lebih besar daripada kode sampel GL hal tersebut karena vein bijih emas kode sampel KA dibentuk oleh komposisi mineral utama kuarsa 20% dan plagioklas 10%, dan mineral lempung 55%, sampel KA mempunyai sifat fisik yang lengket sehingga relatif susah digiling. Sedangkan untuk sampel GL meskipun memiliki kandungan kuarsa lebih tinggi 30% dan memiliki kandungan lempung lebih kecil 30% yang lebih kecil dan tidak terdapat plagioklas, serta memiliki sifat fisik mudah hancur menyebabkan sampel tersebut lebih mudah digiling.

Sampel vein bijih emas yang memiliki alterasi sedang ialah sampel FR dan PO. Sampel FR memiliki nilai konsumsi energi giling pada perhitungan 2 fraksi sebesar 17,319 kWh/ Ton dan pada perhitungan 3 fraksi sebesar 20,339 [kWh/ Ton/ton]. Sedangkan untuk vein bijih emas kode sampel PO memiliki nilai konsumsi energi giling pada perhitungan 2 fraksi sebesar 17,574 [kWh/ Ton] dan untuk perhitungan 3 fraksi memiliki nilai energi giling sebesar 20,708 [kWh/ Ton]. Jika dibandingkan kebutuhan energi giling dari sampel FR dan PO, maka vein bijih emas kode sampel PO lebih besar daripada kode sampel FR hal tersebut karena vein bijih emas kode sampel PO memiliki hubungan antara mineral tidak terliberasi sedangkan sampel FR memiliki hubungan antara mineral yang terliberasi sempurna sehingga menyebabkan sampel FR tersebut lebih mudah digiling.

#### **5.4 Hubungan Vein Bijih Emas terhadap Rancangan *Ball Mill***

Konsumsi energi giling di antara sampel *vein* bijih emas dengan kode GL, KA PO, dan FR pada Gambar 5.5 menunjukkan adanya perbedaan konsumsi energi giling yang berbeda. Kondisi ini berpengaruh terhadap rancangan jenis dan atau tipe alat giling yang dioperasikan di pabrik pengolahan bila ke empat jenis *vein* bijih emas tersebut diproduksi secara masal/komersial.

Sebagai ilustrasi dan untuk lebih jelasnya di bawah ini diuraikan contoh perhitungan pengaruh tingkat alterasi terhadap desain atau rancangan jenis/tipe alat giling dengan data teknis (spesifikasi) alat giling *Ball Mill* yang ada di pasaran, yang diperoleh dari [www.metso.com](http://www.metso.com) pada *handbook "Basics in Mineral Processing"* didapat data sebagaimana Tabel 5.3 berikut:

**Tabel 5.3**  
**Spesifikasi Alat Giling *Ball Mill***

Standard Mill size (m)	Geared/Gearless	Std %TCS	Approx hp/kW	Motor hp/kW
9' x 12' (2,7x3,7)	Geared	76	388/290	450/335
9' x 14' (2,7x4,2)	Geared	76	455/340	500/373
9.5' x 15' (2,9x4,6)	Geared	76	564/420	600/447
10' x 15' (3,0x4,6)	Geared	76	596/445	700/522
10.5' x 15' (3,2x4,6)	Geared	76	734/547	800/597
10.5' x 17' (3,2x5,2)	Geared	76	836/623	900/671
11' x 17' (3,3x5,2)	Geared	76	944/704	1000/746
11.5' x 18' (3,5x5,5)	Geared	76	1125/839	1250/932
13' x 17' (3,9x5,2)	Geared	76	1460/1089	1500/1119
13' x 19' (3,9x5,8)	Geared	76	1637/1220	1750/1305
14' x 18' (4,2x5,5)	Geared	76	1877/1400	2000/1491
14' x 20' (4,2x6,0)	Geared	76	2091/1559	2250/1677
15' x 19' (4,6x5,8)	Geared	76	2372/1769	2500/1864
15.5' x 21' (4,7x6,4)	Geared	76	2861/2133	3000/2237
16.5' x 21' (5,0x6,4)	Geared	76	3362/2507	3000/2237
16.5' x 24' (5,0x7,3)	Geared	76	3854/2873	4000/2983
16.5' x 27' (5,0x8,2)	Geared	76	4346/3240	4500/3356
16.5' x 30' (5,0x9,1)	Geared	76	4838/3608	5000/3728
16.5' x 33' (5,0x10,0)	Geared	76	5330/3975	5500/4101
18' x 29' (5,5x8,8)	Geared	76	5847/4360	6000/4474
18' x 31.5' (5,5x9,6)	Geared	76	6360/4743	6000/4474
18' x 33.5' (5,5x10,2)	Geared	76	6771/5049	7000/5220

Sumber : Mesto, 2015

Berdasarkan Tabel 5.3 dan hasil perhitungan  $W_i$  di atas, maka bila untuk menghasilkan produksi giling 20 t/h masing-masing vein jenis bijih emas memerlukan energi giling (dalam kW) adalah sebagai berikut:

Jenis sampel vein bijih emas kode GL : 9,593 kWh/ Ton x 20t/h = 191,86 kW

Jenis sampel vein bijih emas kode KA : 12,154 kWh/Ton x 20t/h = 243,08 kW

Jenis sampel vein bijih emas kode PO : 20,520 kWh/Ton x 20t/h = 410,4 kW

Jenis sampel vein bijih emas kode FR : 20,339 kWh/Ton x 20t/h = 406,78 kW

Dari perhitungan di atas maka vein bijih emas kode GL dan KA dapat menggunakan *Ball Mill* tipe standar ukuran  $\varnothing=9'$  x P=12' (2,7m x 3,7m) dengan kemampuan maksimum 290 kW, sedangkan untuk jenis vein bijih emas kode PO dan FR perlu

menggunakan tipe yang lebih tinggi, berdasarkan Tabel 5.3 dapat menggunakan tipe  $\text{Ø}=9.5' \times P=15'$  (2,9 m x 4,6 m) dengan konsumsi energi maksimum 420 kW.

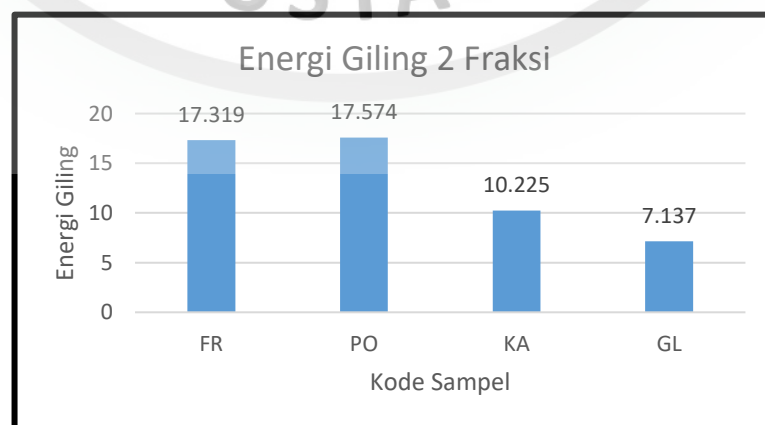
Terkait rancangan jenis alat giling hubungannya dengan karakteristik tipe alterasi (rendah dan sedang) dari sampel *vein* bijih emas dengan kode GL, PO, KA dan FR ada beberapa kemungkinan sebagai berikut:

1. Perlu adanya pemisahan alat giling antara tipe alterasi rendah dan sedang, namun perlu dipertimbangkan karena ada tambahan investasi untuk alat dan bertambahnya *space* lahan area pabrik pengolahan.
2. Menggunakan alat giling yang sama untuk kedua jenis *vein* bijih emas dengan kapasitas alat terbesar, namun mengakibatkan konsumsi energi giling (kW) juga besar untuk kapasitas alat yang sama.

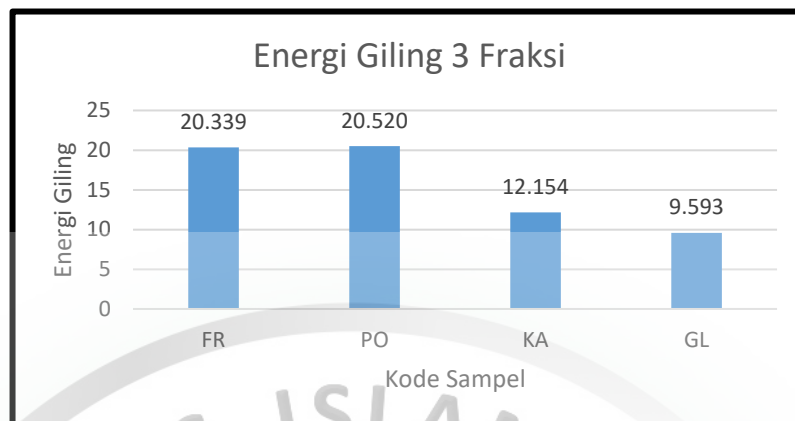
Berdasarkan hal-hal di atas maka perlu pertimbangan yang mendalam, sehingga dapat ditentukan dan dicarikan solusi yang tepat agar operasi pengecilan ukuran dapat terlaksana dengan efektif dan efisien yang antara lain perlu dilakukan analisis teknis dan ekonomi.

## 5.5 Kekuatan Batuan Terhadap Keamanan Tambang

Gambar 5.6 dan 5.7 menggambarkan energi giling pada setiap sampel *vein* bijih emas.



**Gambar 5.6**  
**Energi Giling 2 Fraksi**



**Gambar 5.7**  
**Energi Giling 2 Fraksi**

Dari Gambar 5.6 dan 5.7 diatas dapat diperkirakan perlu atau tidaknya penggunaan penyangga membuat terowongan pada setiap titik sampel untuk penambangan rakyat. Pada titik sampel FR dengan sifat fisik masiv memerlukan energi giling 17,4 – 20,4 kWh/ Ton, terletak pada elevasi 870 mdpl dengan kedalaman pengambilan sampel 27,5 meter dari permukaan tanah, sebenarnya pada lokasi ini memiliki batuan yang keras sehingga aman meskipun tidak menggunakan penyanggaan namun pencarian emas masih dilakukan sehingga membuat kedalaman akan terus bertambah oleh karena sebaiknya dilakukan penyanggaan untuk mengantisipasi hal yang tidak diinginkan. Pada titik sampel PO dengan sifat fisik masiv memerlukan energi giling 17,6 – 20,7 kWh/ Ton, terletak pada elevasi 833 mdpl dengan kedalaman pengambilan sampel 21 meter dari permukaan tanah, kegiatan pengambilan vein bijih emas masih dilakukan secara horizontal, pada titik ini tidak diperlukannya penyanggaan untuk lubang vertikal akan tetapi jika kegiatan penambangan terus dilakukan secara horizontal untuk meningkatkan keamanan perluh dilakukannya penyanggaan.

Pada titik sampel KA dengan sifat fisik lunak memerlukan energi giling 10,3 – 12,2 kWh/ Ton, terletak pada elevasi 870 mdpl dengan kedalaman pengambilan sampel 7,5 meter, pada titik ini vein bijih emas sudah dilewati dan masih terus

dilakukan penggalian kebawah. Pada titik GL dengan sifat fisik yang mudah hancur memerlukan energi giling 7,2 – 9,6 kWh/ Ton, terletak pada elevasi 844 mdpl dengan titik pengambilan sampel 3 meter dari mulut terowongan, pada *tunnel* ini kegiatan pengambilan vein bijih emas sudah tidak dilakukan atau ditinggalkan jika maju beberapa meter dari titik pengambilan sampel terdapat runtuh, maka dari itu jika pada titik ini akan kembali dilakukan kegiatan penambangan maka diperlukan penyanggaan.

Pada kegiatan penelitian daerah tambang rakyat di Kutawaringin Kab. Bandung, hanya dilakukan pada tiga lokasi *tunnel* dengan dilakukan pengambilan sampel pada empat titik dari tiga *tunnel*. Dari empat jenis sampel tersebut didapat karakteristik vein bijih emas dan energi giling pada setiap jenis sampel. Namun data yang diperoleh hanya sebatas pada empat titik pengambilan sampel. Oleh karena itu perlu dilakukannya kajian geoteknik yang mendalam dengan melakukan pengeboran geoteknik pada banyak titik, sehingga dapat mengetahui kondisi batuan samping dan tidak terpaku pada vein emas, yang nantinya dapat digunakan didapat faktor keamanan dari kegiatan tambang yang dilakukan dan membantu untuk menentukan penggunaan penyanggaan pada setiap *tunnel*.