



JABATAN MINERAL DAN GEOSAINS MALAYSIA
MINERALS AND GEOSCIENCE DEPARTMENT MALAYSIA

GARIS PANDUAN

EKSPLORASI MINERAL ANDALUSIT

JMG.GP.17



KEMENTERIAN SUMBER ASLI DAN ALAM SEKITAR
MINISTRY OF NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT

ISBN 978-967-0159-21-8

Garis panduan ini boleh diperoleh daripada:

JABATAN MINERAL DAN GEOSAINS MALAYSIA

Lantai 20, Bangunan Tabung Haji
Jalan Tun Razak
50658 Kuala Lumpur
Malaysia

Telefon: 03-21611033

Faks: 03-21611036

<http://www.jmg.gov.my>

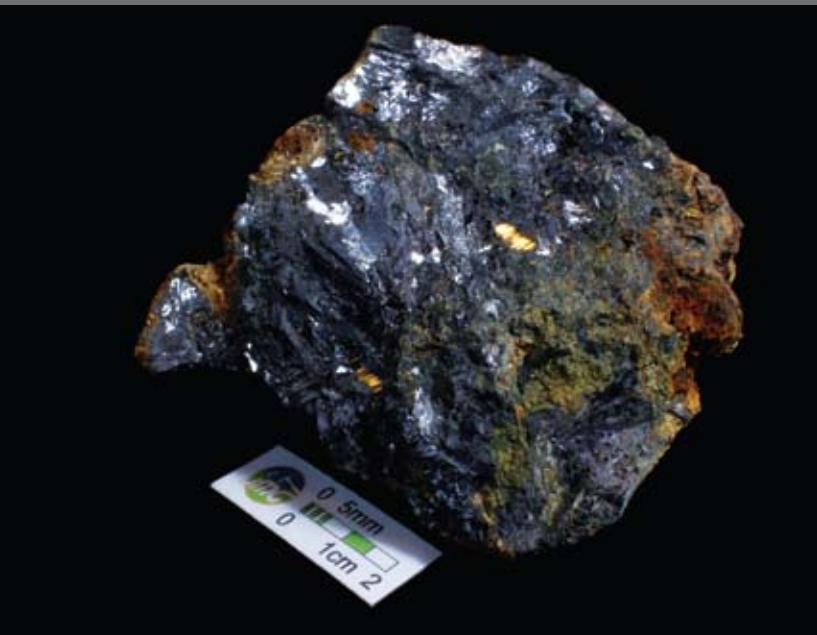
Harga: RM50.00



JABATAN MINERAL DAN GEOSAINS MALAYSIA
Minerals and Geoscience Department Malaysia

**GARIS PANDUAN
EKSPLORASI MINERAL ANDALUSIT**

JMG.GP.17



PRAKATA

Andalusit merupakan antara mineral yang didapati di negara ini dan penting sebagai sumber asas alumina untuk industri refraktori termaju terutamanya dalam pembuatan bata refraktori. Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia (JMG) telah memulakan aktiviti eksplorasi sumber mineral ini dan akan diteruskan di kawasan lain yang berpotensi. Kaedah eksplorasi andalusit secara bersistem yang telah diamalkan oleh JMG kini didokumenkan sebagai garis panduan.

Garis Panduan Eksplorasi Andalusit merupakan satu dokumen komprehensif bagi kegunaan dan rujukan pegawai jabatan yang melaksanakan eksplorasi andalusit agar dapat diseragamkan dan dilakukan dengan berkesan serta bersistematik. Kaedah eksplorasi yang terkandung dalam garis panduan ini meliputi huraian kaedah-kaedah yang dilakukan di lapangan dan makmal.

Penyediaan garis panduan ini telah diusahakan oleh pegawai jabatan yang berpengalaman dalam bidang masing-masing. Daya usaha kumpulan kerja dalam menyediakan garis panduan ini amat disanjung tinggi. Ini adalah sumbangan yang berharga dan amat bermakna kepada JMG, khususnya dalam melaksanakan tugas teras eksplorasi sumber mineral.

Dato' Yunus bin Abdul Razak

Ketua Pengarah

Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia

Oktober 2014

K A N D U N G A N

Muka Surat

PRAKATA	iii
SENARAI LAMPIRAN	v
SENARAI RAJAH	vi
SENARAI JADUAL	vi
SENARAI FOTO	vi
1.0 PENDAHULUAN	1
2.0 OBJEKTIF	1
3.0 SKOP GARIS PANDUAN	1
4.0 PEMBENTUKAN MINERAL ANDALUSIT	2
5.0 SIFAT KIMIA DAN FIZIKAL	4
6.0 KEGUNAAN ANDALUSIT DALAM INDUSTRI	6
7.0 EKPLORASI ANDALUSIT	7
7.1 Persiapan Awal	7
7.1.1 Rujukan Perpustakaan / Arkib	7
7.1.2 Kajian Peta Topografi dan Foto Udara / Imej Satelit	7
7.1.3 Penyediaan peta-peta	8
7.1.4 Persiapan Kerja Lapangan	8
7.2 Kaedah Kajian	9
7.2.1 Kajian Tinjauan	9
7.2.2 Kajian Susulan	10
7.2.3 Kajian Sokongan	14
7.2.4 Penyediaan Sampel	15
7.2.5 Ujian Makmal	16

Muka Surat

8.0	PENGREDAN / SPESIFIKASI ANDALUSIT	16
9.0	PENGIRAAN ANGGARAN SUMBER ANDALUSIT	16
10.0	KAEDAH PENYEDIAAN LAPORAN	17
	BIBLIOGRAFI	21
	PENGHARGAAN	35
SENARAI LAMPIRAN		
Lampiran 1	: Contoh Pemetaan Lapangan Andalusit	22
Lampiran 2	: Contoh Borang Cerapan Lapangan Kajian Andalusit	23
Lampiran 3	: Pengiraan Anggaran Peratusan Mineral Dalam Batuan	24
Lampiran 4	: Contoh Difaktogram XRD Sampel Andalusit dan Perubahan Mineralogi Semasa Pengkalsinan	25
Lampiran 5	: Carta aliran penyediaan sampel dan kaedah pensampelan untuk ujian kimia dan fizikal	26
Lampiran 6	: Carta Aliran Analisis LOI Dalam Sampel Andalusit (In-House Method, Base on ASTM C 25-06)	27
Lampiran 7	: Carta Aliran Analisis Graviti Tentu Andalusit (In-House Method, Base on BS1377:1975 Test 6(B) Density Botle Method)	28
Lampiran 8	: Carta Aliran Analisis Pembelauan Sinar X (XRD)	29
Lampiran 9	: Contoh Format Senarai Kandungan Laporan Kajian Andalusit	30
Lampiran 10	: Format Kulit Laporan	32
Lampiran 11	: Format Belakang Kulit Laporan	33
Lampiran 12	: Format Muka Dalam / Muka Surat Tajuk	34

SENARAI RAJAH

Rajah 1 : Siri unjuran AFM (Thompson, 1957)	3
Rajah 2 : Contoh pemetaan zon batuan metamorf di sekitar bandar Altai, Xinjiang, China (Zhuang, 1994).	11

SENARAI JADUAL

Jadual 1 : Sifat kimia dan fizikal andalusit, kianit dan silimanit	5
Jadual 2 : Penyediaan sampel dan jenis ujian	15

SENARAI FOTO

Foto 1 : Batuan syis yang mengandungi hablur andalusit yang diperolehi dari Pantai Kemasik, Terengganu	4
Foto 2 : Persampelan konsentrat mineral andalusit	12
Foto 3 : Sampel hablur andalusit untuk kajian makmal	12
Foto 4 : Sampel batuan metapelit di Hulu Cherul, Kemaman yang mengandungi mineral andalusit	13
Foto 5 : Contoh hablur andalusit dalam batuan syal	13
Foto 6 : Pengiraan peratusan andalusit dalam batuan	14

1.0 PENDAHULUAN

Andalusit, silimanit dan kianit merupakan mineral-mineral dalam kumpulan silimanit yang membentuk trimorphous (Al_2SiO_5). Mineral-mineral ini adalah penting sebagai bahan mentah untuk pengeluaran refraktori alumina bergred tinggi bagi kegunaan industri ferus dan bukan ferus. Walau bagaimanapun andalusit menjadi keutamaan berbanding silimanit dan kianit sebagai bahan asas penebat haba berdasarkan kepada sifat dan cirinya yang lebih sesuai seperti pengembangan isipadu yang rendah pada suhu tinggi serta mudah dilombong.

Andalusit adalah nama yang diberi kepada mineral aluminium silikat semula jadi yang pertama kali dijumpai di Andalusia, Sepanyol yang terbentuk daripada unsur aluminium, silikon dan oksigen. Kebiasannya ia terbentuk secara semula jadi dalam batuan metamorf bergred rendah pada zon-zon tertentu kawasan aureol metamorfisma sentuh (Likhanov et al., 2001).

Sehingga kini tiada pengeluaran mineral andalusit di Malaysia. Walau bagaimanapun kajian awal menunjukkan terdapat sumber mineral andalusit di kawasan Ulu Cherul, Kemaman, Terengganu.

2.0 OBJEKTIF

Garis panduan ini disediakan sebagai rujukan kepada pegawai-pegawai di Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia, (JMG) untuk melaksanakan kerja-kerja eksplorasi dan menilai sumber mineral andalusit.

3.0 SKOP GARIS PANDUAN

Skop garis panduan ini ditumpukan kepada penerangan mengenai eksplorasi mineral andalusit. Ia meliputi secara menyeluruh kajian lapangan, ujian makmal, analisis data dan penyediaan laporan. Walau bagaimanapun, garis panduan ini bukanlah suatu yang muktamad. Ia masih boleh diubah suai mengikut keperluan dan perkembangan teknologi semasa.

4.0 PEMBENTUKAN MINERAL ANDALUSIT

Andalusit terbentuk di dalam batuan metamorf bergred rendah yang batuan asalnya merupakan batuan sedimen yang tinggi alumina seperti batuan berargilit. Ianya terhasil di dalam aureol berdekatan rejahan igneus. Andalusit adalah antara mineral petunjuk suhu-tekanan dalam batuan metamorf kerana ia terbentuk pada keadaan suhu tinggi dan tekanan rendah. Kewujudan mineral andalusit kebanyakannya terdapat di kawasan jalur orogenik dan juga boleh berlaku di persekitaran *platformal*.

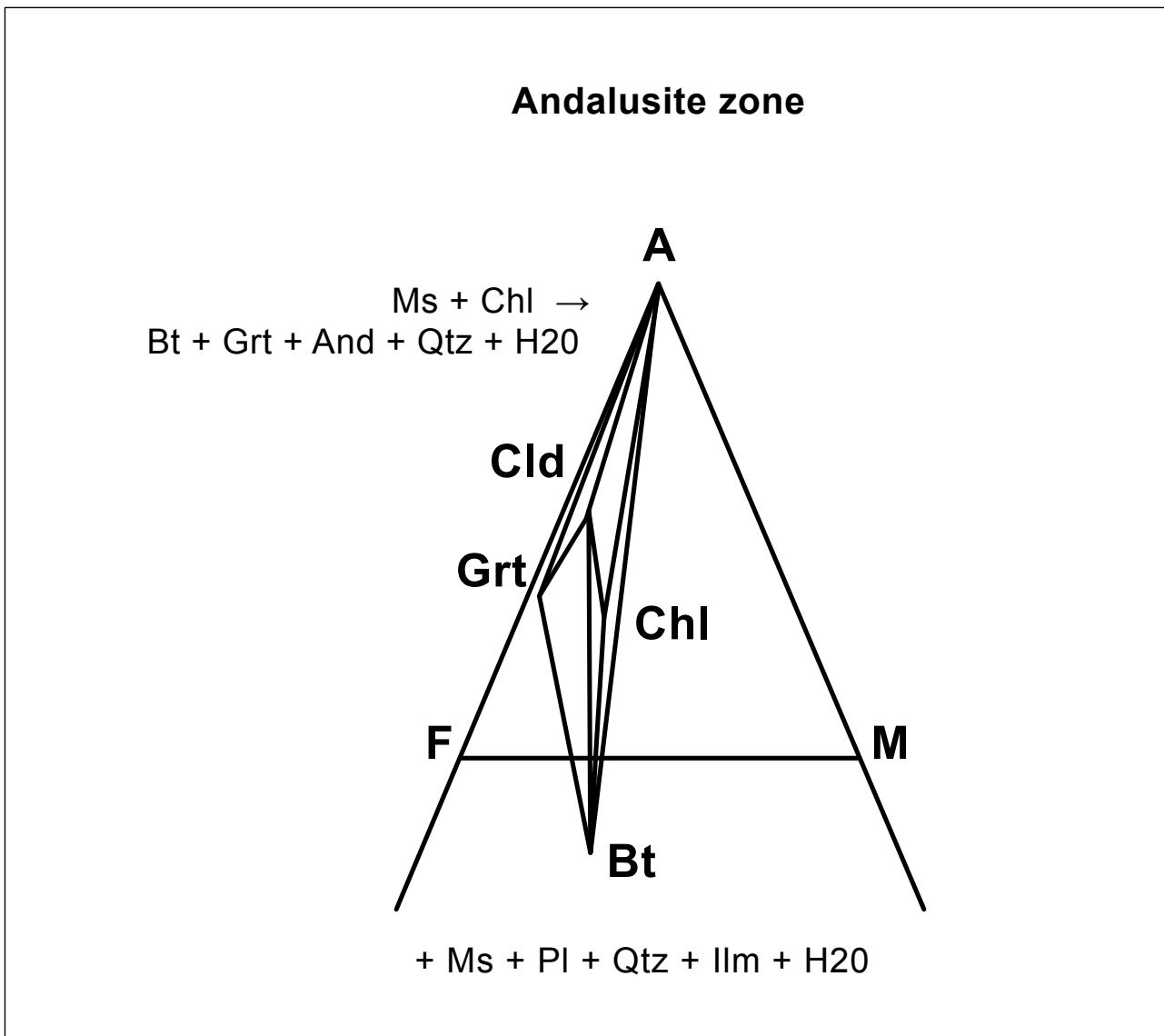
Andalusit terbentuk dalam batuan perumah seperti *metapelite* kiastolit, sabak, honfels andalusit-kordierit, honfels staurolit, honfels spinel-korundum, honfels silimanit, skarn dan pelbagai batuan berkaitan penerobosan igneus. Penerobosan igneus pada skala yang besar ke dalam unit sedimen berargilit boleh menghasilkan deposit tabular 20 hingga 60 meter lebar. Pembentukannya adalah dalam kadar yang kecil dengan bentuk yang pelbagai. Andalusit kurang terdedah kepada luluhawa kimia dan boleh berkumpul di dalam sedimen aluvium atau ditemui sebagai deposit sisa.

Andalusit membentuk hablur euhedral sebagai porfiroblas dalam matrik berbutir halus yang boleh mencapai saiz sehingga 60 mm panjang. Lazimnya, mineral andalusit adalah bertekstur *decussate* dimana paksi hablur terletak pada pelbagai arah yang berselang-seli (Harker, 1939).

Longgokan andalusit terbentuk dalam batuan metasedimen berargilit yang kaya alumina pada suhu 550°C hingga 600°C dan tekanan yang rendah kira-kira dua kilobar. Kebiasaannya andalusit terbentuk dalam lingkungan 700 meter daripada sentuhan jasad igneus. Pada suhu yang lebih tinggi, andalusit mengalami perubahan menjadi silimanit atau korundum dan spinel (Pattison, 1992).

Mineral bersekutu andalusit dalam zon metamorf adalah biotit, garnet, kordierit, muskovit, klorit, kloritoid, plagioklas, ilmenit dan kuarza. Hubungan keseimbangan cerapan bagi himpunan mineral metamorf sentuh dalam zon pembentukan andalusit diwakili secara grafik pada siri unjuran AFM ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{-FeO-MgO}$) (Thompson, 1957) seperti Rajah 1. Mineral sampingan yang terbentuk adalah grafit, turmalin, zirkon dan apatit.

Andalusit mudah dikenal pasti di lapangan, ianya berwarna gelap, berbutir kasar, berbintik atau berbentuk gumpalan (knot) di dalam syis (Foto 1). Walau bagaimanapun andalusit lebih sukar dikenal pasti jika peratusan kepadatan hablur andalusit yang rendah, berbutir halus atau membentuk saling-tumbuh di dalam matriks batuan.



Rajah 1 : Siri unjuran AFM (Thompson, 1957)



Foto 1 : Batuan syis yang mengandungi hablur andalusit yang diperoleh dari Pantai Kemasik, Terengganu

5.0 SIFAT KIMIA DAN FIZIKAL

Andalusit mempunyai sistem hablur ortorombik dengan kekerasan sekitar 7.5 dan graviti tentu berjulat antara 3.16 - 3.20. Ianya mempunyai pelbagai warna kelabu cerah, kelabu atau merah jambu dalam sampel tangan dan warnanya menjadi gelap dengan peningkatan kandungan ion Mn^{3+} dan Fe^{3+} . Hasil goresan andalusit pada kepingan porselin berwarna putih dan keratan gilap jika dilihat di bawah mikroskop, mineral andalusit mempamerkan kilauan berkaca.

Andalusit yang mengandungi inklusi gelap membentuk silang di sepanjang pepenjur prisma dipanggil kiastolit (Bouchetou et al., 2005). Komposisi ideal andalusit mengandungi 62.9% Al_2O_3 dan 37.1% SiO_2 . Apabila terdapat kemasukan inklusi ke dalam struktur hablur ianya menyebabkan punca utama pencemaran dan nilai komposisinya akan berubah. Pencemaran tersebut adalah akibat kehadiran oksida besi, ilmenit dan karbon dalam kekisi hablur selain bahan bermika dan kuarza yang berkait rapat dengan andalusit dan ianya sukar untuk dipisahkan (Zhou et al., 2011). Oleh yang demikian aspek ketulenan andalusit mentah adalah diutamakan dalam kegunaan industri.

Perbandingan sifat kimia dan fizikal bagi andalusit, kianit dan silimanit secara umumnya adalah seperti di Jadual 1.

Jadual 1 : Sifat kimia dan fizikal andalusit, kianit dan silimanit

	Kianit	Andalusit	Silimanit
Formula kimia	Al_2SiO_5	Al_2SiO_5	Al_2SiO_5
Komposisi	Al_2O_3 63.2%	Al_2O_3 63.2%	Al_2O_3 63.2%
	SiO_2 36.8%	SiO_2 36.8%	SiO_2 36.8%
Jenis	Aluminium silikat	Aluminium silikat	Aluminium silikat
Sistem hablur	Triklinik	Ortorombik	Ortorombik
Ira	[100] sempurna	[100] baik	
	[010] baik	[010] buruk	[010] baik
Graviti tentu	3.56-3.66	3.16-3.20	3.23
Kekerasan	5 - 7	7.5	6 - 7
Suhu pembentukan mulit	1100°C-1480°C	1450°C-1500°C	1550°C-1650°C
Perubahan isipadu semasa proses pembakaran	Bertambah sedikit	Bertambah sangat sedikit	Bertambah sedikit
Ketumpatan selepas pembakaran pada suhu 1445°C	3.05	3.04	3.10

Sumber: Palmer C. S., 2006

6.0 KEGUNAAN ANDALUSIT DALAM INDUSTRI

Andalusit digunakan secara meluas di dalam industri penghasilan bahan refraktori yang mempunyai sifat mekanikal yang tinggi dan tahan kepada kejutan haba semasa peringkat pemanasan dan penyejukan. Bahan refraktori memainkan peranan yang penting di dalam aplikasi suhu yang meluas dan pelbagai serta digunakan di dalam industri strategik seperti pembuatan keluli, simen atau kaca (Liao et al., 2004). Andalusit mempunyai kadar pengembangan ultra-rendah menyebabkan ianya tidak retak serta mempunyai ketahanan kimia yang tinggi menyebabkan tiada tindak balas dengan bahan-bahan lain.

Andalusit bergred komersial umumnya mengandungi nilai minimum Al_2O_3 dan SiO_2 masing-masing sebanyak 54% dan 42%. Nilai maksimum bagi oksida lain ialah 1% bagi Fe_2O_3 , TiO_2 (2%), CaO (0.1%), dan MgO (0.1%) serta bebas daripada inklusi. Bahan andalusit menjadi pilihan pihak industri kerana penghasilan mulit (mullite) daripada andalusit boleh dihasilkan dengan kos yang lebih rendah. Mulit terbentuk melalui pembakaran andalusit pada suhu 1350°C - 1550°C . Dalam proses pemulitan, andalusit berubah menjadi mulit dan kaca tinggi silika dalam nisbah 3:2. Proses transformasi lengkap menghasilkan kira-kira 80% mulit dan 20% kaca (Bouchetou et al., 2005).

7.0 EKSPLORASI ANDALUSIT

7.1 Persiapan Awal

Tugas permulaan ini adalah bertujuan untuk mendapatkan gambaran awal bagi kawasan eksplorasi yang dipilih untuk perancangan kerjalapangan dan menentukan kaedah serta keperluan siasatan. Pegawai terlibat hendaklah merujuk dan meneliti maklumat yang sedia ada berkaitan kawasan bagi membantu membuat keputusan dan perancangan.

7.1.1 Rujukan Perpustakaan / Arkib

- i) Meneliti semua maklumat terdahulu yang telah diterbitkan dan tidak diterbitkan berkaitan kawasan kajian.
- ii) Meneliti dan memahami maklumat geologi sedia ada seperti formasi geologi dan unit litologi kawasan.
- iii) Membuat rujukan terhadap maklumat terdahulu berkaitan laporan kuari, jika ada.

7.1.2 Kajian Peta Topografi dan Foto Udara / Imej Satelit

- i) Untuk mendapat gambaran topografi dan geomorfologi kawasan di samping untuk mendapatkan maklumat jalan, penempatan, kawasan pembangunan dan lain-lain.
- ii) Foto udara dan imej satelit dikaji bagi mendapat gambaran secara menyeluruh dan membuat interpretasi awal terhadap kesan-kesan yang boleh membantu dalam pelaksanaan kajian di lapangan.

7.1.3 Penyediaan Peta-Peta

- i) Semua maklumat penting yang diperolehi perlu ditanda pada peta-peta kompilasi dengan skala yang sesuai bagi memudahkan rujukan sama ada di pejabat atau di lapangan.
- ii) Guna peta dasar berskala 1:50,000 dan tanda pada peta kawasan.
- iii) Plot perhubungan jalan-jalan yang ada ke kawasan berkenaan.

7.1.4 Persiapan Kerja Lapangan

- i. Peta topografi kawasan berskala 1:50,000.
- ii. Kompas dan alat *Geographic Positioning System* (GPS).
- iii. Tukul geologi, kanta tangan, pen dan buku nota.
- iv. Pita pengukur (50 m/100 m).
- v. Kayu pancang dan pita penanda.
- vi. Dulang dan penyodok.
- vii. Pen penanda dan plastik sampel.
- viii. Kenderaan pacuan empat roda.
- ix. Kumpulan kerja 1 Pegawai Geosains, 1 Pembantu Geosains dan 3-4 pekerja sambilan harian.

7.2 Kaedah Kajian

Kaedah kajian meliputi kajian tinjauan dan kajian susulan serta analisis makmal terhadap sampel batuan.

7.2.1 Kajian Tinjauan

Tinjauan di lapangan ialah peringkat mendapatkan maklumat lanjut berkaitan kawasan yang terpilih berdasarkan input-input sebelumnya. Tujuannya ialah bagi membuat pertimbangan kesesuaian dari segi lokasi, simpanan, kualiti dan permintaan semasa terhadap kawasan untuk kajian sumber andalusit.

Persampelan tinjauan lapangan adalah disarankan satu sampel pada jarak 0.5-1.0 km dan juga bergantung kepada kesesuaian keluasan kawasan kajian.

Media sampel terdiri daripada konsentrat sungai dan zon batuan luluhawa terurai (decomposed weathered rock) yang mengandungi hablur andalusit. Sampel andalusit yang dikutip di lapangan untuk dihantar ke makmal adalah sebanyak 200-300 gram bagi setiap lokasi sampel.

Ujian makmal yang perlu dijalankan bagi sampel andalusit ialah:

- i) Analisis kandungan SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , TiO_2
- ii) Analisis mineral (XRD atau SEM)
- iii) Petrografi (keratan gilap)

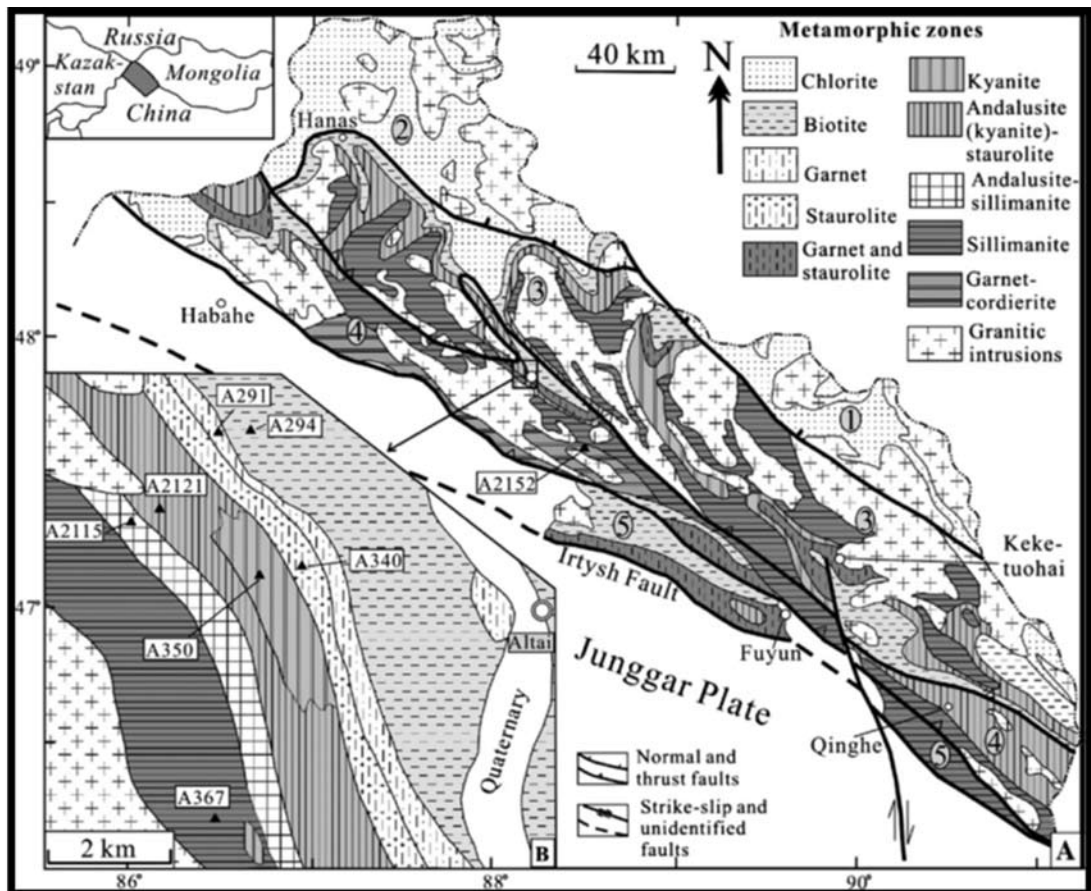
7.2.2 Kajian Susulan

Kajian di lapangan merangkumi kerja-kerja pemetaan singkapan dan persampelan seperti berikut:

a. Pemetaan Singkapan

Kerja memetakan singkapan dan ciri batuan dijalankan dengan kaedah trabas menggunakan kompas, pita pengukur (50 m), alat GPS dan peta dasar (topografi) berskala mengikut kesesuaian luas kawasan kajian dicadangkan pada skala 1:10,000 atau 1:5,000 (Lampiran 1). Pemetaan adalah bertujuan mendapatkan maklumat litologi, struktur geologi utama seperti sesar, kekar, taburan singkapan dan kelimpahan mineral andalusit secara umum. Rajah 2 menunjukkan contoh pemetaan zon batuan metamorf di China.

Maklumat fizikal andalusit seperti saiz butiran dan peratusan andalusit dalam batuan perlu dicerap menggunakan borang (JMG/MPI_And/01/2014) seperti di Lampiran 2. Saiz butiran perlu direkod berdasarkan skala saiz iaitu sangat kasar (>30 mm), kasar (5-30 mm), sederhana (1-5 mm) dan halus (<1 mm). Di samping itu, sedimen terluluhawa berdekatan dengan singkapan diayak bagi mendapatkan sampel mineral andalusit bersih untuk tujuan analisis kimia. Maklumat ketebalan dan keluasan longgokan sumber hendaklah direkodkan.



Rajah 2 : Contoh pemetaan zon batuan metamorf di sekitar bandar Altai, Xinjiang, China (Zhuang, 1994)

b. Media Persampelan

Media sampel adalah terdiri daripada konsentrat sungai dan zon batuan luluhawa terurai (*decomposed weathered rock*) yang mengandungi hablur andalusit. Persampelan batuan dan konsentrat dilaksanakan pada setiap sela jarak 50-100 m mengikut kesesuaian singkapan dan keluasan kawasan kajian (Foto 2) dan setiap sampel yang dikutip perlu dilabel dengan sempurna. Sampel konsentrat dikutip untuk ujian makmal (Foto 3). Bagi tujuan penganggaran kuantitatif peratusan mineral andalusit, sampel batuan yang dikutip hendaklah segar (Foto 4 hingga 6). Manakala pengiraan anggaran peratusan andalusit dalam batuan adalah seperti di Lampiran 3.



Foto 2 : Persampelan konsentrat mineral andalusit



Foto 3 : Sampel hablur andalusit untuk kajian makmal



Foto 4 : Sampel batuan metapelit di Hulu Cherul, Kemaman yang mengandungi mineral andalusit



Foto 5 : Contoh hablur andalusit dalam batuan syal



Foto 6 : Pengiraan peratusan andalusit dalam batuan

7.2.3 Kajian sokongan

Kajian sokongan lain dilaksanakan untuk mendapatkan maklumat tambahan seperti bentuk dan rizab jasad sumber.

a. Kajian Geofizik

Survei geofizik dapat memberi maklumat tambahan dalam memperkuatkan interpretasi daripada eksplorasi pemetaan, khususnya geologi, permineralan, struktur dan zon ubahan. Di antara kaedah geofizik yang sesuai adalah kaedah seismik biasan dan kaedah resistiviti.

b. Penggerudian

Kaedah penggerudian digunakan bagi mendapatkan penzonan batuan dan taburan mineral di dalam zon metamorfik. Penggerudian akan dilaksanakan secara menegak dari permukaan hingga mencapai kedalaman sesuai. Pemilihan lokasi dan saiz bergantung kepada keputusan kajian pemetaan dan kerja ukur bagi longgokan yang telah dikenalpasti. Teras gerudi yang dikumpul akan dibuat kajian dari segi pengenalan litologi, petrologi, mineralogi dan geokimia.

7.2.4 Penyediaan sampel

Penyediaan sampel di lapangan sebelum dihantar untuk ujian makmal adalah seperti di Jadual 2.

Jadual 2 : Penyediaan sampel dan jenis ujian

Bil	Jenis sampel	Bentuk sampel	Berat sampel (g)	Jenis Ujian
1.	Batuan	Pecahan batuan (> 5 cm)	500-1000	Petrografi untuk kajian keratan gilap dan keratan nipis.
2.	Batuan luluhawa terurai	Hablur andalusit	200-300	XRF, XRD, analisis basah, graviti tentu.
3.	Konsentrat sungai	Hablur andalusit	200-300	XRF, XRD, analisis basah, graviti tentu.

7.2.5 Ujian Makmal

Ujian makmal yang dijalankan bagi andalusit adalah seperti berikut:

- i) Analisis kimia bagi kandungan SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O , menggunakan kaedah XRF dan LOI.
- ii) Graviti tentu (S.G)
- iii) XRD (contoh difaktogram XRD sampel andalusit dan perubahan mineralogi semasa pengkalsinan seperti di Lampiran 4)
- iv) Pemeriksaan petrografi hendaklah dilaksanakan untuk menentukan jenis mineral dan kewujudan mineral berat / gelap. Kaedah analisis makmal adalah seperti di Lampiran 5 - 8.

8.0 PENGREDAN / SPESIFIKASI ANDALUSIT

Spesifikasi kandungan kimia andalusit (Palmer, C.S, 2006) yang telah diproses untuk tujuan komersial:

Al_2O_3	52-62%
SiO_2	34-44%
Fe_2O_3	1.0-4.5%
TiO_2	0.04-4%

Peratusan minima komposisi mineral andalusit dalam batuan sumber yang bernilai ekonomi adalah sebanyak 15% (Palmer C. S., 2006).

9.0 PENGIRAAN ANGGARAN SUMBER ANDALUSIT

Anggaran jumlah isipadu sumber andalusit bagi kawasan tertentu dikira berdasarkan luas lapisan mengandungi andalusit didarabkan dengan ketebalan purata perlapisan didarabkan dengan peratus kandungan mineral andalusit di dalam batuan dan graviti tentu.

$$\begin{array}{rcccl} \text{Sumber} & & \text{Jumlah isipadu} & & \text{Peratus} \\ \text{andalusit} & = & \text{keseluruhan} & \times & \text{kandungan} \\ \text{(tan metrik)} & & \text{(m}^3\text{)} & & \text{andalusit (\%)} \\ & & & & \times & 3.1 \\ & & & & & \text{(Graviti tentu)} \end{array}$$

10.0 KAEDAH PENYEDIAAN LAPORAN

Format laporan perlu seragam bagi memudahkan kerja-kerja pemantauan dan penyelarasan. Kandungan laporan perlu disesuaikan mengikut objektif kajian dan contoh format senarai kandungan laporan adalah seperti Lampiran 9.

10.2 Format Laporan

Umumnya format bagi penyediaan laporan teknikal Jabatan adalah seperti berikut:

- i) **Bahasa**
Laporan boleh ditulis dalam Bahasa Melayu atau Bahasa Inggeris.
- ii) **Teks**
Laporan perlu ditaip menggunakan komputer dan perisian pemprosesan perkataan (word processor) yang dipersetujui oleh Jabatan. Contohnya MS Word untuk teks dan perisian lain yang sesuai.
- iii) **Kertas**
Warna putih, saiz A4.
- iv) **Saiz huruf**
Untuk teks – saiz *font* digunakan adalah 12 - *point*.
Untuk jadual – saiz *font* yang digunakan adalah mengikut kesesuaian.
Walau bagaimanapun, digalakkan menggunakan *font* 10 - *point*.
- v) **Jenis *font***
Jenis *font* adalah Arial.
- vi) **Birai**
Birai yang digunakan adalah seperti berikut dan *full justification*.

Birai Kiri : 30 mm
Birai Kanan : 25 mm
Birai Atas : 25 mm
Birai Bawah : 25 mm

vii) Langkau baris (spacing)

Langkau baris bagi keseluruhan teks adalah langkau 1.5 baris. Langkau 1 baris (single spacing) pula boleh digunakan semasa membuat jadual yang panjang dan senarai Rujukan / Bibliografi.

viii) Penomboran halaman

Untuk muka surat sebelum bab Pendahuluan, gunakan angka Roman kecil secara berturutan selepas kulit laporan iaitu bermula dengan ii, iii, iv dan seterusnya. Untuk muka surat teks kandungan laporan, Rujukan, Bibliografi dan Apendiks diberi nombor biasa iaitu 1, 2, 3, 4 dan seterusnya. Contoh nombor muka surat adalah seperti - 30 -.

ix) Kedudukan nombor halaman

Semua nombor muka surat hendaklah dicetak di tengah bahagian bawah muka surat dengan *font* Arial bersaiz 12 - *point*.

x) Header / Footer

Semua muka surat laporan, bermula daripada muka surat "Kandungan". "Tajuk laporan" perlu diletakkan di bahagian atas sebelah kanan di atas garisan sebagai header dan nama Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia di bahagian bawah sebelah kiri di bawah garisan sebagai footer. Jenis *font* yang digunakan ialah Arial dengan saiz 8 - *point*. Tema warnanya adalah *White, Background 1, Darker 50%*.

xi) Jadual

Setiap jadual mestilah mengandungi nombor rujukan dan keterangan yang dicetak pada sebelah atas di bahagian tengah jadual tersebut dan ditulis sebagai Jadual No. Bil. Jadual: Keterangan.

xii) Rajah

Setiap rajah (termasuk peta) mestilah mengandungi nombor rujukan dan keterangan yang dicetak pada sebelah bawah di bahagian tengah rajah tersebut dan ditulis sebagai Rajah No. Bil. Rajah: Keterangan. Khas untuk peta, di dalamnya mesti dimasukkan logo Jabatan, rujukan peta, tarikh disediakan dan nama pegawai yang menyediakan selain daripada petunjuk, skala dan arah mata angin.

xiii) Foto

Setiap foto / gambar mestilah mengandungi nombor rujukan dan keterangan yang dicetak pada sebelah bawah di bahagian tengah foto tersebut dan ditulis sebagai Foto No. Bil. Foto: Keterangan.

xiv) Keterangan (Caption)

Keterangan bagi Rajah, Jadual dan Foto hendaklah menggunakan *Font* Arial bersaiz 12 - *point*. Panjang keterangan seelok-eloknya tidak melebihi 2 baris. (Contoh, Jadual 3: Taburan hujan di Pontian, Johor).

xv) Ringkasan Eksekutif / *Executive Summary*

Ringkasan mesti tidak melebihi 300 perkataan atau satu muka surat A4, dan dicetak di bahagian hadapan laporan iaitu selepas halaman judul. Penulisan mesti disediakan dalam dua bahasa iaitu Bahasa Melayu dan Inggeris. Sekiranya laporan ditulis dalam Bahasa Melayu, *Executive Summary* ditulis dalam Bahasa Inggeris (*italic*). Sebaliknya, jika laporan ditulis dalam Bahasa Inggeris, Ringkasan Eksekutif ditulis dalam Bahasa Melayu (*italic*). Ia hendaklah langkau satu baris.

xvi) Penghargaan

Penghargaan merupakan satu kenyataan ringkas bagi menyampaikan ucapan terima kasih / penghargaan kepada mereka yang banyak memberi sumbangan dan terlibat dalam menjayakan projek yang dilaporkan. Ianya dicetak selepas bab Kesimpulan.

xvii) Rujukan

Senarai penerbitan yang dirujuk hendaklah mengikut Sistem Harvard. Setiap rujukan di dalam teks perlu dinyatakan nama pengarang, tahun penerbitan dan tajuk buku / laporan. Jika menggunakan maklumat dari laman sesawang, nyatakan keseluruhan alamat URL serta tarikh laman sesawang tersebut dirujuk.

xviii) Bibliografi

Meliputi bahan-bahan penerbitan yang berkaitan dengan projek tetapi tiada rujukan secara langsung dalam teks, juga perlu disenaraikan mengikut Sistem Harvard.

xix) Apendiks

Apendiks merupakan lampiran bagi jadual, ilustrasi dan sebagainya yang tidak sesuai dimuatkan ke dalam teks kerana ianya boleh mengganggu kesinambungan teks. Apendiks boleh dibahagikan kepada beberapa apendiks yang berasingan iaitu Apendiks A, B, C dan sebagainya. Tiap-tiap apendiks serta tajuknya hendaklah disenaraikan secara berasingan di dalam senarai isi kandungan.

xx) Kulit Laporan

Kulit laporan hendaklah menggunakan kertas kulit yang telah disediakan oleh Jabatan. Tajuk laporan yang ditulis pada kulit laporan hendaklah mengikut seperti mana yang ditetapkan *Font Arial Bold* dengan saiz huruf 16 - *point* (contoh seperti di Lampiran 10).

xxi) Nombor Laporan

Nombor laporan hendaklah mengikut format berikut:

JMG.kod cawangan / negeri / bahagian (kod bidang) bil laporan / tahun
Contoh : Nombor Laporan JMG.PRK (SGR) 01/2007
(laporan yang dikeluarkan oleh JMG Perak)

xxii) Format Belakang Kulit Laporan

Halaman ini mengandungi pernyataan di mana laporan ini boleh diperoleh dan ia diletakkan pada sebelah belakang kulit laporan (Lampiran 11).

xxiii) Format Muka Dalam / Muka Surat Tajuk

Format muka dalam atau surat tajuk mengandungi tajuk laporan berserta nama penulis laporan (Lampiran 12).

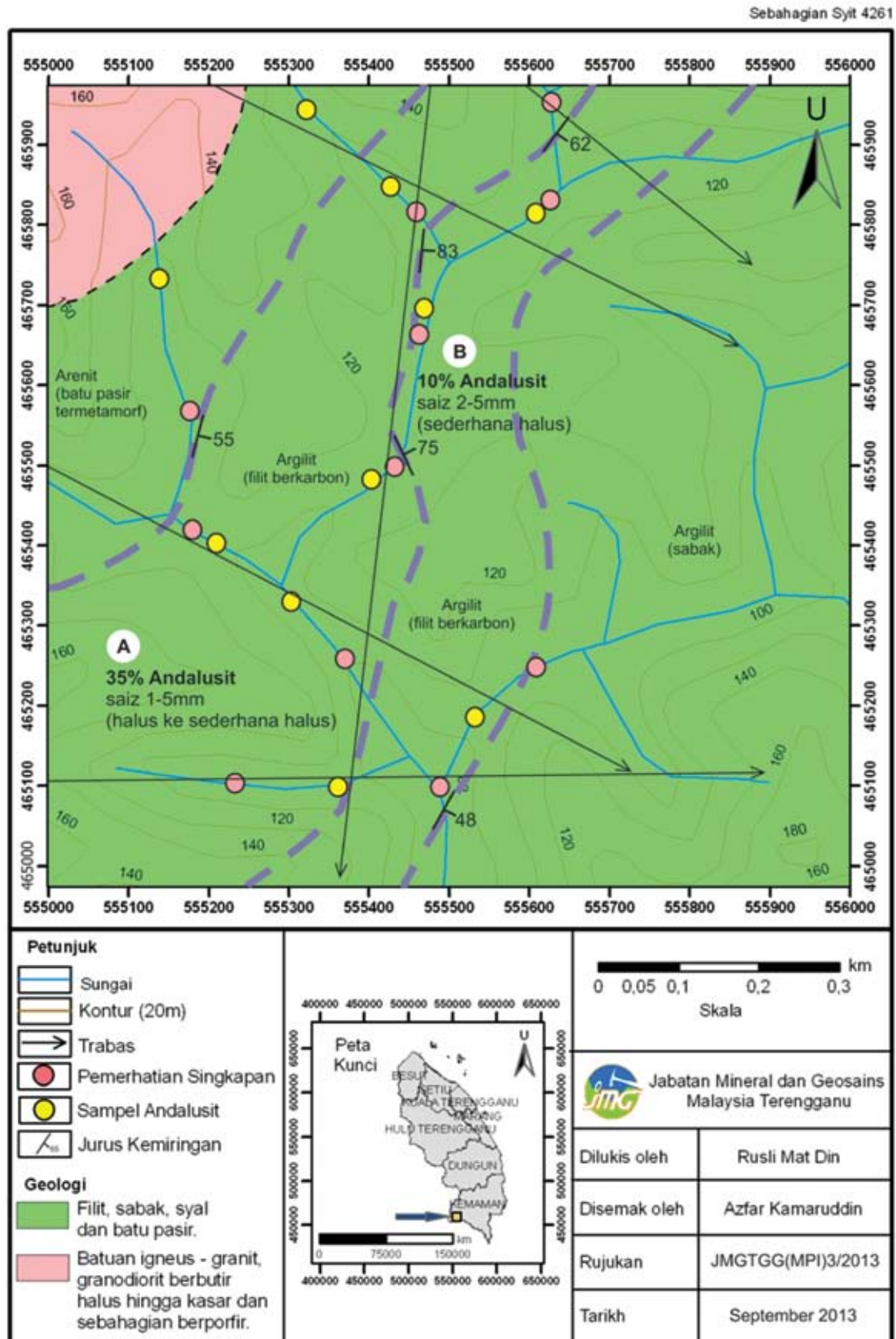
xxiv) Unit SI

Semua unit mesti diselaraskan mengikut *International System of Units* (SI).

BIBLIOGRAFI

- Bouchetou, M.L., Ildefonse, J.P., Poirier, J., & Daniellou, P., 2005. *Mullite Grown from the Andalusite Grains: the Role of Impurities and of the High Temperature Liquid Phase on the Kinetics of Mullitization and Consequences on the Thermal Shocks Resistance*, *Ceramics International* 31, 999-1005.
- Harker, A., 1939. *Metamorphism*. 2nd. Ed. London. 362p.
- Hora, Z.D., 1997. *Andalusite Hornfels*, British Columbia Survey Geological Fieldwork.
- JMG.GP.03. *Garis Panduan Eksplorasi Bijih Timah Plaser*, Jabatan Mineral Dan Geosains Malaysia.
- JMG.GP.05. *Garis Panduan Eksplorasi Geokimia*, Jabatan Mineral Dan Geosains Malaysia.
- Likhanov, I.I., Reverdatto, V.V., Sheplev, V.S., Verschinin, A.E. & Kozlov, P.S., 2001. *Contact Metamorphism of Fe- and Al-rich Graphitic Metapelites In the Transangarian Region of The Yenisei Ridge, Eastern Siberia, Russia*, *Lithos* 58, 55-80.
- Liao, G., He, K., Li, L. & Jiang, M., 2004. *Study on Application of Alumina in High-Purity Andalusite Base Refractory*, *Journal of Minerals & Materials Characterization & Engineering*, pp.81-89.
- Mazel, F., Gonon, M. & Fantozzi, G., 2002. *Manufacture of Mullite Substrates from Andalusite for the Development of Thin Solar Cells*, *Journal of the European Society* 22, 453-461.
- Palmer, C.S., 2006. *7th Edition Industrial Minerals & Rocks, Commodities, Markets, and Uses*. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc.(SME).
- Pattison, D.R.M., 1992. *Stability of Andalusite and Sillimanite and the Al_2SiO_5 Triple Point: Constraint from the Ballachulish Aureole, Scotland*. *J. Geol.* 100, 423-446.
- Prigent, P., Bouchetou, M. L., & Poirier, J., 2011. *Andalusite: An Amazing Refractory Raw Mineral with Excellent Corrosion Resistance to Sodium Vapours*, *Ceramics International* 37, 2287-2296.
- Thompson, J.B., 1957. *Local equilibrium in Metasomatic Processes*, in: P.H. Abelson (Ed), *Research in Geochemistry*, Vol. 1, John Wiley & Sons, New York.
- Zhou, L.C., & Zhang, Y. M., 2011. *Flotation Separation of Xixia Andalusite Ore*, *Trans. Nonferrous Met. Soc. China* 21, 1388-1392.

Contoh Pemetaan Lapangan Andalusit



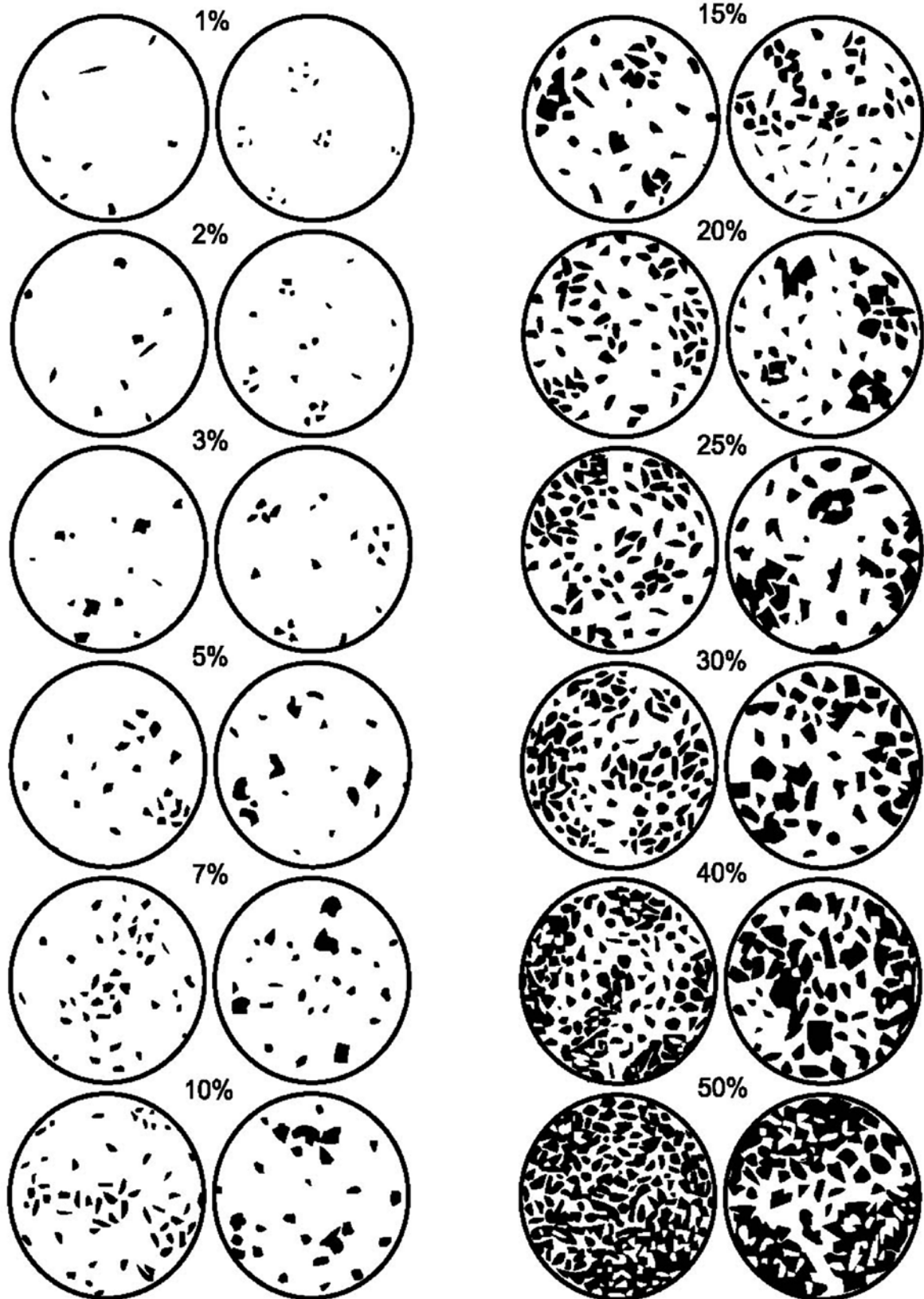
LAMPIRAN 2

Contoh Borang Cerapan Lapangan Kajian Andalusit

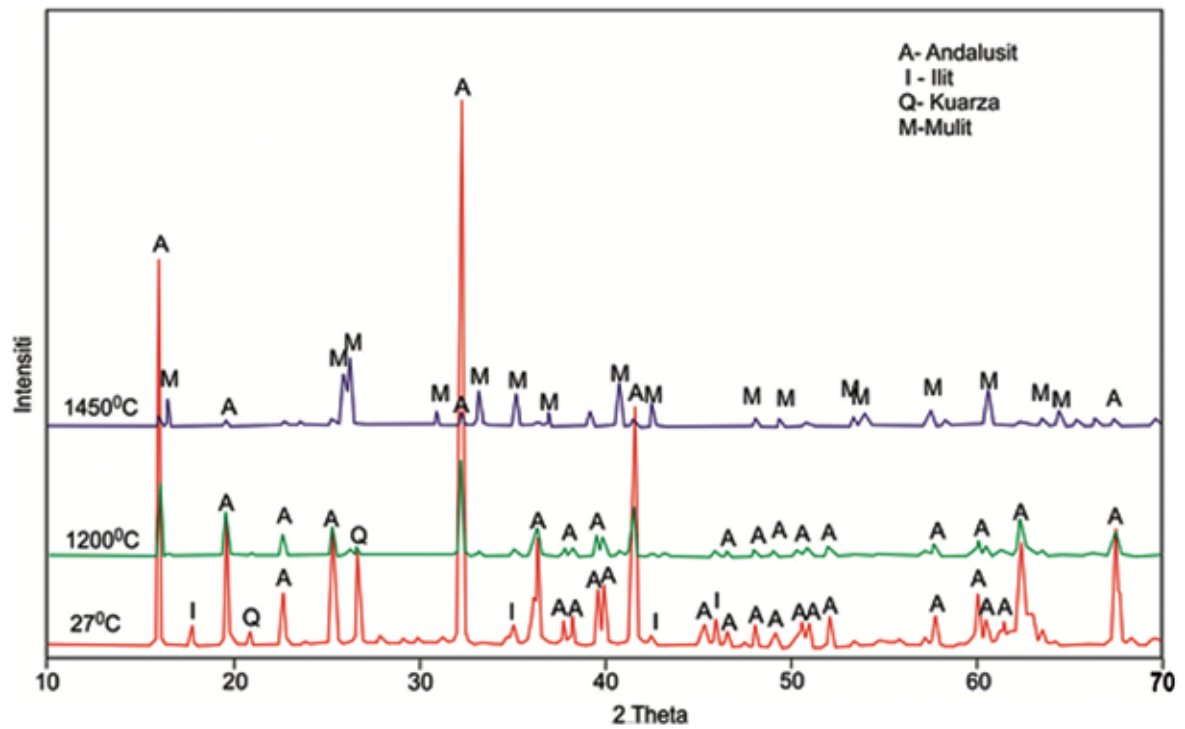
JMG/MPI_And/01/2014

Bil	ID Cerapan	Northing	Easting	Jenis Batuan	Saiz Hablur Andalusit	Peratusan Andalusit	No. Sampel	No. Foto	Catatan

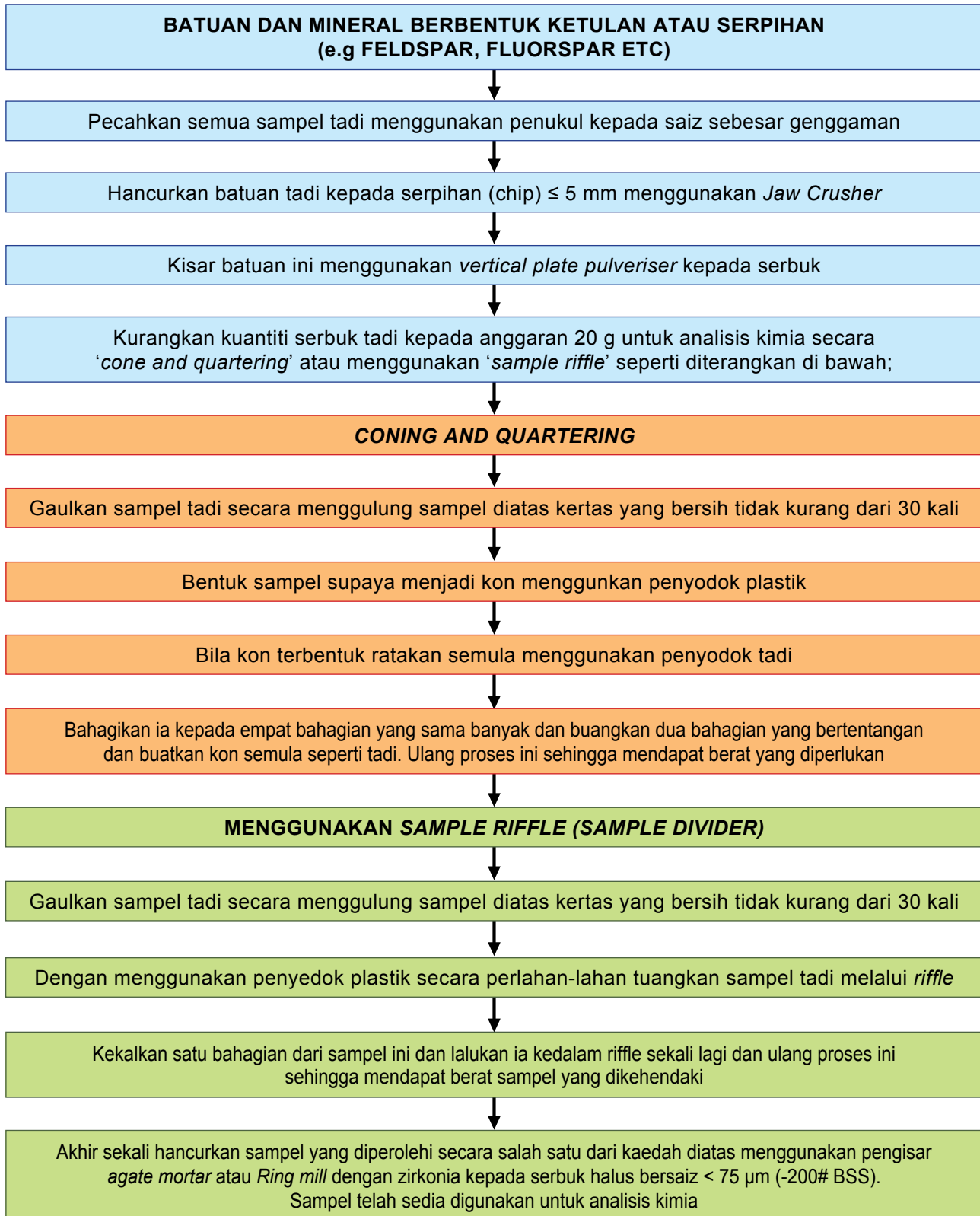
Pengiraan Anggaran Peratusan Mineral Dalam Batuan



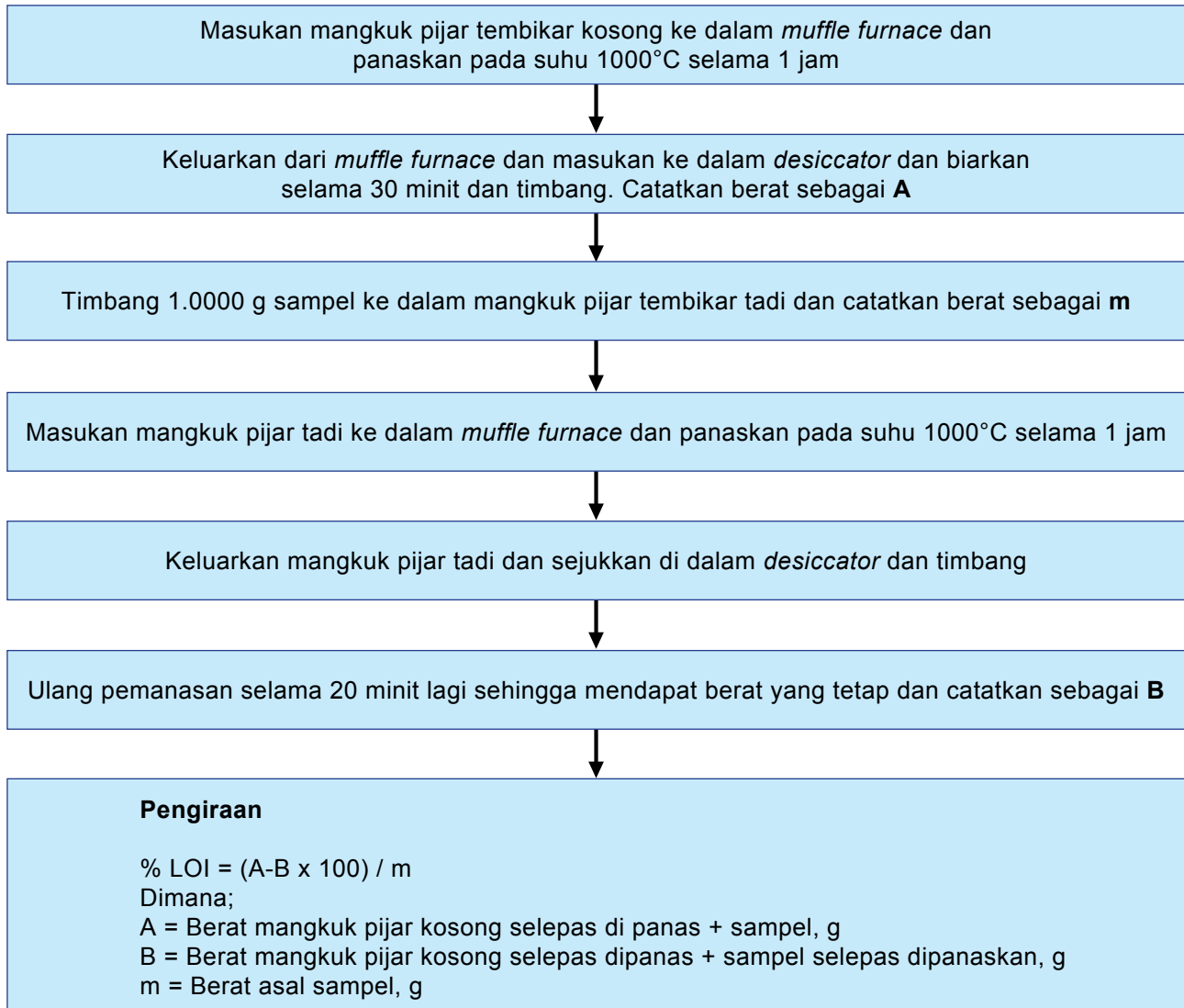
LAMPIRAN 4

Contoh Difaktogram XRD Sampel Andalusit dan Perubahan Mineralogi Semasa Pengkalsinan

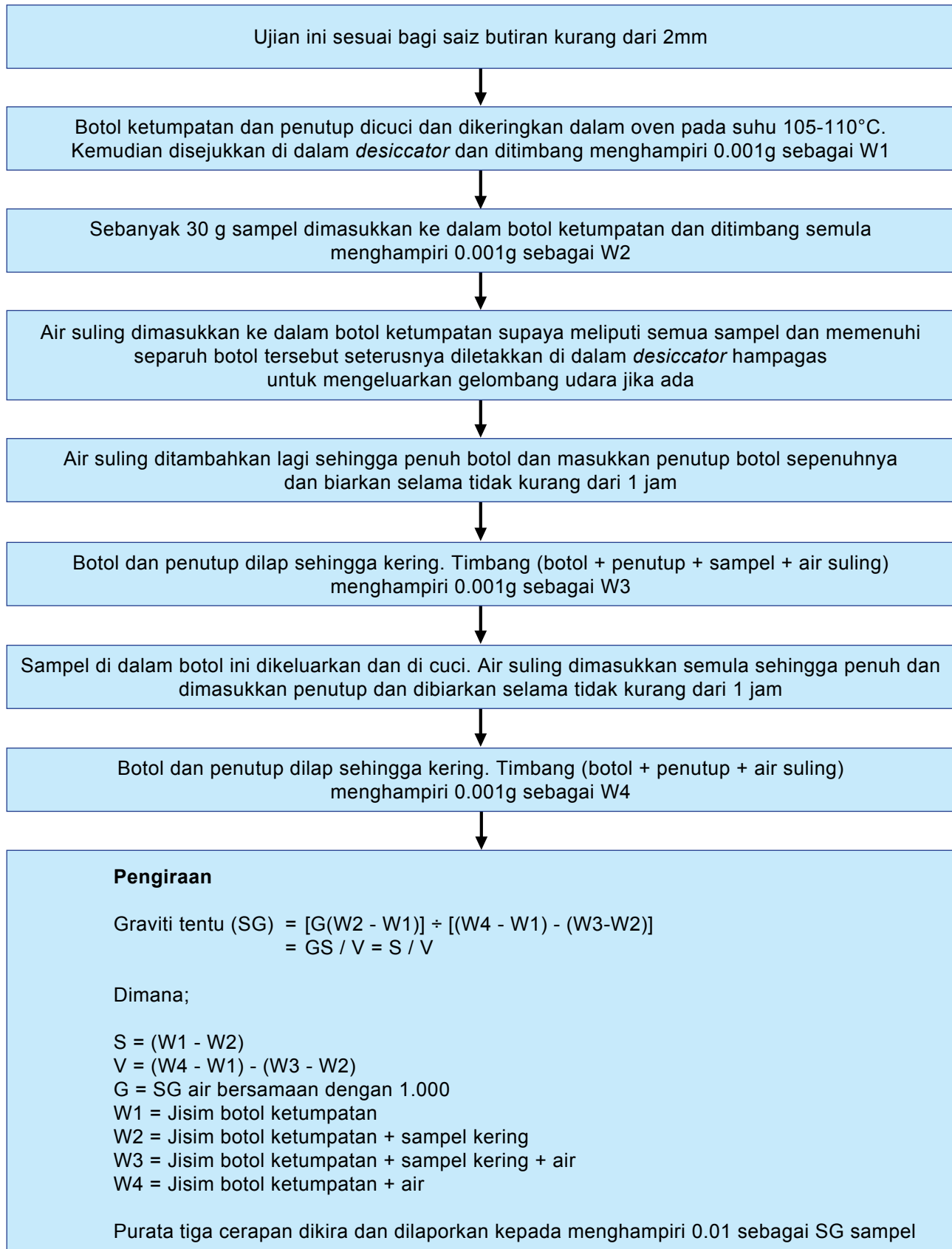
Carta Aliran Penyediaan Sampel dan Kaedah Persampelan Untuk Ujian Kimia dan Fizikal



LAMPIRAN 6

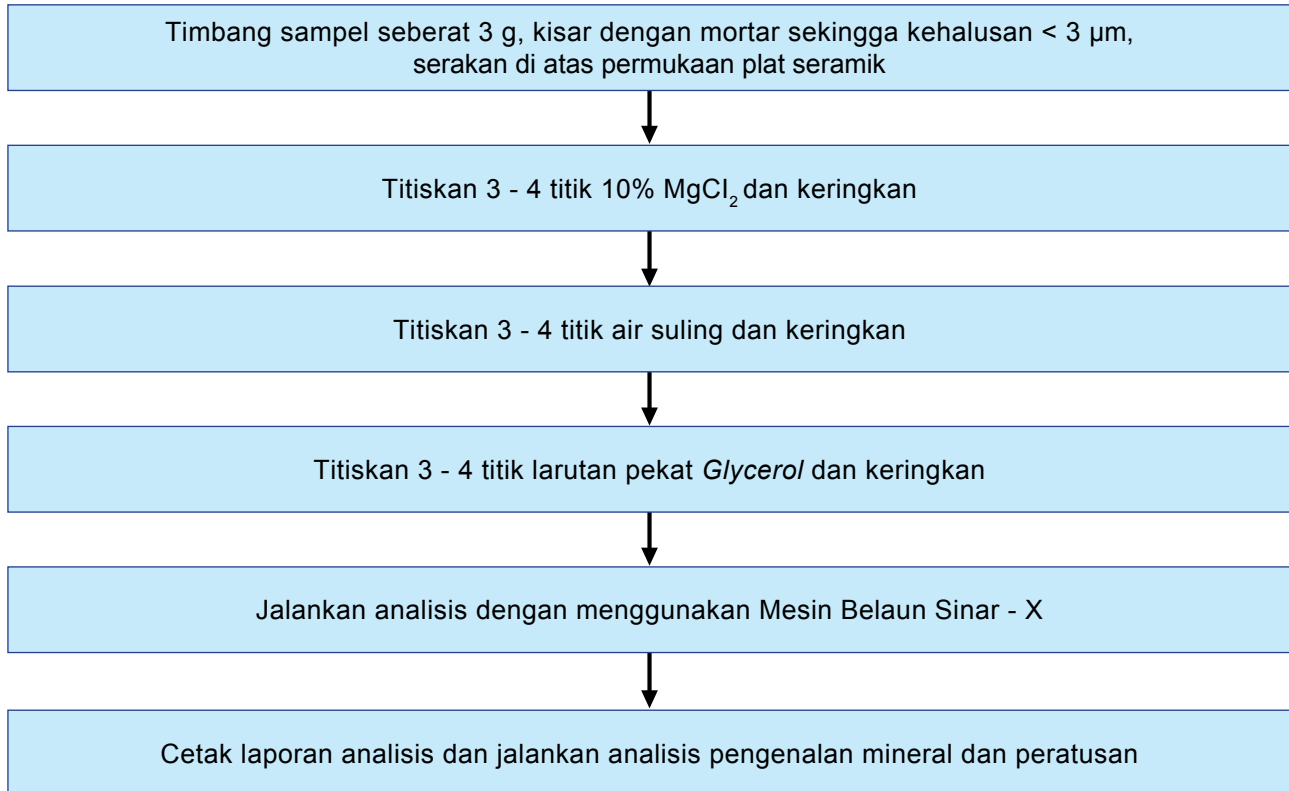
**Carta Aliran Analisis LOI Dalam Sampel Andalusit*
(In-house method, based on ASTM C 25-06)**

**Carta Aliran Analisis Graviti Tentu Andalusit
(In-house method, based on BS 1377:1975 Test 6 (B) Density Botle Method)**



LAMPIRAN 8

Carta Aliran Analisis Pembelaun Sinar X (XRD)



LAMPIRAN 9**Contoh Format Senarai Kandungan Laporan Kajian Andalusit**

KANDUNGAN	Muka Surat
SENARAI RAJAH	ii
SENARAI JADUAL	iii
SENARAI FOTO / GAMBAR	iv
SENARAI APENDIKS	v
SENARAI SINGKATAN	vi
RINGKASAN EKSEKUTIF	vii
<i>EXECUTIVE SUMMARY</i>	vii
1.0 PENDAHULUAN	1
2.0 LOKASI DAN PERHUBUNGAN	2
3.0 GEOLOGI AM KAWASAN KAJIAN	3
4.0 KAJIAN KEPUSTAKAAN	4
5.0 METODOLOGI KAJIAN	5
5.1 Kaedah Lapangan	6
5.2 Kaedah Makmal	7
6.0 KEPUTUSAN KAJIAN	8
6.1 Pemineralan Andalusit Lokaliti A	8
6.1.1 Keputusan Kajian Lapangan	8
Geologi dan Struktur	8
Luas Zon Pemineralan	9
Ciri-Ciri Fizikal	9
6.1.2 Keputusan Analisis Makmal	10
Analisis Kimia	10
Kandungan Mineral - XRD	11
6.1.3 Peratusan Sumber	11
6.1.4 Potensi Sumber	11

KANDUNGAN	Muka Surat
6.2 Pemineralan Andalusit Lokaliti B	12
6.2.1 Keputusan Kajian Lapangan	12
Geologi dan Struktur	12
Luas Zon Pemineralan	13
Ciri-Ciri Fizikal	14
6.2.2 Keputusan Analisis Makmal	15
Analisis Kimia	16
Kandungan Mineral - XRD	17
6.2.3 Peratusan Sumber	17
6.2.4 Potensi Sumber	17
7.0 KESIMPULAN	18
8.0 CADANGAN	19
9.0 PENGHARGAAN	20
10.0 RUJUKAN/BIBLIOGRAFI	21
SENARAI APENDIKS	22
SENARAI LAMPIRAN	23

Format Kulit Laporan



JABATAN MINERAL DAN GEOSAINS MALAYSIA
Minerals and Geoscience Department Malaysia

**RANCANGAN MALAYSIA KESEPULUH
PROJEK MINERAL PERINDUSTRIAN SEMENANJUNG**

**KAJIAN POTENSI SUMBER ANDALUSIT
DI SUNGAI PARANG, KEMAMAN, TERENGGANU**

NO. LAPORAN: JMG.TGG (MPI) 01/2014

KEMENTERIAN SUMBER ASLI DAN ALAM SEKITAR
Ministry of Natural Resources and Environment

LAMPIRAN 11**Format Belakang Kulit Laporan**

Lampiran ini dicetak pada sebelah belakang kulit laporan

Laporan ini boleh diperoleh daripada:
Lantai 20, Bangunan Tabung Haji,
Jalan Tun Razak,
50658 Kuala Lumpur
Tel: 03-21611033
Faks: 03-21611036
<http://www.jmg.gov.my>

atau

Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia, Terengganu
Lot PT 3102K,
Jalan Sultan Sulaiman,
20000 Kuala Terengganu,
Terengganu
Tel: 09-6251000
Faks: 09-6251100
Emel: jmgtgg@jmg.gov.my

Harga : RM50.00

Format Muka Dalam / Muka Surat Tajuk

JABATAN MINERAL DAN GEOSAINS MALAYSIA
Minerals and Geoscience Department Malaysia

RANCANGAN MALAYSIA KESEPULUH
PROJEK MINERAL PERINDUSTRIAN SEMENANJUNG

KAJIAN POTENSI SUMBER ANDALUSIT
DI SUNGAI PARANG, KEMAMAN, TERENGGANU

Oleh

(Nama Penulis Laporan)

NO. LAPORAN: JMG.TGG (MPI) 01/2014

KEMENTERIAN SUMBER ASLI DAN ALAM SEKITAR
Ministry of Natural Resources and Environment

PENGHARGAAN

Jabatan merakamkan penghargaan kepada Pengarah Cawangan Penyelarasan Pelaksanaan Operasi yang telah mengambil inisiatif untuk menerbitkan garis panduan ini dan pegawai-pegawai berikut yang telah memberi sumbangan:

Zainol bin Hj. Husin

Mohd Zukeri bin Abd Ghani

Abdul Rahman bin Mohd Yusoff

Abdul Rois bin Abdul Mois

Azemi bin Haji Eki

Mohamad Sari bin Hasan

Hamdan bin Ariffin

Abdul Hadi bin Abdul Rahman

Mohamad bin Kasim

Khairul Zaman bin Ibrahim

PENYUNTING

Ab. Halim bin Hamzah

Hamadi bin Che Harun

Kamal bin Daril

Zulkipli bin Che Kasim

Siti Aminah binti Abdul Sarif

Nurzaidi bin Abdullah



ISBN 978-967-0159-21-8



9 789670 159218