

PEDOMAN TEKNIS METODA PREPARASI DAN ANALISIS MINERAL BUTIR

*Oleh :
Tim Penyusun*

I. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Dalam eksplorasi suatu endapan mineral diperlukan adanya beberapa tahapan kegiatan, mulai survey tinjau sampai eksplorasi rinci. Masing-masing tahapan meliputi pengamatan geologi dan pengambilan contoh yang bertujuan untuk menentukan daerah terdapatnya konsentrasi suatu endapan mineral. Salah satu metode eksplorasi yang umum dilakukan adalah pencontohan geokimia dan pencontohan mineral butir. Contoh mineral butir dapat diambil dari sedimen sungai aktif, singkapan dan hasil pemboran (*cuttings*, inti bor, pemboran aluvial) yang berupa butiran mineral.

Pengenalan jenis mineral dapat dilakukan dengan berbagai cara berdasarkan sifat fisik, diantaranya sifat optik, fluoresen, dan sifat kemagnetan. Dari pengamatan secara mikroskopis akan diketahui jenis mineral, ukuran butir, bentuk butir dan kelimpahannya. Hasil analisis ini selanjutnya digunakan untuk memprediksi sumber mineral (geneses dan tempat) dan menentukan kegiatan tindak lanjut dalam eksplorasi. Selain itu, di dalam suatu kegiatan eksplorasi endapan aluvial, preparasi dan analisis diperlukan sebagai data pendukung dalam penghitungan sumber daya dan cadangan serta kualitas bahan galian dalam rangka pengembangan selanjutnya.

Selama ini, acuan yang digunakan dalam preparasi dan analisis mineral butir berasal dari berbagai sumber seperti literatur, pelatihan, dan pengalaman yang belum dibakukan. Untuk memperoleh kemudahan dan kesamaan pemahaman dalam melakukan preparasi dan analisis mineral butir, perlu dibuat suatu pedoman yang bersifat teknis sebagai acuan dalam melakukan preparasi dan analisis mineral butir.

1.2 Maksud dan Tujuan

Pedoman teknis ini dimaksudkan untuk menetapkan metode yang baku dan sistematis dalam melakukan preparasi contoh dan prosedur analisis mineral butir bagi personil laboratorium.

Tujuannya adalah untuk mewujudkan suatu pedoman yang bersifat teknis dan berfungsi sebagai acuan dalam penanganan contoh mineral butir mulai dari administrasi, preparasi, sampai dengan pelaporan hasil analisis.

1.3 Ruang Lingkup

Pedoman teknis ini mencakup:

1. Administrasi contoh.
2. Metode preparasi mineral butir.
3. Metode analisis mikroskopis mineral butir.
4. Format pelaporan.

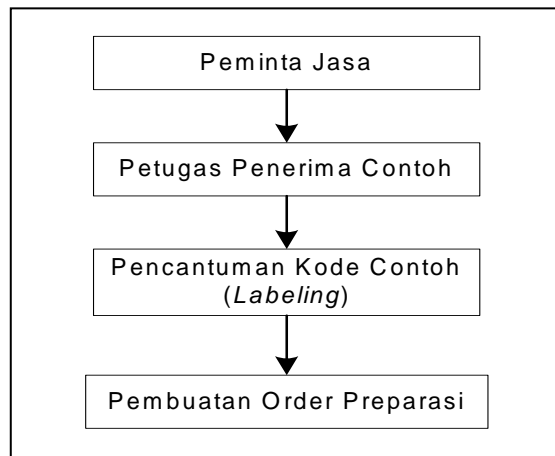
1.4 Istilah dan Definisi

- a. **Preparasi** adalah rangkaian kegiatan mempersiapkan contoh sesuai dengan jumlah dan ukuran yang dikehendaki untuk dianalisis.
- b. **Mineral** adalah zat padat berupa unsur maupun senyawa anorganik yang memiliki komposisi kimia dan struktur kristal tertentu.
- c. **Heavy mineral** adalah mineral pembentuk batuan yang memiliki berat jenis lebih besar dari 2.85. Contohnya magnetit, ilmenit, zirkon, rutil, kyanit, garnet, tourmalin, sfen, apatit, dan biotit.
- d. **Light mineral** adalah mineral pembentuk batuan yang memiliki berat jenis kurang dari 2.85. Contohnya kuarsa, felspar, kalsit, dolomit, muskovit, dan feldspatoid.
- e. **Deskripsi megaskopis** adalah proses pengidentifikasian contoh secara langsung tanpa menggunakan alat bantu.
- f. **Deskripsi mikroskopis** adalah proses pengidentifikasian contoh dengan menggunakan alat bantu pembesar berupa mikroskop.
- g. **Konsentrat dulang** adalah fraksi bernilai/berharga berupa bijih (mineral berat) yang tertinggal pada alat dulang dalam suatu proses pendulangan.

- h. *Cone quartering* adalah proses pembagian contoh yang dianggap homogenitasnya sama menjadi empat bagian yang sama banyak dan contoh yang diambil adalah dua bagian yang saling berhadapan.

2. Administrasi Contoh

Administrasi contoh merupakan penanganan awal sebelum dilakukan preparasi. Pada tahap ini dilakukan pencantuman kode contoh (*labeling*) yang selanjutnya pembuatan order preparasi oleh petugas penerima contoh. Hal ini penting dilakukan untuk mempermudah penelusuran, apabila terjadi kesalahan hasil analisis. Tahapan administrasi contoh dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini:



Gambar 1. Diagram alir administrasi contoh

3. Preparasi Mineral Butir

Preparasi merupakan suatu rangkaian kegiatan dalam mempersiapkan contoh untuk dianalisis, yang metodenya disesuaikan dengan keadaan contoh dan kepentingan.

Berdasarkan keadaan contohnya, terdapat 2 jenis preparasi:

- Contoh ruah (*bulk samples*)
Preparasinya meliputi pengeringan, penimbangan (pengukuran volume), pencucian, pendulangan, pengeringan, pengayakan, pemagnetan, dan penimbangan masing-masing fraksi.
- Konsentrat dulang
Prinsip preparasinya adalah pemisahan mineral berdasarkan sifat kemagnetan (*magnetic separation*).

3.1 Preparasi Contoh Ruah (*Bulk Samples*)

3.1.1. Bahan, Peralatan dan Fungsi

Bahan dan peralatan dalam preparasi contoh ruah (*bulk samples*) adalah:

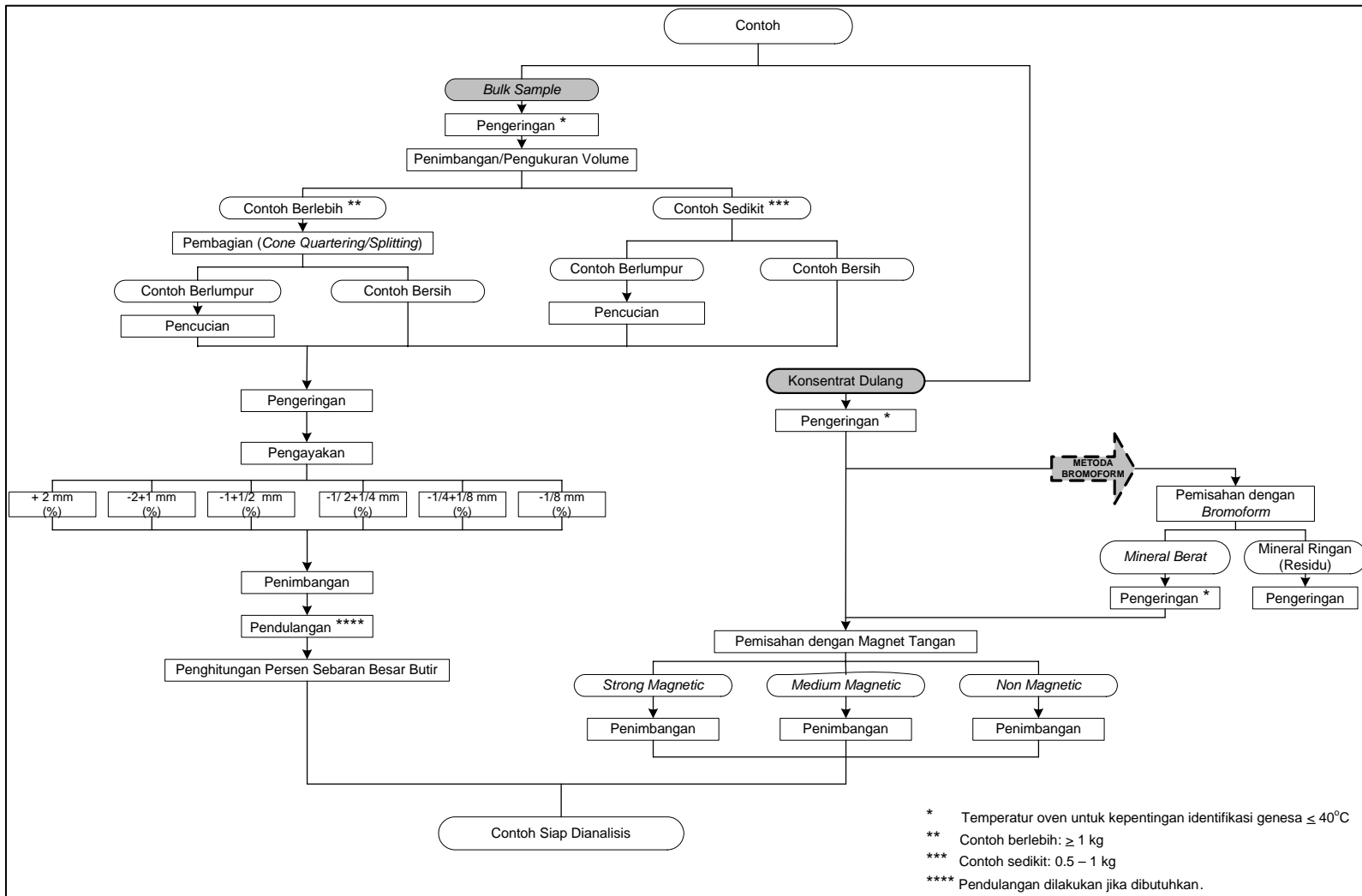
1. Oven, dalam tahapan pengeringan contoh biasanya digunakan oven bertemperatur di bawah 100°C.
2. Alat penumbuk, terdiri dari lumpang dan mortar yang terbuat dari keramik.
3. Timbangan (alat ukur volume), terdiri dari timbangan analitik dengan tingkat ketelitian sampai dengan 1 mg. Sedangkan alat ukur volume yang digunakan diantaranya adalah gelas ukur, ember, dll.
4. *Splitter*, digunakan untuk membagi contoh berupa butiran yang homogen menjadi dua bagian yang sama banyak. (Les Mineraux En Grains; A. Parfenoff, C. Ponerol, J. Tourenq)
5. Bak air, berfungsi untuk mempermudah pekerjaan dan mendapatkan konsentrat dulang yang baik.
6. Dulang, biasanya terbuat dari kayu dengan diameter ± 50 cm.
7. Ayakan, terdiri dari lima ukuran ayakan standar yang sudah diakui (ASTM), yaitu ukuran 10 mesh, 18 mesh, 35 mesh, 72 mesh, dan 150 mesh.
8. Kompresor, digunakan untuk membersihkan ayakan.

9. Magnet tangan, terdiri dari magnet berkekuatan 400 gauss dan 1000 gauss.
10. Kuas, digunakan untuk membersihkan ayakan dari butiran mineral yang menempel.
11. Kantong plastik, digunakan untuk menyimpan contoh hasil preparasi, terdiri dari plastik berukuran 40 x 20 cm, 15 x 10 cm, dan 10 x 5 cm.

3.1.2 Prosedur Preparasi

Sebelum dilakukan pengamatan dengan mikroskop, secara umum preparasi untuk contoh ruah (*bulk samples*) adalah sebagai berikut:

1. Pengeringan
Contoh yang diterima dalam keadaan basah dikeringkan terlebih dahulu di udara terbuka atau dalam oven dengan temperatur di bawah 100°C.
2. Penumbukan
Penumbukan hanya dilakukan terhadap contoh berupa sedimen dan batuan padat untuk mendapatkan butiran mineral dan fragmen batuan yang halus, tanpa merusak bentuk aslinya.
3. Penimbangan
Contoh yang sudah kering ditimbang dan dicatat dalam formulir analisis.
4. Pembagian
Pembagian contoh (*cone quartering/splitting*) dilakukan apabila berat contoh yang diterima melebihi kebutuhan (≥ 1000 gram).
5. Pencucian
Contoh dicuci untuk menghilangkan fraksi lempung.
6. Pengeringan
Contoh yang berupa konsentrat maupun sisa dulang dikeringkan dalam oven bertemperatur di bawah 100°C.
7. Pengayakan
Pengayakan dilakukan untuk mendapatkan mineral berdasarkan perbedaan ukuran besar butirnya. Sehingga diperoleh 6 fraksi butiran berukuran lebih besar dari 2 mm, 1 mm, 1/2 mm, 1/4 mm, 1/8 mm, dan lebih kecil dari 1/8 mm.
8. Pemisahan dengan magnet tangan
Pemisahan dengan magnet tangan dilakukan terhadap konsentrat hasil dulang. Bertujuan untuk memisahkan mineral berdasarkan sifat magnetnya, sehingga diperoleh fraksi *strong magnetic*, *medium magnetic* dan *non-magnetic* (sisa magnet).
9. Penimbangan
Masing-masing fraksi ditimbang dan dicatat dalam formulir data analisis.
10. Pendulangan
Pendulangan dilakukan apabila ada permintaan untuk mengidentifikasi mineral berat yang terdapat pada fraksi tertentu.
11. Penghitungan komposisi fraksi
Setiap fraksi dihitung persentasenya terhadap berat contoh asal.



Gambar 2. Diagram proses preparasi mineral butir

3.2 Preparasi Contoh Konsentrat Dulang

3.2.1 Bahan, Peralatan dan Fungsi

Bahan dan peralatan yang digunakan dalam preparasi contoh berupa konsentrat dulang adalah:

1. Oven, tahap pengeringan contoh digunakan oven dengan temperatur $\leq 40^{\circ}\text{C}$.
2. Magnet tangan, terdiri dari magnet berkekuatan 400 gauss dan 1000 gauss. (Les Mineraux En Grains; A. Parfenoff, C. Ponerol, J. Tourenq)
3. Timbangan, berupa timbangan analitik dengan tingkat ketelitian sampai 1 mg.
4. Kuas, digunakan untuk melepaskan butiran mineral dari magnet dan membersihkan cawan contoh.
5. Kantong plastik, digunakan untuk menyimpan contoh hasil preparasi, terdiri dari plastik berukuran 40 x 20 cm, 15 x 10 cm, dan 10 x 5 cm.

3.2.2 Prosedur Preparasi

Prosedur preparasi contoh konsentrat dulang adalah sebagai berikut:

1. Pengeringan
Contoh yang diterima dalam keadaan basah dikeringkan terlebih dahulu di udara terbuka atau dalam oven dengan temperatur di bawah 40°C . Sedangkan contoh yang kering dapat langsung ditimbang.
2. Pemisahan dengan bromoform
Untuk contoh konsentrat dulang yang masih banyak mengandung mineral ringan, dilakukan pemisahan mineral dengan menggunakan bromoform.
3. Penimbangan
Contoh yang sudah kering ditimbang dan dicatat dalam formulir analisis.
4. Pemisahan dengan magnet tangan
Pemisahan dengan magnet tangan dilakukan terhadap konsentrat hasil dulang. Bertujuan untuk memisahkan mineral berdasarkan sifat magnetnya, sehingga diperoleh fraksi *strong magnetic*, *medium magnetic* dan *non-magnetic* (sisa magnet). Untuk penentuan derajat kemagnetan cukup dilakukan pemisahan *strong magnetic* (mineral magnetit) dari contoh.
5. Penimbangan
Penimbangan dilakukan terhadap setiap fraksi hasil pemisahan magnet tangan dan dicatat dalam formulir data analisis.

3.3 Pemisahan dengan Bromoform

3.3.1 Bahan, Peralatan dan Fungsi

Bahan dan alat yang digunakan dalam pemisahan dengan bromoform (Les Mineraux En Grains; A. Parfenoff, C. Ponerol, J. Tourenq) adalah:

1. Bromoform, cairan dengan berat jenis 2.89 yang berfungsi sebagai media pemisah mineral berat dengan mineral ringan.
2. Etanol, berfungsi membersihkan mineral ringan yang menempel pada corong.
3. Aquades, digunakan untuk membersihkan peralatan.
4. Kertas saring, berfungsi menampung mineral berat dan mineral ringan hasil pemisahan dengan cairan media.
5. Botol semprot, digunakan untuk membersihkan peralatan ketika dilakukan preparasi.
6. Corong gelas, berfungsi untuk menampung bromoform dan contoh ketika memisahkan mineral berat dengan mineral ringan.
7. Gelas ukur, berfungsi sebagai penampung bromoform, etanol, dan aquades.
8. Rak bersusun, digunakan untuk menyimpan corong gelas.
9. Selang plastik, berfungsi sebagai media pemasangan penjepit.
10. Penjepit, berfungsi sebagai pengatur dalam pemisahan mineral berat dengan mineral ringan serta menahan cairan bromoform sampai terjadi pemisahan fraksi.
11. Lemari asam, berfungsi sebagai media pengaman ketika dilakukan preparasi.
12. Masker, sebagai pelindung untuk menghindari terjadinya penghisapan uap bromoform.
13. Sarung tangan, terbuat dari bahan karet yang berfungsi sebagai pelindung tangan dari kontak langsung dengan bromoform.
14. Kacamata pelindung, berfungsi sebagai pelindung mata dari uap bromoform.
15. Jas laboratorium.

3.3.2 Prosedur Preparasi

Preparasi dengan menggunakan bromoform semuanya dilakukan dengan menggunakan lemari asam berdesain khusus, yaitu dengan menempatkan blower di bagian bawah, untuk menyedot gas berat dari bromoform. Bromoform merupakan cairan yang mudah menguap, bersifat gas berat dan beracun.

Prosedur preparasinya adalah sebagai berikut:

1. Tempatkan corong pertama pada rak bagian atas dan corong kedua tepat di bawah corong pertama pada rak bagian bawah.
2. Selang yang sudah dilengkapi penjepit terkunci dipasang pada corong pertama.
3. Pasang kertas saring pada corong kedua.
4. Letakkan gelas ukur di bawah corong kedua.
5. Masukkan bromoform secukupnya ke dalam corong pertama.
6. Tuangkan contoh ke dalam corong pertama.
7. Tunggu reaksi pemisahan fraksi sampai seluruh mineral berat mengendap dan mineral ringan mengapung.
8. Buka penjepit secara hati-hati sehingga mineral ringan tidak terbawa turun. Ketika mineral berat semua sudah tertampung pada kertas saring yang sudah terpasang di corong kedua, penjepit dikunci kembali.
9. Lakukan pengeringan terhadap contoh mineral berat yang tertampung dalam kertas saring dalam oven bertemperatur 40°C atau dijemur.
10. Lakukan penimbangan terhadap contoh mineral berat yang sudah kering.
11. Pasang kertas saring baru pada corong kedua.
12. Buka penjepit sehingga cairan dan mineral ringan yang tersisa pada corong pertama turun dan tertampung pada kertas saring, sedangkan bromoform tertampung pada gelas ukur. Bromoform tersebut bisa dipergunakan kembali.
13. Ganti gelas ukur berisi bromoform dengan gelas ukur yang baru.
14. Lakukan pencucian corong pertama dengan etanol yang sudah dipersiapkan dalam botol semprot. Etanol yang tertampung pada gelas ukur bisa dipergunakan kembali.
15. Lakukan pengeringan terhadap contoh mineral ringan yang tertampung pada kertas saring dalam oven atau dijemur.
16. Lakukan penimbangan terhadap contoh mineral ringan yang sudah kering.
17. Lakukan pencucian terhadap semua peralatan dengan cairan aquades.

4. Analisis Mineral Butir

Analisis mineral butir, baik contoh ruah (*bulk samples*) maupun konsentrat pada dasarnya dilakukan dengan menggunakan metode yang sama, mulai dari prosedur analisis sampai dengan identifikasi mineral berdasarkan sifat fisiknya. Sifat fisik tersebut meliputi warna, kilap, bentuk butir, bentuk kristal, belahan, kekerasan, kelenturan (*plasticity*), pleokroisme, transparansi, translusen, dan sifat magnet.

Prosedur analisis mineral butir meliputi beberapa tahapan mulai dari persiapan analisis, pemeriksaan contoh, pemotretan, sampai dengan pengolahan data.

4.1 Persiapan Analisis

- Mikroskop, lampu, petridis, kuas, pinset tembaga, kaca arloji, plat seng, kamera, dan kertas berskala (*backing grid*) dalam kondisi siap pakai.
- Contoh dikelompokkan berdasarkan surat permintaan analisis, nomor urut, dan lokasi contoh.
- Formulir lembar kerja disesuaikan dengan peruntukannya (lihat lampiran).
- Memilih dan menentukan buku acuan yang baku.

4.2 Pemeriksaan Contoh

- Contoh masing-masing fraksi yang sudah dipersiapkan dituangkan ke dalam petridis dan diletakkan di bawah lensa objektif.
- Contoh diberi sinar lampu sesuai kebutuhan.
- Pengaturan perbesaran disesuaikan dengan besar butir, kemudian difokuskan.
- Identifikasi mineral berdasarkan sifat-sifat fisiknya.

- Mengestimasi proporsi kandungan mineral pada masing-masing fraksi dengan menggunakan standar yang ada (lampiran 4).
- Merekam hasil identifikasi ke dalam formulir lembar kerja.

4.3 Pemotretan

- Memilih dan menentukan mineral yang mewakili.
- Meletakkan mineral terpilih pada kertas berskala (*backing grid*).
- Mengatur dan menyesuaikan diafragma, cahaya, dan waktu.
- Mencatat data contoh dan data pemotretan pada formulir pemotretan.
- Melakukan pemotretan.

4.4 Pengolahan Data Hasil Preparasi dan Analisis

4.4.1 Pengolahan Data Analisis Mineral Butir Secara Umum

Formula yang digunakan dalam melakukan perhitungan hasil preparasi dan analisis mineral butir:

$$P_n = \frac{M_n}{M} \times 100\%$$

$$K_m = \frac{M_m}{100} \times P_n$$

$$T = \text{Jumlah persentase mineral m terhadap persentase berat fraksi n} \\ = K_{m1} + K_{m2} \dots + K_{mn}$$

Dimana:

- M = Berat asal (gram)
- M_n = Berat fraksi n (gram)
- P_n = Persentase volume n (%)
- M_m = Persentase volume mineral m (gram)
- K_m = Persentase berat m terhadap persentase berat fraksi n (%)
- T = Persentase total (%)

4.4.2 Penentuan Derajat Kemagnetan (*Magnetic Degree*)

Formula yang digunakan dalam penghitungan derajat kemagnetan:

$$M_D = \frac{M_2}{M_1} \times 100 \%$$

Dimana:

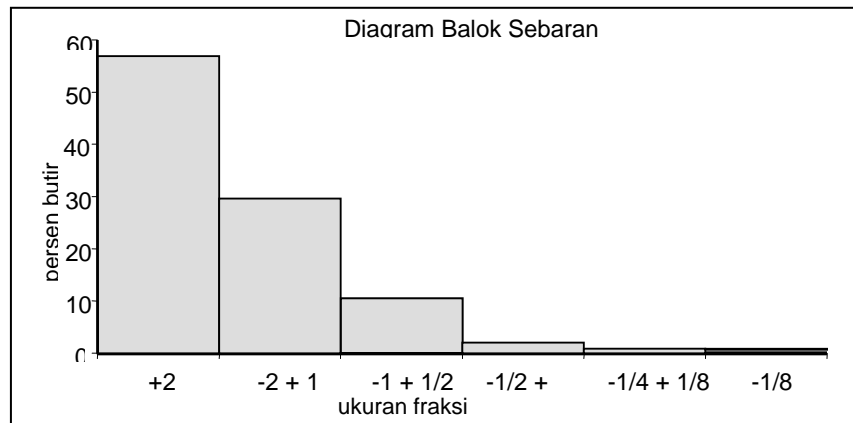
- M_1 = Berat total (gram)
- M_2 = Berat fraksi tertarik magnet (gram)
- M_D = Derajat kemagnetan (%)

4.4.3 Formulir Rekapitulasi Data Hasil Analisis Ayak

Cara yang paling umum untuk menggambarkan hasil preparasi metode ayak adalah dengan menampilkannya dalam tabel berikut:

mm FRAKSI mesh	+ 2	- 2 + 1	- 1 + 1/2	- 1/2 + 1/4	- 1/4 + 1/8	- 1/8
Berat Fraksi (gr)	+10	-10 + 18	-18 + 35	-35 + 72	-72 + 150	-150
% FRAKSI						

Supaya pembacaan hasil preparasi ini lebih mudah, maka dibuat diagram balok yang menggambarkan besar butir dan penyebarannya, seperti di bawah ini:



4.4.4 Formulir Rekapitulasi Data Hasil Analisis Mineral Logam

Untuk menggambarkan hasil analisis, rekapitulasi datanya ditampilkan dalam tabel seperti di bawah ini:

No.	Nama Mineral	Komposisi (%)	Keterangan

5. Format Pelaporan

Pelaporan dibuat sebagai wujud dari penyajian data hasil analisis. Format pelaporan disesuaikan dengan tujuan analisis, yang meliputi:

1. Analisis ayak.
2. Analisis ayak dan mineral butir.
3. Analisis konsentrat dulang.

Format pelaporan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Pendahuluan
 - Latar belakang
Berisi informasi tentang jumlah contoh, jenis contoh, lokasi, pemilik, dan jenis analisis.
 - Metode analisis.
Metode analisis yang digunakan misalnya metode ayak, pendulangan, dan pemisahan dengan bromoform.
2. Penyajian hasil analisis
Penyajian hasil analisis dalam bentuk sertifikat analisis yang dibagi dalam tiga jenis sesuai dengan permintaan, yaitu:
 - Analisis ayak.
 - Analisis ayak dan mineral butir.
 - Analisis konsentrat dulang.
3. Evaluasi

DAFTAR PUSTAKA

A. Parfenoff, C. Ponerol, J. Tourenq; *Les Mineraux En Grains*.
Hutchison; *Laboratory Handbook of Petrographic Techniques*.
Salisbury Dana. 1949; *Minerals*
Simon, Schuster's; *Rock and Minerals*