



JABATAN MINERAL DAN GEOSAINS MALAYSIA
MINERALS AND GEOSCIENCE DEPARTMENT MALAYSIA

GARIS PANDUAN EKSPLORASI MINERAL PERINDUSTRIAN

JMG.GP.01



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

ISBN 978-983-43449-7-9

Garis panduan ini boleh diperolehi daripada:

JABATAN MINERAL DAN GEOSAINS MALAYSIA

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

Tel: 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 PERINDUSTRIAN

JMG.GP.01

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



PRAKATA

Garis panduan ini merupakan dokumen rujukan kaedah eksplorasi mineral perindustrian, meliputi kajian di lapangan dan analisis di makmal. Dokumen ini disediakan oleh pegawai-pegawai yang berpengalaman dalam kajian pelbagai bidang mineral perindustrian bertujuan menyediakan satu teknik eksplorasi dan analisis yang seragam bagi seluruh Jabatan. Ia merupakan sebahagian daripada usaha untuk meningkatkan kualiti dan kepakaran di Jabatan ini.

Kaedah-kaedah kajian dan analisis yang disarankan dalam garis panduan ini berdasarkan pengalaman Jabatan dalam bidang ini dan sesuai dengan situasi kewujudan longgokan di Malaysia. Adalah diharapkan garis panduan ini diguna pakai oleh semua pegawai di Jabatan ini agar semua kajian mineral perindustrian dilaksanakan secara sistematik, seragam dan mematuhi piawaian yang ditetapkan.

Dato' Yunus bin Abdul Razak
Ketua Pengarah
Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia

Julai 2009

K A N D U N G A N

	Muka surat
PRAKATA	iii
SENARAI LAMPIRAN	ix
SENARAI RAJAH	ix
SENARAI JADUAL	ix
1.0 PENDAHULUAN	1
2.0 ASPEK AM EKSPLORASI MINERAL PERINDUSTRIAN	2
2.1 Tujuan	2
2.2 Peranan Pegawai Eksplorasi	2
2.3 Maklumat Geologi	2
2.4 Jaminan Kualiti	2
2.5 Kaedah Eksplorasi dan Pengumpulan Maklumat	2
2.6 Kesahihan Rekod dan Data	3
2.7 Persampelan	3
2.8 Penggerudian	3
2.9 Keselamatan Sampel	4
2.10 Penyediaan Sampel	4
2.11 Analisis dan Ujian Makmal	4
2.12 Pengolahan dan Interpretasi Data	4
2.13 Anggaran Sumber dan Rizab Mineral	5
2.14 Persekitaran, Keselamatan dan Perhubungan Masyarakat	5
2.15 Cadangan	5
2.16 Laporan Teknikal	5

Muka surat

3.0	EKSPLORASI AGREGAT BATUAN	6
3.1	Pengenalan	6
3.2	Objektif	6
3.3	Skop Kajian	6
3.4	Persiapan Awal	6
	3.4.1 Rujukan Perpustakaan / Arkib	7
	3.4.2 Kajian Peta Topografi dan Foto Udara / Imej Satelit	7
	3.4.3 Penyediaan Peta	7
	3.4.4 Persiapan Kerja Lapangan	7
3.5	Kaedah Kajian	9
	3.5.1 Tinjauan di Lapangan	9
	3.5.2 Kajian Lapangan	9
	3.5.3 Ujian Makmal	10
3.6	Anggaran Isipadu Sumber Agregat	11
3.7	Penyediaan Laporan	12
4.0	EKSPLORASI BATU KAPUR	13
4.1	Pengenalan	13
4.2	Objektif	13
4.3	Skop Kajian	13
4.4	Persiapan Awal	15
	4.4.1 Rujukan Perpustakaan / Arkib	15
	4.4.2 Kajian Peta Topografi dan Foto Udara / Imej Satelit	15
	4.4.3 Penyediaan Peta	15
	4.4.4 Persiapan Kerja Lapangan	16
4.5	Kaedah Kajian	16
	4.5.1 Tinjauan di Lapangan	16
	4.5.2 Kajian Lapangan	16
	4.5.3 Ujian Makmal	17
4.6	Pengelasan Batu Kapur	18
4.7	Anggaran Isipadu Sumber Batu Kapur	18
4.8	Penyediaan Laporan	18

5.0	EKSPLORASI BATU DIMENSI	25
5.1	Pengenalan	25
5.2	Objektif	25
5.3	Skop Kajian	25
5.4	Persiapan Awal	27
5.4.1	Rujukan Perpustakaan / Arkib	27
5.4.2	Kajian Peta Topografi dan Foto Udara / Imej Satelit	27
5.4.3	Penyediaan Peta	27
5.4.4	Persiapan Kerja Lapangan	28
5.5	Kaedah Kajian	28
5.5.1	Kajian Tinjauan	28
5.5.2	Kajian Susulan	29
5.5.3	Kajian Makmal	30
5.6	Anggaran Isipadu Sumber Batu Dimensi	31
5.6.1	Marmar / Batu Kapur	31
5.6.2	Batuan Lain	32
5.7	Penyediaan Laporan	32
6.0	EKSPLORASI PASIR DAN KELIKIR	33
6.1	Pengenalan	33
6.2	Objektif	33
6.3	Skop Kajian	33
6.3.1	Pasir Aluvium dan Pasir Bekas Lombong	33
6.3.2	Pasir Sungai	33
6.4	Persiapan Awal	35
6.4.1	Rujukan Perpustakaan / Arkib	35
6.4.2	Kajian Peta Topografi dan Foto Udara / Imej Satelit	35
6.4.3	Penyediaan Peta	35
6.4.4	Persiapan Kerja Lapangan	36
6.5	Kajian Tinjauan	36
6.5.1	Kajian Lapangan	36
6.5.2	Kaedah Persampelan	37
6.5.3	Cerapan Data Log Gerimit	37
6.5.4	Ujian Makmal	38
6.6	Kajian Susulan	38
6.6.1	Kajian Lapangan	38
6.6.2	Kaedah Persampelan	38
6.6.3	Kajian Makmal	38
6.7	Anggaran Isipadu Sumber Pasir dan Kelikir	40
6.8	Penyediaan Laporan	40

7.0	EKSPLORASI PASIR SILIKA	41
7.1	Pengenalan	41
7.2	Objektif	41
7.3	Skop Kajian	41
7.4	Persiapan Awal	43
	7.4.1 Rujukan Perpustakaan / Arkib	43
	7.4.2 Kajian Peta Topografi dan Foto Udara / Imej Satelit	43
	7.4.3 Penyediaan Peta	43
	7.4.4 Persiapan Kerja Lapangan	44
7.5	Kajian Tinjauan	44
	7.5.1 Kajian Lapangan	44
	7.5.2 Kajian Makmal	45
7.6	Kajian Susulan	46
	7.6.1 Kajian Lapangan	46
	7.6.2 Kaedah Persampelan	46
	7.6.3 Kajian Makmal	46
7.7	Anggaran Isipadu Sumber Pasir Silika	48
7.8	Penulisan Laporan	48
8.0	EKSPLORASI KAOLIN / LEMPUNG	56
8.1	Pengenalan	56
8.2	Objektif	56
8.3	Skop Kajian	56
8.4	Persiapan Awal	58
	8.4.1 Rujukan Perpustakaan / Arkib	58
	8.4.2 Kajian Peta Topografi dan Foto Udara / Imej Satelit	58
	8.4.3 Penyediaan Peta	58
	8.4.4 Persiapan Kerja Lapangan	59
8.5	Kaedah Kajian	60
	8.5.1 Kajian Tinjauan	60
	8.5.2 Kajian Susulan	62
8.6	Anggaran Isipadu Sumber Kaolin / Lempung	63
8.7	Penulisan Laporan	63

9.0	EKSLORASI FELDSPAR	72
9.1	Pengenalan	72
9.2	Objektif	72
9.3	Skop Kajian	72
9.4	Persiapan Awal	72
	9.4.1 Rujukan Perpustakaan / Arkib	72
	9.4.2 Kajian Peta Topografi dan Foto Udara / Imej Satelit	74
	9.4.3 Penyediaan Peta	74
	9.4.4 Persiapan Kerja Lapangan	74
9.5	Kaedah Kajian	75
	9.5.1 Tinjauan Lapangan	75
	9.5.2 Kajian di Lapangan	75
	9.5.3 Ujian Makmal	76
9.6	Pengelasan Feldspar	76
9.7	Anggaran Isipadu Sumber Feldspar	76
9.8	Penyediaan Laporan	76
10.0	EKSPLOKASI BATUAN SILIKA	79
10.1	Pengenalan	79
10.2	Objektif	79
10.3	Skop Kajian	79
10.4	Persiapan Awal	79
	10.4.1 Rujukan Perpustakaan / Arkib	81
	10.4.2 Kajian Peta Topografi dan Foto Udara / Imej Satelit	81
	10.4.3 Penyediaan Peta	81
	10.4.4 Persiapan Kerja Lapangan	82
10.5	Kaedah Kajian	82
	10.5.1 Kajian Tinjauan	82
	10.5.2 Kajian Susulan	83
	10.5.3 Ujian Makmal	84
10.6	Anggaran Isipadu Sumber Batuan Silika	85
10.7	Penyediaan Laporan	85
11.0	GARIS PANDUAN PENYEDIAAN LAPORAN KAJIAN MINERAL PERINDUSTRIAN	86
PENGHARGAAN		98

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : Format Kulit Laporan	90
LAMPIRAN 2 : Format Belakang Kulit Laporan	91
LAMPIRAN 3 : Format Muka Dalam / Muka Surat Tajuk	92
LAMPIRAN 4 : Format Kandungan Laporan Kajian Batuan	93
LAMPIRAN 5 : Format Kandungan Laporan Kajian Pasir dan Kelikir / Pasir Silika	94
LAMPIRAN 6 : Format Kandungan Laporan Kajian Lempung	95
LAMPIRAN 7 : Format Kandungan Laporan Kajian Kaolin	96

SENARAI RAJAH

Rajah 1 : Carta aliran eksplorasi agregat batuan	8
Rajah 2 : Carta aliran eksplorasi batu kapur	14
Rajah 3 : Carta aliran eksplorasi batu dimensi	26
Rajah 4 : Carta aliran eksplorasi pasir dan kelikir	34
Rajah 5 : Carta aliran eksplorasi pasir silika	42
Rajah 6 : Carta aliran eksplorasi kaolin / lempung	57
Rajah 7 : Carta aliran eksplorasi feldspar	73
Rajah 8 : Carta aliran eksplorasi batuan silika	80

SENARAI JADUAL

Jadual 1 : Ciri-ciri fizikal agregat batuan mengikut jenis	12
Jadual 2 : Spesifikasi produk-produk berasaskan batu kapur	19
Jadual 3 : Spesifikasi produk-produk berasaskan pasir silika	49
Jadual 4 : Spesifikasi produk-produk berasaskan kaolin / lempung	64
Jadual 5 : Spesifikasi feldspar untuk beberapa kegunaan industri	77



1.0 PENDAHULUAN

Garis panduan ini bertujuan sebagai rujukan oleh pegawai yang ditugaskan untuk melaksanakan kajian atau merancang menggunakan kaedah-kaedah tertentu bagi eksplorasi mineral perindustrian seperti agregat batuan, pasir dan kelikir, silika, kaolin, lempung dan batu dimensi.

Walaupun semua kaedah eksplorasi mineral diwajibkan dan diselaraskan oleh Jabatan, pengubahsuaian kaedah boleh dibuat apabila keadaan memerlukan. Maklumat kajian yang diperolehi daripada setiap anggota Jabatan melalui kaedah piawai Jabatan yang selaras akan membolehkan perbandingan secara terus dibuat antara sesuatu kawasan dengan kawasan yang lain. Selain itu, ia juga memudahkan pegawai untuk menilai, menganalisis, membuat interpretasi dan menyiapkan kompilasi peta secara lebih bersistem.

Terdapat pelbagai jenis mineral yang digunakan oleh manusia dan kini telah diketahui secara meluas bahawa nilai dan perkembangan penggunaan mineral bukan logam telah mengatasi mineral berlogam. Seperti yang dimaksudkan oleh istilah mineral perindustrian, penggunaan mineral bukan logam adalah dalam aplikasi industri sebagai bahan mentah utama untuk industri pembinaan, simen, kimia, baja, logam, seramik, penebat dan kaca. Di samping itu, mineral bukan logam juga digunakan dalam pelbagai proses industri pembuatan, seperti cat, bahan pengisi, bahan tambahan bendalir untuk penggerudian dan sebagai bahan pelelas.

Berbeza dengan mineral berlogam yang dinilai berdasarkan kandungan logam yang berharga, mineral bukan logam diusahakan hasil berdasarkan keperluan sifat-sifat fizikal dan kimia, secara berasingan atau secara kombinasi. Kebanyakan mineral bukan logam dicirikan mengikut keperluan pelbagai produk akhiran pengguna. Penentuan terhadap sifat-sifat teknikal mineral merujuk kepada kegunaan pasaran adalah penting dalam penilaian terhadap sebarang longgokan mineral bukan logam. Oleh kerana itu, pengguna mineral bukan logam kini semakin mementingkan kualiti dan gred yang konsisten. Sehubungan itu, pemprosesan mineral semakin menitikberatkan aspek meningkatkan dan mengubahsuaikan sifat-sifat semula jadi mineral. Keadaan sedemikian akan mengurangkan keuntungan disebabkan peningkatan kos modal dalam pengusahaan sumber.

Peluang untuk membangunkan pengeluaran mineral perindustrian bukan hanya bergantung kepada adanya sumber yang berkualiti yang boleh diusahakan hasil, tetapi melibatkan juga faktor-faktor lain seperti saiz pasaran, perundangan, lokasi longgokan mineral dengan pusat pengguna utama serta pengangkutan. Walau bagaimanapun, kerana skop garis panduan ini terbatas, iaitu menjurus kepada aspek teknikal kaedah eksplorasi sahaja, penilaian kajian kemungkinan terhadap pembangunan sumber tidak dibincangkan.

2.0 ASPEK AM EKSPLORASI MINERAL PERINDUSTRIAN

2.1 Tujuan

Garis panduan ini disusun bagi membantu pegawai-pegawai JMG dalam perancangan dan melaksanakan aktiviti eksplorasi mineral perindustrian. Tujuan garis panduan ini juga adalah untuk memastikan kajian yang dilaksanakan dapat diselaraskan dengan kualiti kerja yang tinggi yang dapat memberi keyakinan kepada umum. Walau bagaimanapun, penggunaan kaedah terbaru, yang merupakan asas kepada kejayaan sesuatu aktiviti eksplorasi mineral seharusnya dipertimbangkan.

2.2 Peranan Pegawai Eksplorasi

Pelaksanaan kajian ini hendaklah di bawah penyeliaan ketua aktiviti yang bertanggungjawab terhadap perancangan, pengurusan, pelaksanaan dan interpretasi maklumat bagi keseluruhan aktiviti eksplorasi berkenaan. Pegawai-pegawai yang terlibat dengan tugas eksplorasi juga hendaklah sentiasa memastikan supaya pelaksanaan kerja dan laporan dibuat dengan sempurna, bersistem, berkualiti tinggi dan menepati masa.

2.3 Maklumat Geologi

Maklumat geologi yang diperolehi di kawasan kajian seperti jenis longgokan mineral, keadaan geologi kawasan dan bentuk pemineralan hendaklah disokong oleh data lapangan. Maklumat geologi yang dirujuk hendaklah berasaskan kepada panduan kajian terdahulu.

2.4 Jaminan Kualiti

Dalam proses kerja eksplorasi mineral, semua pegawai terlibat perlu memastikan bahawa aspek jaminan kualiti diambil kira dan dilaksanakan.

2.5 Kaedah Eksplorasi dan Pengumpulan Maklumat

Kerja lapangan hendaklah dirancang dan dilaksanakan di bawah penyeliaan ketua aktiviti. Data hendaklah direkod dan didokumenkan mengikut skala yang bersesuaian. Kesemua lokasi data hendaklah dipastikan ketepatannya berpandu kepada titik rujukan yang diketahui. Pegawai yang menyelia kajian ini hendaklah memastikan bahawa pekerja yang melaksanakan tugas adalah kompeten dan program kawalan kualiti serta prosedur keselamatan sentiasa dipatuhi. Apabila beberapa pekerja diarah menjalankan tugas yang serupa atau apabila data yang dikutip dalam jangka masa tertentu, penyeliaan hendaklah dibuat bagi memastikan data-data yang digunakan adalah konsisten dan berkualiti.

2.6 Kesahihan Rekod dan Data

Proses kerja eksplorasi termasuk perancangan, pemetaan, persampelan, penyediaan sampel, analisis dan ujian sampel, dan keputusan yang diperolehi perlu disertai oleh kaedah penyimpanan rekod maklumat yang sesuai dan selamat. Selain daripada penyimpanan rekod pada helaian kertas, penyimpanan dalam bentuk digital perlu dilakukan. Pengesahan data hendaklah dilaksanakan bagi memastikan kesahihan data eksplorasi yang perlu disimpan dalam pangkalan data.

2.7 Persampelan

Amalan dan prosedur dalam persampelan hendaklah sesuai dengan objektif aktiviti eksplorasi. Semua persampelan hendaklah dilaksanakan dengan penuh ketelitian dan tekun menggunakan amalan persampelan yang saintifik dan teruji bagi memastikan keputusan yang dihasilkan adalah mewakili dan boleh dipercayai. Kutipan sampel hendaklah diawasi oleh pegawai yang menyelia. Sekiranya sampel perlu dikurangkan untuk analisis makmal, prosedur pengurangan sampel yang bersesuaian hendaklah dipatuhi bagi mendapatkan sampel yang mewakili.

2.8 Penggerudian

Kaedah penggerudian yang dipilih oleh pegawai hendaklah sesuai dengan bahan mineral yang dikaji, objektif aktiviti dan keadaan tempat penggerudian. Saiz lubang gerudi yang dipilih hendaklah cukup untuk menampung keperluan bahan sampel yang mewakili bagi tujuan analisis dan rujukan. Survei kedudukan permukaan dan lubang bawah hendaklah dilakukan dengan menggunakan kaedah-kaedah yang sesuai bagi saiz lubang, sudut dan panjangnya lubang. Sebahagian bahan sampel yang mewakili daripada gerudian tersebut hendaklah disimpan, walau bagaimanapun sekiranya sampel mewakili tidak disimpan, pegawai perlu melapor dan menjelaskan sebab keputusan sedemikian diambil. Log gerudi, borang atau perisian khusus untuk jenis penggerudian, keadaan geologi, dan mineral yang dikaji, hendaklah digunakan untuk siasatan geologi terperinci bagi teras gerudi. Log sewajarnya perlu direkod dengan terperinci meliputi jenis penggerudian, persekitaran geologi, jenis pemineralan dan keadaan geoteknikal. Teras atau sampel yang diperolehi hendaklah dinyatakan dalam log. Keratan rentas hendaklah menunjukkan keadaan litologi dan data lubang, termasuk korelasi dengan geologi permukaan dan sebarang lubang berhampiran perlu dibuat dan dikemaskini apabila penggerudian diteruskan. Sebarang maklumat lubang-bawah (down-hole) geofizik atau survei lain yang berkaitan, hendaklah disimpan bersama log gerudi. Adalah dicadangkan supaya rekod fotografi bagi teras gerudi dibuat mengikut kesesuaian.

2.9 Keselamatan Sampel

Keselamatan sampel adalah komponen penting dalam persampelan bermula daripada sampel dikutip sehingga selesai analisis. Prosedur keselamatan perlu mengambil kira faktor kesesuaian, cepat dan selamat bagi kaedah penggunaan log teras, persampelan, penyimpanan dan fasiliti persediaan sampel, dan penghantaran sampel ke makmal. Pegawai perlu berusaha menyediakan prosedur keselamatan yang terbaik untuk diamalkan mengikut keadaan geografi dan topografi serta logistik kawasan kajian.

2.10 Penyediaan Sampel

Pemilihan prosedur penyediaan sampel hendaklah diluluskan oleh ketua aktiviti mengikut jenis bahan yang hendak diuji dan mengambil kira langkah-langkah keselamatan sampel. Semua sampel yang dikurangkan atau dibahagikan hendaklah diproses dengan cara tertentu supaya bahagian yang dianalisis atau diuji itu, mewakili keseluruhan sampel. Pecahan sampel yang disediakan untuk analisis dan ujian hendaklah disimpan dalam jangka masa tertentu, mengikut keputusan ketua aktiviti.

2.11 Analisis dan Ujian Makmal

Analisis dan ujian bagi sampel mineral hendaklah dilaksanakan oleh makmal JMG atau mana-mana makmal yang berakreditasi. Berdasarkan objektif kajian, pemilihan jenis dan kaedah analisis serta ujian adalah tanggungjawab ketua aktiviti. Semua keputusan analisis atau ujian hendaklah disahkan oleh pihak makmal dengan kenyataan kaedah-kaedah yang digunakan. Tahap kebolehpercayaan keputusan analisis dan ujian perlu ditentukan serta kawalan kualiti dipastikan.

2.12 Pengolahan dan Interpretasi Data

Interpretasi terhadap data eksplorasi secara menyeluruh dan berterusan adalah aktiviti penting dalam setiap peringkat kajian yang dijalankan. Ia bertujuan untuk menilai keputusan dan mendapat gambaran tentang kajian yang dilaksanakan. Interpretasi hendaklah berdasarkan kepada semua maklumat terkini, bersistematik dan teliti, membuat keterangan dan mendokumen interpretasi yang dibuat, serta mengadakan perbincangan mengenai apa-apa maklumat yang baru diperolehi yang berlainan daripada interpretasi terdahulu.

2.13 Anggaran Sumber dan Rizab Mineral

Anggaran sumber dan rizab mineral merupakan faktor dalam menentukan potensi sesuatu longgokan mineral bagi tujuan pembangunan. Kaedah dan parameter untuk anggaran sumber dan rizab hendaklah mengikut klasifikasi yang diterima pakai oleh Jabatan iaitu *United Nations International Framework Classification (UNFC)*.

2.14 Persekitaran, Keselamatan dan Perhubungan Masyarakat

Semua kerja eksplorasi hendaklah dilaksanakan secara profesional dan dalam suasana yang selamat di samping mengambil kira kepentingan alam sekitar, masyarakat tempatan dan keperluan perundangan.

2.15 Cadangan

Interpretasi dan penilaian terhadap keputusan kajian yang dibuat pada penghujung setiap fasa, perlu ditentukan sama ada objektif kajian telah dipenuhi dan mempunyai justifikasi yang kuat untuk meneruskan kajian susulan. Sebarang rancangan selanjutnya hendaklah mengandungi justifikasi yang meliputi sasaran longgokan mineral yang telah dikenal pasti, cadangan eksplorasi susulan, butiran peruntukan, jadual kerja, tenaga kerja dan lain-lain.

2.16 Laporan Teknikal

Laporan teknikal yang komprehensif hendaklah disediakan apabila selesai melaksanakan kajian oleh pegawai yang terlibat. Laporan perlu mengikut format tertentu sebagaimana yang telah ditetapkan oleh Jabatan. Ketua aktiviti hendaklah menyemak dan meneliti maklumat yang terkandung dalam laporan tersebut untuk pengesahan.

3.0 EKSPLORASI AGREGAT BATUAN

3.1 Pengenalan

Agregat batuan merujuk kepada bahan batuan yang dipecahkan menjadi batu hancur dalam saiz tertentu daripada saiz kecil sehingga 25cm. Terdapat pelbagai jenis batuan yang dikuari di negara kita bagi pengeluaran agregat seperti granit, batu kapur, kuarzit, batu pasir, tuf, diorit dan sebagainya. Selain daripada jasad batuan masif, bongkah batuan juga boleh dipecahkan untuk dijadikan agregat.

Produk agregat digunakan terutamanya sebagai bahan binaan jalan dan dalam industri pembinaan. Eksplorasi sumber batuan untuk penghasilan agregat bertujuan menyediakan maklumat asas potensi sumber batuan tempatan untuk kegunaan pembangunan infrastruktur, perancangan guna tanah, dan untuk menggalakkan usaha hasilan sumber batuan tempatan.

3.2 Objektif

Objektif kajian ialah untuk menyedia maklumat potensi sumber agregat batuan dan membuat anggaran kasar kuantiti sumber tersebut untuk dikenal pasti dapat dibangunkan sebagai tapak kuari berpotensi.

3.3 Skop Kajian

Kajian ini ditumpukan terhadap kawasan yang berpotensi untuk sumber agregat batuan. Skop kajian melibatkan kajian lapangan dan ujian makmal bagi menentukan kesesuaian dan kegunaannya. Faktor-faktor yang diambil kira untuk menentukan potensi sesuatu kawasan ialah lokasi, jalan perhubungan, keperluan pembangunan, sifat kejuruteraan batuan, ketebalan beban atas dan jumlah isipadu sumber. Skop kajian ini diringkaskan dalam di Rajah 1.

3.4 Persiapan Awal

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

3.4.1 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, sekiranya ada.
- iv) Meneliti maklumat mengenai kawasan pembangunan, pusat pertumbuhan dan infrastruktur semasa dan akan datang.

3.4.2 Kajian Peta Topografi dan Foto Udara / Imej Satelit

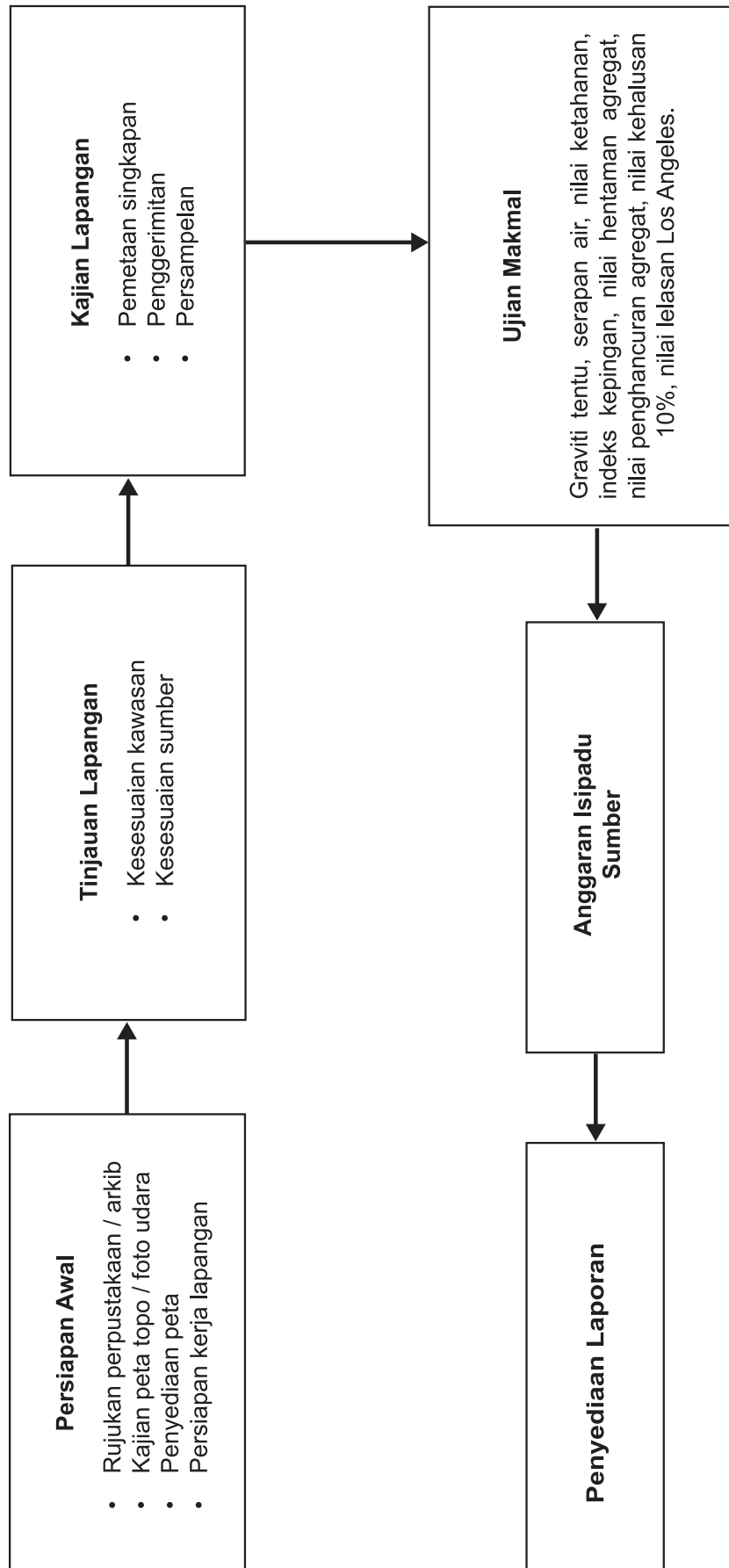
- i) Untuk mendapat gambaran topografi dan geomorfologi kawasan di samping untuk mendapatkan maklumat jalan, penempatan, kawasan pembangunan dan lain-lain.
- ii) Foto udara dan imej satelit dikaji bagi mendapat gambaran secara menyeluruh dan membuat interpretasi awal terhadap kesan-kesan yang boleh membantu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

3.4.3 Penyediaan Peta

- i) Semua maklumat penting yang diperolehi perlu ditanda pada peta dasar bagi memudahkan rujukan sama ada di pejabat atau di lapangan.
- ii) Gunakan peta dasar berskala 1:50,000 dan ditanda pada peta kawasan pembangunan, pusat pertumbuhan, infrastruktur besar semasa dan yang dirancang pada masa hadapan.
- iii) Berdasarkan maklumat geologi dan topografi, tandakan kawasan yang dijangka sesuai untuk pembangunan kuari, dengan keutamaan dalam lingkungan 30km dari kawasan pertumbuhan.
- iv) Plot jalan-jalan perhubungan yang ada ke kawasan berkenaan.

3.4.4 Persiapan Kerja Lapangan

- i) Peta topografi kawasan berskala 1:50,000
- ii) Gerimit tangan Dormer
- iii) Alat *Global Positioning System* (GPS)
- iv) Alat gerudi Pionjar
- v) Tukul
- vi) Tali pengukur (50m / 100m) dan pita pengukur
- vii) Kayu pancang, parang dan pita penanda
- viii) Buku nota, karung sampel dan pen penanda
- ix) Kenderaan
- x) Pasukan kerja (1 Pegawai Kajibumi; 2 Pembantu Kajibumi; 6 – 8 Pekerja Am)
- xi) Topi keselamatan, penutup habuk, kasut keselamatan, plug telinga, sarung tangan dan cermin mata keselamatan



Rajah 1: Carta aliran eksplorasi agregat batuan.

3.5 Kaedah Kajian

Kaedah kajian meliputi maklumat tinjauan, kajian di lapangan dan pelaksanaan ujian serta analisis terhadap sampel batuan di makmal.

3.5.1 Tinjauan Di Lapangan

Tinjauan di lapangan ialah peringkat mendapatkan maklumat lanjut berkaitan kawasan yang terpilih berdasarkan input-input sebelumnya. Tujuannya ialah bagi membuat pertimbangan kesesuaian terhadap kawasan untuk kajian sumber agregat. Antara faktor-faktor yang diambil kira sebelum membuat keputusan ialah:

- i) Kawasan masih belum diteroka atau diusahakan dan lebih baik jika ianya tanah kerajaan.
- ii) Jarak kawasan sebaik-baiknya kurang 10km dari jalan raya dan melebihi 600m dari kawasan penempatan / pembangunan.
- iii) Luas kawasan adalah lebih kurang 20 hektar (50 ekar), kecuali untuk pengambilan kobel sungai.
- iv) Kawasan diketahui mempunyai sumber (terdapat singkapan / bongkah batuan).
- v) Ketebalan beban atas $\leq 15\text{m}$ (diketahui melalui cerapan keratan jalan dan sebagainya).

3.5.2 Kajian Lapangan

Kajian di lapangan yang merangkumi kerja-kerja pemetaan singkapan, penggerimitan dan persampelan adalah seperti berikut:

- i) Pemetaan singkapan dan penyediaan garisan rintis

Kerja memetakan singkapan dan bongkah batuan dijalankan dengan kaedah rintis menggunakan kompas, pita pengukur, alat GPS dan peta dasar (topografi) berskala 1:10,000. Pemetaan adalah bertujuan mendapatkan maklumat litologi, struktur geologi utama seperti sesar dan kekar, dan taburan singkapan secara umum. Maklumat yang berkaitan dicatatkan dalam borang cerapan data.

Untuk penyediaan garisan rintis, kaedah berikut perlu dilaksanakan:

- a) Tentukan titik rujukan (guna GPS atau sebagainya).
- b) Rintis garis dasar di kaki bukit sepanjang 500m hingga 750m.

- c) Buat 5 hingga 7 garisan rintis berukuran 500m hingga 750m setiap satu dengan jarak sela 100m, dan bersudut tepat dengan garis dasar (panjang dan bilangan garis adalah mengikut kesesuaian supaya kawasan kajian mencapai 20 hektar).
- d) Melaksanakan survei topografi.
- e) Tandakan titik untuk penggerimitan dengan kayu pancang dan pita penanda bergrid 100m.

Untuk kobel sungai, cerapan enapan kobel ditanda terus di atas peta dasar, dengan parameter luas dan kedalaman yang diukur.

ii) Penggerimitan

Lokasi lubang gerimit ditentukan mengikut laluan rintis dan sela lubang gerimit adalah bergantung kepada luas kawasan kajian. Kerja-kerja penggerimitan menggunakan gerimit tangan Dormer dijalankan untuk menentukan ketebalan beban atas dan membantu penentuan kedalaman batuan dasar. Penggerimitan ditamatkan apabila tusukan tidak dapat diteruskan. Setiap lubang gerimit hendaklah dilog.

iii) Persampelan

Biasanya bilangan sampel yang dikutip bagi setiap lokasi ialah satu sampel. Berat sampel adalah antara 40kg hingga 60kg. Saiz pecahan batuan ialah lebih kurang 10cm. Sampel yang dikutip hendaklah sebolehnya batuan segar bagi tujuan ujian makmal dan irisan nipis. Alat gerudi tangan Pionjar atau tukul digunakan untuk mengutip sampel. Setiap sampel yang dikutip perlu dilabel dengan sempurna. Untuk kobel sungai, persampelan seberat 40kg hingga 60kg diambil secara pukal bagi semua jenis batuan.

3.5.3 Ujian Makmal

Ujian piawai agregat berikut dijalankan bertujuan menentukan kesesuaian batuan sebagai agregat binaan:

- i) Graviti tentu (bulk specific gravity)
- ii) Serapan air (water absorption)
- iii) Nilai ketahanan (soundness value)
- iv) Indeks kepingan (flakiness index)
- v) Nilai hentaman agregat (aggregate impact value)
- vi) Nilai penghancuran agregat (aggregate crushing value)
- vii) Nilai kehalusan 10% (10% fines value)
- viii) Nilai lelasan Los Angeles (Los Angeles abrasion value)

Ujian-ujian di atas dilaksanakan mengikut kaedah *British Standard Specification* BS 812: Part 1 & 3: 1967 and Part 121:1989, kecuali untuk ujian lelasan Los Angeles dan nilai ketahanan, yang mengikut kaedah *American Society Of Testing Material (ASTM) Following RRL Report*, LR-93. Kesesuaian batuan sebagai agregat dirujuk kepada had ujian yang diguna pakai oleh Jabatan Kerja Raya Malaysia (JKR).

Pemeriksaan petrografi hendaklah juga dilaksanakan untuk menentukan jenis batuan dan mengenal pasti kewujudan mineral perosak (deleterious minerals) seperti pirit, arsenopirit, tremolit, mineral silika reaktif, jarosit dan sebagainya.

Sekiranya terdapat mineral yang berkemungkinan akan menyumbang kepada tindak balas silika, ujian lanjutan ke atas sampel berkenaan dicadangkan mengikut kaedah kimia dan mortar bar untuk mengesan tindak balas alkali silika secara tepat.

3.6 Anggaran Isipadu Sumber Agregat

Jumlah isipadu sumber agregat ditentukan dengan langkah-langkah berikut:
Keratan rentas diplot mengikut garisan rintis.

Isipadu bagi setiap blok di antara dua keratan rentas bertentangan (m³) = Purata luas kawasan keratan rentas bertentangan (m²) x Jarak antara keratan rentas (m)

Jumlah isipadu keseluruhan tapak (m³) = Jumlah isipadu setiap blok (m³)

Jumlah kuantiti sumber batuan (tan metrik) = Jumlah isipadu keseluruhan tapak (m³) x Ketumpatan tentu batuan

Bagi pengiraan isipadu kobel sungai:

Isipadu = 1/3 lebar sungai x Panjang enapan x Kedalaman yang dibenarkan

3.7 Penyediaan Laporan

Keputusan dan hasil kajian dinyatakan dalam laporan mengikut format yang ditentukan. Rujuk Lampiran 4 sebagai rujukan, ciri-ciri fizikal agregat batuan ditunjukkan dalam Jadual 1.

Jadual 1: Ciri-ciri fizikal agregat batuan mengikut jenis

Rock Type	Bulk Specific Gravity	Absorption (%)	Deval Test (%)	Loss of Abrasion	
				LA Test (%)	Toughness*
Basalt	2.86	0.5	3.1	14	19
Chert	2.50	1.6	8.5	26	12
Diabase	2.96	0.3	2.6	18	20
Dolomite	2.70	1.1	5.5	25	9
Gneiss	2.74	0.3	5.9	45	9
Granite	2.65	0.3	4.3	38	9
Limestone	2.66	0.9	5.7	26	8
Marble	2.63	0.2	6.3	47	6
Quartzite	2.69	0.3	3.3	28	16
Sandstone	2.54	1.8	7.0	38	11
Schist	2.85	0.4	5.5	38	12

* height in cm for a 2 kg steel plunger to cause a rock core about 2.5 cm diameter and 2.5 cm high to fail
Source: Woolf, 1953

4.0 EKSPLORASI BATU KAPUR

4.1 Pengenalan

Batu kapur adalah batuan sedimen yang mengandungi bahan kalsium karbonat yang kebanyakannya dalam bentuk mineral kalsit (CaCO_3). Manakala, batu dolomit adalah batuan sedimen yang mengandungi mineral dolomit (MgCO_3) sebagai mineral utama.

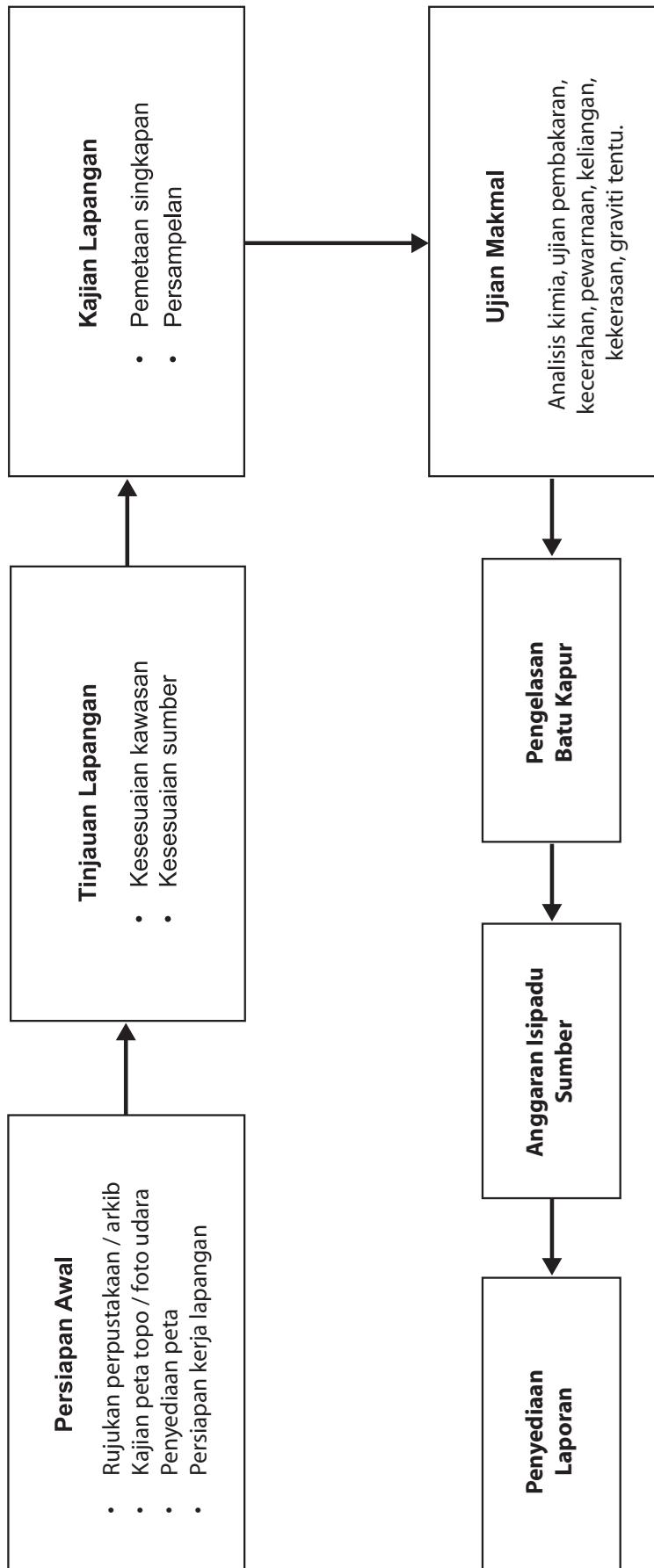
Batu kapur mempunyai pelbagai kegunaan berdasarkan kepada sifat-sifat fizikal atau kimia ataupun kedua-duanya sekali. Di antara kegunaan utama batu kapur termasuklah dalam pembuatan batu dimensi, simen, kalsium karbida, serpihan terazo, serbuk kalsium karbonat dan sebagai bahan pengisi. Dolomit pula banyak digunakan dalam industri pembuatan kaca, pertanian dan bahan fluks dalam industri keluli.

4.2 Objektif

Objektif kajian ialah untuk mengenal pasti dan menentukan kegunaan sumber batu kapur dan membuat anggaran kasar isipadu / simpanan sumber batu kapur yang berpotensi untuk dibangunkan.

4.3 Skop Kajian

Kajian ini ditumpukan terhadap kawasan yang berpotensi untuk sumber batu kapur. Skop kajian melibatkan kajian lapangan dan ujian makmal bagi menentukan kesesuaian dan kegunaannya. Faktor-faktor yang diambil kira untuk menentukan potensi sesuatu kawasan ialah lokasi, jalan perhubungan, keperluan pembangunan, ketebalan beban atas, kandungan kimia, sifat fizikal, jenis dan jumlah isipadu sumber. Skop kajian ini diringkaskan seperti di Rajah 2.



Rajah 2: Carta aliran eksplorasi batu kapur.

4.4 Persiapan Awal

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

4.4.1 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, sekiranya ada.

4.4.2 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.

4.4.3 Penyediaan Peta

- i) Semua maklumat penting yang diperolehi perlu ditanda pada peta dasar bagi memudahkan rujukan sama ada di pejabat atau di lapangan.
- ii) Menggunakan peta dasar berskala 1:50,000 dan tanda pada peta kawasan pembangunan, pusat pertumbuhan, infrastruktur semasa dan yang dirancang pada masa hadapan.
- iii) Berdasarkan maklumat geologi dan topografi, tandakan kawasan yang dijangka sesuai untuk pembangunan kuari, dalam lingkungan lebih kurang 30km dari kawasan pusat pertumbuhan.
- iv) Plot jalan perhubungan yang ada ke kawasan berkenaan.

4.4.4 Persiapan Kerja Lapangan

- i) Peta topografi kawasan berskala 1:50,000
- ii) Kompas, Alat *Global Positioning System* (GPS)
- iii) Alat gerudi Pionjar
- iv) Tukul
- v) Tali pengukur (50m / 100m) dan pita ukur
- vi) Kayu pancang, pita penanda dan parang
- vii) Buku nota, karung sampel dan pen penanda
- viii) Kenderaan
- ix) Pasukan kerja (1 pegawai Kajibumi; 2 Pembantu Kajibumi; 6 – 8 Pekerja Am)

4.5 Kaedah Kajian

Kaedah kajian meliputi maklumat tinjauan, kajian di lapangan dan pelaksanaan ujian serta analisis terhadap sampel batuan di makmal.

4.5.1 Tinjauan di Lapangan

Tinjauan di lapangan ialah peringkat mendapatkan maklumat lanjut berkaitan kawasan yang terpilih berdasarkan input-input sebelumnya. Tujuannya ialah bagi membuat pertimbangan kesesuaian terhadap kawasan untuk kajian sumber batu kapur. Antara faktor yang diambil kira sebelum membuat keputusan ialah:

- i) Kawasan masih belum diteroka atau diusahakan dan lebih baik jika ianya tanah kerajaan.
- ii) Jarak kawasan hendaklah kurang 10km dari jalan raya dan sekurang-kurangnya 3km dari kawasan penempatan / pembangunan.
- iii) Luas kawasan adalah lebih kurang 20 hektar (50 ekar).
- iv) Kawasan kewujudan batu kapur dikenal pasti melalui kewujudan bukit bertopografi karst.

4.5.2 Kajian Lapangan

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

- i) Pemetaan singkapan

Kerja memetakan singkapan dan fitur batuan dijalankan dengan kaedah rintisan menggunakan kompas, pita pengukur (50m), alat GPS dan

peta dasar (topografi) berskala 1:50,000. Pemetaan adalah bertujuan mendapatkan maklumat litologi, struktur geologi utama seperti sesar dan kekar, dan taburan singkapan secara umum.

Rintisan menggunakan pita ukur dan kompas dilakukan di sekeliling bukit batu kapur. Maklumat mengenai struktur dan keadaan batu kapur dicerap. Anggaran ketinggian dinding bukit batu kapur pada sela yang sama dibuat untuk memudahkan pengiraan isipadu batu kapur dan bagi menentukan tapak kuari yang berpotensi. Penentuan tapak kuari bagi bukit batu kapur adalah berdasarkan tinggi bukit yang sesuai, ketiadaan struktur-struktur yang membahayakan dan terdapatnya jalan perhubungan yang sedia ada ke kawasan tapak.

ii) **Persampelan**

Persampelan batuan dilaksanakan pada setiap 50m di sekeliling bukit batu kapur. Bagi menggariskan kawasan yang tinggi kandungan kalsium atau magnesium, jarak sela boleh dirapatkan sehingga 25m. Sampel yang dikutip seelok-eloknya terdiri daripada batuan segar bagi tujuan ujian makmal dan irisan nipis. Tukul atau alat gerudi Pionjar digunakan untuk membuat persampelan. Sekiranya batuan segar sukar diperolehi, batuan terluluhawa gred II boleh diambil. Setiap sampel yang dikutip perlu dilabel dengan sempurna.

4.5.3 Ujian Makmal

Ujian makmal yang dijalankan bagi batu kapur:

- i) Analisis kimia bagi kandungan CaO , MgO , P , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 dan *acid insolubles*.
- ii) Ujian pembakaran.
- iii) Ujian kecerahan (brightness).
- iv) Ujian pewarnaan menggunakan kaedah Keller and Moore (1943) untuk penentuan segera dolomit dan kalsit.
- v) Keliangan (porosity).
- vi) Kekerasan (hardness).
- vii) Graviti tentu (specific gravity).

Pemeriksaan petrografi hendaklah juga dilaksanakan untuk menentukan jenis batuan dan mengenal pasti kewujudan mineral perosak (deleterious minerals) seperti pirit, arsenopirit, tremolit dan mineral silika reaktif.

4.6 Pengelasan Batu Kapur

Berdasarkan keputusan analisis kimia, batu kapur diklasifikasikan kepada gred tertentu mengikut kandungan CaCO_3 . Sebagai panduan, maklumat berkaitan spesifikasi kimia dan fizikal bagi

4.7 Anggaran Isipadu Sumber Batu Kapur

Anggaran jumlah isipadu sumber batu kapur bagi bukit tertentu dikira berdasarkan luas permukaan darab ketinggian purata bukit.

$$\begin{array}{l} \text{Anggaran jumlah kuantiti} \\ \text{sumber batuan} \\ \text{(tan metrik)} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Jumlah isipadu} \\ \text{keseluruhan bukit} \\ \text{(m}^3\text{)} \end{array} \times \begin{array}{l} 2.69 \\ \text{(graviti tentu batu} \\ \text{kapur)} \end{array}$$

4.8 Penyediaan Laporan

Keputusan dan hasil kajian dinyatakan dalam laporan mengikut format yang ditentukan. Rujuk Lampiran 4.

Jadual 2: Spesifikasi produk-produk berasaskan batu kapur.

<i>Physical Properties Of Calcium Carbonate Fillers</i>					
	Rhombohedral Calcite PCC	Scalenohedral Calcite PCC	Orthorhombic Aragonite PCC	Fine-ground limestone	Ultrafine-ground limestone
Refractive index	1.58	1.58	1.63	1.58	1.58
Specific Gravity	2.71	2.71	2.92	2.71	2.71
TAPPI brightness (%)	99	99	99	95	95
Surface area, m ² /g	6-8	9-15	9-13	5-7	10-12
Einlehner Abrasion (mg)	3	3-5	4-8	8	4
Particle size, SediGraph					
+5µm (%)	-	2	3	20	3
-2µm (%)	99	45	75	70	90
Mean, µm	0.7	1.0-3.0	0.5-1.0	2.0	0.8

Source: Trivedi and Hagemeyer, 1994

<i>Physical Properties Of Calcium Carbonate Pigments</i>				
	Natural		Precipitated	
	Fine-ground limestone	Ultrafine-ground limestone	Calcite	Aragonite
Specific gravity	2.71	8.71	2.71	2.93
Index of refraction, mean	1.58	1.58	1.58	1.63
Hardness, (Mohs scale)	3	3	3.0	3.5
Decomposition temp, °C	800-900	800-900	800-900	800-900
Valley Abrasion, mg	25	10	5	8
Brightness, % (GE)	95	96	98	99
Oil absorption, cc/100 g	13	23	30	55
Surface area, m ² /g	3.2	9.6	6.8	8.5

Source: Trivedi and Hagemeyer, 1994

<i>Chemical Composition Of Commercial Dolomite & Dolomite Products (%)</i>							
	Spain Stone glass	USA Quicklime glass	USA Normal hydrate glass	UK Dead- burned* refractory	Norway Stone filler	UK Stone roadstone	Germany Stone dolime
CaO	31.1	56.61	47.95	56.90	30.6	32.5	31.5
MgO	21.7	40.29	34.13	40.7	22.0	18.0	20.2
Fe ₂ O ₃	0.10	0.13	0.11	0.9	0.03	0.8	0.4
Al ₂ O ₃	0.02	0.29	0.25	0.5	0.05	0.6	0.4
SiO ₂	0.05	0.57	0.47	1.0	0.6	2.0	0.5
LOI	47.0	-	-	-	47.0	45.1	47.0
BD	-	-	-	3.25	-	2.68	2.7

*pelletized, double-burnt (United Kingdom)

<i>Chemical Composition Of Calcium Carbonate Rocks (%)</i>										
	USA Lst filler	USA Marble filler	Italy Marble filler	USA PCC filler	USA Lst glass	USA Lst agric.	UK Calcite* terrazzo	USA Oyster shells	UK Chalk filler	UK Met .lst./ aggregate
CaCO ₃	96	95 min	98.05	98.4	98.0	97.1	98.64	96-98	97.18	0.5
MgCO ₃	1.5	3.0 max.	2.34	0.7	1.3	2.0	0.44	1.0	0.46	3.8
SiO ₂	1.2		0.11	0.05	0.15	NA	0.69	0.5-1.5	1.82	18.2
Al ₂ O ₃	0.3		0.05	-	0.08	NA	0.01	0.1-0.25	0.17	5.4
Fe ₂ O ₃	0.08	-	0.02	0.10	0.12	NA	0.03	0.1-0.15	0.10	2.1
H ₂ O	0.25			0.3	0	1-2.5				
Brightness	96	92-95		98	-	-	-	-	86-93	

*byproduct of fluorspar & barite extraction

<i>Composition of Aragonite (%)</i>					<i>Specification of Commercial Lime</i>		
	Chemical analysis	US sieve #	Screen analysis retained wt%	Cumulative retained wt%		Lump/ granular quicklime	Hydrated lime
					Dry state	CaO	Ca(OH) ₂
CaCO ₃	97	20	3	3	CaO	94.57	96.6
SiO ₂	0.04	30	3	6	CaCO ₃	4.18	0.86
Fe ₂ O ₃	0.02	40	23	29	SiO ₂	0.83	0.67
Al ₂ O ₃	0.02	50	25	54	MgO	0.25	0.2
MgO	0.23	70	22	76	Al ₂ O ₃	0.2	0.14
Mn	0.0005-0.005	100	12	88	Fe ₂ O ₃	0.05	0.05
Sr	0.1-1.0	140	10	98	Trace elements	0.1	0.08
S organic	0.13	200	2	100	Moisture (free)	-	0.6
S inorganic	0.01	-200	trace		As dispatched		
Chlorides as NaCl	0.25				Ca(OH) ₂	5.14	
Other organics	0.41				LOI	2.84	
LOI	44.3				Neutralizing value	95.5	
					Bulk density (kg/m ³)	1,040-1,200	-
					Loose	-	480
					Compacted	-	590

Source: RMC Industrial Minerals Ltd (UK)

<i>Particle Sizes For Filler Applications (µm)</i>			
	Mean	Top	Use
Bulk			
Coarse	22-40	420	Joint cement, carpet backing, asphalt roofing
Medium	12-22	100	Caulk, putty, sealants, rubber
Fine			
Fine	3-10	44	Paper, paint, plastics, rubber
Ultrafine	0.7-2	10	Paper, paint, plastics

Specifications For Limestone & Dolomite Used In Glass (%)

Chemical	Flat Glass Limestone	Flat Glass Dolomite	Container Glass Limestone	Container Glass Dolomite
CaOmin	54.85	29.5	-	-
MgO	0.80 max.	21.40 min.	± 0.3	±0.3
Acid insol max.	0.6	0.6		
Fe ₂ O ₃ ,max	0.075	0.25	0.1	0.1
Al ₂ O ₃ , max.	0.35	0.4	±0.5	±0.5
SiO ₂			±0.5	±0.5
CaO			±0.3	±0.3
Sulfate, max	0.05	0.2		
Free carbon, max.	0.1	0.4		
Moisture, max	0.05	0.1		
Cr ₂ O ₃ , max			0.001	0.001
Physical				
Cum. retained on				
8 mesh	0	0		0
12 mesh	2 max.		0	
16 mesh		0.5 max.		
20 mesh		20 max.	20 max.	20 max.
100 mesh		88 min.		10 max.
140 mesh	88 min.			
170 mesh			5 max.	
200 mesh	95 min.	95 min.		

<i>Calcium Carbonate Materials Used In Glass</i>				
	USA	Bahamas	Spain	USA
	Limestone	Aragonite	Dolomite	Quicklime
CaCO ₃	98.0	97		
CaO			31.1	56.61
MgCO ₃	1.3			
MgO		0.23	21.7	40.29
Fe ₂ O ₃	0.12	0.02	0.1	0.13
Al ₂ O ₃	0.08	0.02	0.02	0.29
SiO ₂		0.04	0.05	0.57

<i>Typical CaO and MgO content by glass type (% by weight)</i>		
	CaO	MgO
Container glass-white	11.3	0.1
Container glass – green	11.4	0.1
Flat glass	8.2	4.0
Pressed ware	6.2	4.4
Borosilicate glass	0.1	-
Lead-crystal glass	0.2	-
CRT faceplate	3.5	3.5
Fiber optics	-	-
Glass ceramics	2.7	-
Textile fiberglass		
A-Glass	9.0	3.5
C-Glass	14.0	3.0
D-Glass	0.5	0.2
E-Glass	17.0	4.5
R-Glass	9.0	6.0
S-Glass	-	10.0
AR-Glass	-	-

<i>Chemical Properties Of Calcium Carbonate Pigments (%)</i>				
	Ground limestone	Precipitated Calcium Carbonate¹	Precipitated Calcium Carbonate²	Precipitate Calcium Carbonate³
CaCO ₃	96.63	98.36	98.43	98.62
CaSO ₄	-	0.08	0.78	0.63
MgCO ₃	2.43	0.70	0.37	0.21
Al ₂ O ₃	0.28	0.09	0.07	0.01
Fe ₂ O ₃	0.09	0.07	0.06	0.01
SiO ₂	0.37	0.1	0.04	0.02
NaCl	-	-	-	0.10
H ₂ O loss @ 110°C	0.20	0.60	0.25	0.30
pH (saturate solution)	9.1	9.4	10.3	8.5
<i>Calcium carbonate formed through the following reactions:</i>				
1 Ca(OH) ₂ + CO ₂ → CaCO ₃ + H ₂ O			Source: Triveldi and Hagemeyer, 1994	
2 Ca(OH) ₂ + Na ₂ CO ₃ → CaCO ₃ + 2NaOH				
3 CaCl ₂ + Na ₂ CO ₃ → CaCO ₃ + 2NaCl				

5.0 EKSPLORASI BATU DIMENSI

5.1 Pengenalan

Batu dimensi ditakrifkan sebagai sebarang batuan yang dapat dikuari untuk dijadikan dalam bentuk bongkah atau blok serta dipasarkan dalam pelbagai dimensi sama ada secara potongan kasar atau digilap. Sebarang jenis batuan keras yang menarik boleh digunakan sebagai batu dimensi seperti granit, marmar, batu pasir dan sebagainya.

Eksplorasi batu dimensi bertujuan menyediakan maklumat asas potensi sumber batu dimensi tempatan untuk kegunaan dalam industri binaan dan menggalakkan usaha hasilan sumber batuan tempatan.

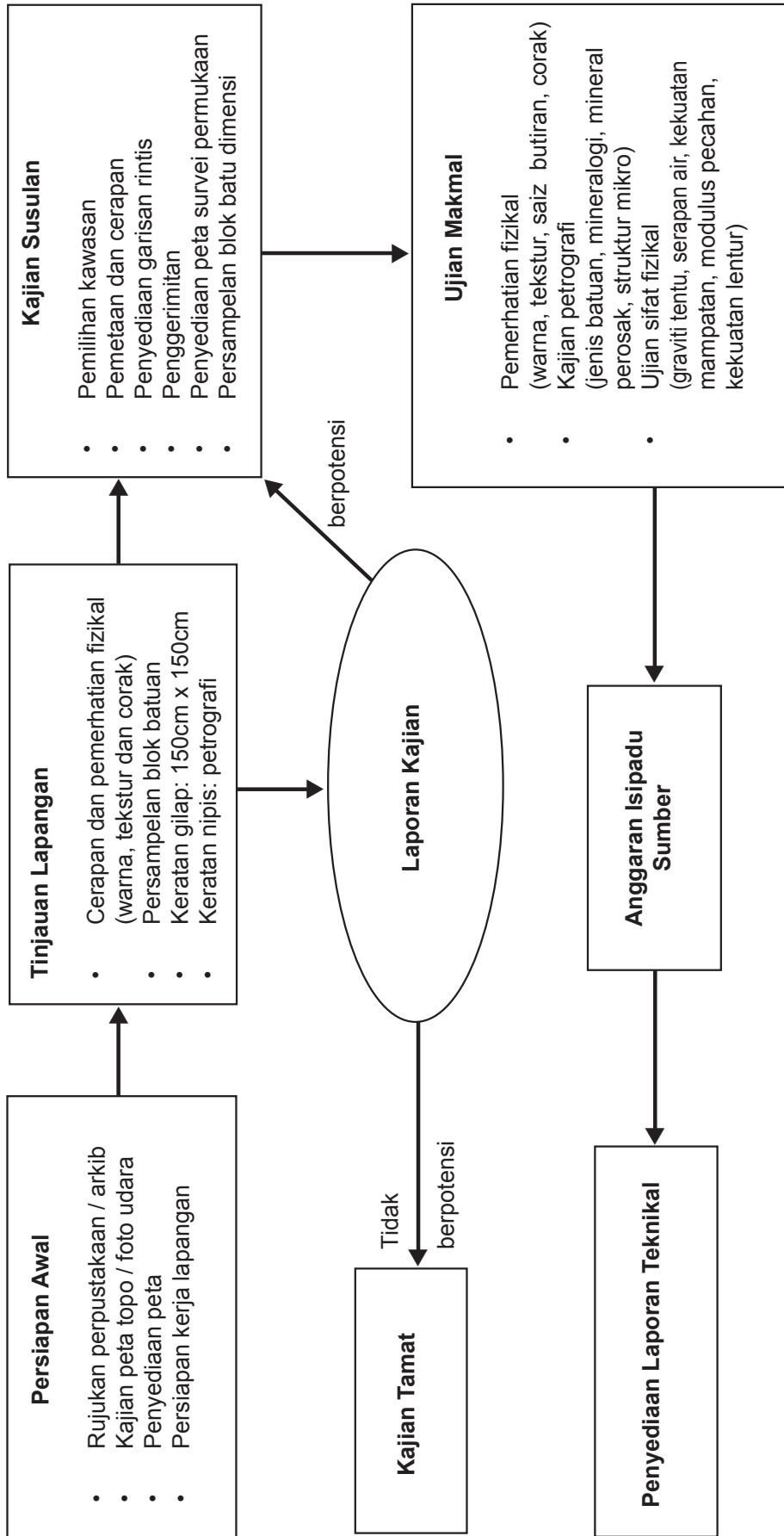
5.2 Objektif

Objektif kajian ialah untuk menentukan kualiti dan kesesuaian batuan sebagai sumber batu dimensi, mengenal pasti potensi tapak kuari dan membuat anggaran kasar isipadu sumber batu dimensi yang berpotensi untuk dibangunkan.

5.3 Skop Kajian

Kajian ini ditumpukan terhadap kawasan yang berpotensi untuk batu dimensi sama ada singkapan atau bongkah batuan. Ia melibatkan kajian lapangan dengan pengambilan sampel serta ujian-ujian makmal bagi menentukan kesesuaiannya sebagai batu dimensi.

Faktor-faktor yang diambil kira untuk menentukan potensi sesuatu kawasan ialah lokasi, jalan perhubungan, sifat geologi batuan, ciri-ciri menarik, ketebalan beban atas dan jumlah isipadu sumber. Skop kajian ini diringkaskan seperti di Rajah 3.



Rajah 3: Carta aliran eksplorasi batu dimensi.

5.4 Persiapan Awal

Tugasan ini bertujuan mendapatkan gambaran awal bagi kawasan eksplorasi yang dipilih untuk perancangan kerja lapangan dan penentuan kaedah serta keperluan siasatan. Pegawai terlibat hendaklah merujuk dan meneliti maklumat yang sedia ada berkaitan kawasan bagi membantu membuat keputusan dan perancangan.

5.4.1 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, sekiranya ada.

5.4.2 Kajian Peta Topografi dan Foto Udara / Imej Satelit

- i) Untuk mendapat gambaran topografi dan geomorfologi kawasan, 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 fitur-fitur yang boleh membantu dalam pelaksanaan kajian di lapangan.

5.4.3 Penyediaan Peta

- i) Semua maklumat penting yang diperoleh perlu ditanda pada peta dasar bagi memudahkan rujukan sama ada di pejabat atau di lapangan.
- ii) Guna peta dasar berskala 1:50,000 dan tandakan pada peta kawasan pembangunan, pusat pertumbuhan, infrastruktur semasa dan yang dirancang pada masa hadapan.
- iii) Berdasarkan maklumat geologi dan topografi, tandakan kawasan dijangka sesuai untuk pembangunan kuari dalam lingkungan lebih kurang 30km dari kawasan pusat pertumbuhan.
- iv) Plot jalan perhubungan yang ada ke kawasan berkenaan.

5.4.4 Persiapan Kerja Lapangan

- i) Peta topografi kawasan berskala 1:50,000
- ii) Gerimit tangan Dormer
- iii) Alat *Global Positioning System* (GPS)
- iv) Alat gerudi Pionjar
- v) Tukul
- vi) Tali pengukur (50m / 100m) dan pita pengukur
- vii) Kayu pancang, parang dan pita penanda
- viii) Buku nota, karung sampel dan pen penanda
- ix) Kenderaan
- x) Pasukan kerja (1 Pegawai Kajibumi; 2 Pembantu Kajibumi; 6 – 8 Pekerja Am)
- xi) Topi keselamatan, penutup habuk, kasut keselamatan, plug telinga, sarung tangan dan cermin mata keselamatan

5.5 Kaedah Kajian

Kaedah kajian meliputi maklumat tinjauan, kajian di lapangan dan pelaksanaan ujian serta analisis terhadap sampel batuan di makmal. Apabila perlu, kajian susulan hendaklah dibuat mengikut kaedah-keadah yang ditetapkan.

5.5.1 Kajian Tinjauan

i) Pemetaan dan cerapan

Berdasarkan maklumat geologi, laporan dan rekod kerja lapangan terdahulu dan interpretasi maklumat lain seperti lokasi kuari; kawasan yang berkemungkinan wujudnya singkapan batuan ditentukan. Pemetaan permukaan ringkas dilakukan ke atas singkapan batuan yang ditemui bagi mengumpul maklumat geologi seperti jenis batuan, warna, mineralogi, tekstur dan struktur geologi utama seperti kekar, sesar, retakan dan kandungan mineral perosak. Maklumat geomorfologi seperti saiz, bentuk dan kecerunan singkapan batuan serta corak perhubungan jalan juga dicatat bertujuan mendapatkan gambaran awal potensi batuan tersebut untuk dikuari. Alat GPS, peta topo dasar 1:50,000 dan kompas digunakan untuk tandaan lokasi cerapan dan persampelan.

ii) Persampelan

Sampel batuan segar diambil dengan menggunakan mesin gerudi tangan Pionjar. Sampel berukuran sekurang-kurangnya 20cm garispusat diambil untuk kajian kepingan gilap dan keratan nipis.

iii) **Kajian makmal**

Sampel batuan dipotong untuk menghasilkan kepingan gilap sekurang-kurangnya bersaiz 15cm x 15cm bagi pemerhatian fizikal seperti warna, tekstur dan corak menarik yang berpotensi untuk batu dimensi. Kajian petrografi keratan nipis juga dilakukan terutama menentukan mineralogi dan jenis batuan. Gambar kepingan gilap diambil dan ukuran yang terbaik adalah mengikut saiz sebenar tekstur atau butiran batuan untuk tujuan pelaporan.

5.5.2 **Kajian Susulan**

i) **Pemilihan kawasan**

Pemilihan kawasan adalah peringkat menentukan maklumat kawasan yang terpilih berdasarkan input kajian tinjauan yang telah dilaksanakan. Tujuannya ialah bagi membuat pertimbangan kesesuaian terhadap kawasan untuk kajian sumber batu dimensi. Antara faktor-faktor yang diambil kira sebelum membuat keputusan ialah:

- a) Kawasan masih belum diteroka atau diusahakan dan lebih baik jika ianya tanah kerajaan.
- b) Jarak kawasan hendaklah kurang 10km dari jalan raya dan sekurang-kurangnya 3km dari kawasan penempatan / pembangunan.
- c) Luas kawasan adalah lebih kurang 20ha (50 ekar).
- d) Kawasan diketahui mempunyai sumber seperti singkapan atau bongkah batuan.
- e) Ketebalan beban atas $\leq 30\text{m}$ (diketahui melalui cerapan keratan jalan dan sebagainya).

ii) **Kajian lapangan**

Kajian di lapangan merangkumi kerja-kerja pemetaan, cerapan dan persampelan terhadap singkapan dan bongkah.

a) **Pemetaan dan cerapan**

Kerja memetakan singkapan dan bongkah batuan dijalankan dengan kaedah rintis menggunakan kompas, pita pengukur (50m), alat GPS dan peta dasar (topografi) berskala 1:50,000. Pemetaan adalah bertujuan mendapatkan maklumat geologi yang penting seperti jenis batuan, warna, mineralogi, keseragaman tekstur, struktur geologi utama seperti sistem sesar dan kekar, dan taburan singkapan secara umum. Kehadiran mineral-mineral perosak (deleterious minerals) seperti mineral sulfida, mineral terubah (serisit dan klorit), segregasi dan zeolit perlu diberi perhatian.

b) Penyediaan garisan rintis

Untuk penyediaan garisan rintis, kaedah berikut perlu dilaksanakan:

- Tentukan titik rujukan menggunakan GPS atau sebagainya
- Rintis garis dasar di kaki bukit sepanjang 500m hingga 750m
- Buat garisan rintis bersela 100m, bersudut tepat dengan cerun sepanjang 500m hingga 750m, sebanyak 5 hingga 7 garisan
- Tandakan titik untuk penggerimitan dengan kayu pancang dan pita penanda bergrid 100m

c) Penggerimitan

Lokasi lubang gerimit ditentukan mengikut laluan rintis dan sela lubang gerimit adalah bergantung kepada luas kawasan kajian. Kerja-kerja penggerimitan menggunakan gerimit tangan Dormer dijalankan untuk menentukan ketebalan beban atas dan membantu penentuan kedalaman batuan dasar. Penggerimitan ditamatkan apabila tusukan tidak dapat diteruskan. Setiap lubang gerimit hendaklah dilog.

d) Persampelan

Tiga sampel bagi setiap lokasi yang berukuran 0.5m x 0.5m x 0.5m diambil bagi tujuan ujian makmal dan keratan gilap. Sampel batuan segar daripada singkapan atau bongkah yang mewakili dikutip dengan menggunakan alat gerudi Pionjar atau tukul. Setiap sampel yang dikutip perlu dilabel dengan sempurna.

5.5.3 Kajian Makmal

Sampel batuan yang terpilih di lapangan dibawa ke makmal untuk dibuat keratan nipis dan kepingan gilap bagi menentukan sifat dan kesesuaiannya sebagai batu dimensi. Pemerhatian dan kajian makmal yang dilaksanakan adalah seperti berikut:

i) **Pemerhatian fizikal**

- a) Warna yang menarik (seragam atau variasi)
- b) Tekstur yang seragam
- c) Saiz butiran batuan yang seragam
- d) Corak menarik

ii) Kajian petrografi

- a) Penentuan jenis batuan
- b) Mineralogi batuan
- c) Kehadiran bahan atau mineral perosak
- d) Kewujudan struktur mikro

iii) Ujian sifat fizikal

Ujian sifat fizikal dilakukan ke atas sampel batuan yang berpotensi sahaja. Kajian lanjutan ini bertujuan untuk menentukan kesesuaian batuan daripada segi fizikal sebagai batu dimensi. Ujian piawai dijalankan mengikut kaedah *American Society For Testing Materials (ASTM)*, disenaraikan seperti berikut:

- a) Graviti tentu (bulk specific gravity – C97)
- b) Serapan air (water absorption – C97)
- c) Kekuatan mampatan
- d) Modulus pecahan
- e) Kekuatan lentur

5.6 Anggaran Isipadu Sumber Batu Dimensi

Jumlah isipadu sumber batu dimensi ditentukan dengan langkah-langkah berikut:

5.6.1 Marmar / Batu Kapur

Isipadu simpanan marmar bagi kawasan kajian adalah anggaran kasar yang dikira daripada:

$$\text{Isipadu (m}^3\text{)} = \frac{\text{Luas permukaan bukit (m}^2\text{)}}{\text{Ketinggian purata bukit tersebut (m)}} \times \text{Ketinggian purata bukit tersebut (m)}$$

$$\text{Jumlah kuantiti sumber batuan (tan metrik)} = \text{Jumlah isipadu (m}^3\text{)} \times \text{Ketumpatan pukal (bulk density) batuan}$$

5.6.2 Batuan Lain

Keratan rentas diplot mengikut garisan rintis

$$\begin{array}{l} \text{Isipadu bagi setiap} \\ \text{blok di antara dua} \\ \text{keratan rentas} \\ \text{bertentangan (m}^3\text{)} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Purata luas kawasan} \\ \text{keratan rentas} \\ \text{bertentangan (m}^2\text{)} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{Jarak antara} \\ \text{keratan rentas} \\ \text{(m)} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Jumlah isipadu keseluruhan tapak} \\ \text{(m}^3\text{)} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Jumlah isipadu setiap blok (m}^3\text{)} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Jumlah kuantiti} \\ \text{sumber batuan} \\ \text{(tan metrik)} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Jumlah isipadu} \\ \text{keseluruhan tapak} \\ \text{(m}^3\text{)} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{Ketumpatan pukal} \\ \text{(bulk density) batuan} \end{array}$$

5.7 Penyediaan Laporan

Keputusan dan hasil kajian dinyatakan dalam laporan mengikut format yang ditentukan. Rujuk Lampiran 4.

6.0 EKSPLORASI PASIR DAN KELIKIR

6.1 Pengenalan

Pasir dan kerikil merupakan bahan mentah penting dalam industri binaan. Selain digunakan untuk tambakan, pasir adalah bahan utama dalam adunan simen, barangan konkrit, dan bata simen. Terdapat juga pasir berspesifikasi tertentu digunakan bagi keperluan padang golf dan sebagai bahan penapis. Kegunaan utama kelikir ialah sebagai bahan butiran kasar dalam konkrit dan juga untuk pembinaan jalan. Pasir dan kelikir untuk kegunaan sedemikian boleh diperolehi dari kawasan bekas lombong, dasar sungai, aluvium daratan dan kawasan luar pantai.

6.2 Objektif

Eksplorasi pasir dijalankan bertujuan:

- i) Mengenal pasti kawasan longgokan sumber pasir dan kelikir.
- ii) Menentukan jumlah anggaran sumber.
- iii) Menilai potensi kegunaan.
- iv) Melengkapkan pangkalan data sumber pasir dan kelikir negara.

6.3 Skop Kajian

6.3.1 Pasir Aluvium dan Pasir Bekas Lombong

Kajian tersebut melibatkan kerja-kerja penggerimitan lubang cetek menggunakan alat gerimit tangan bagi:

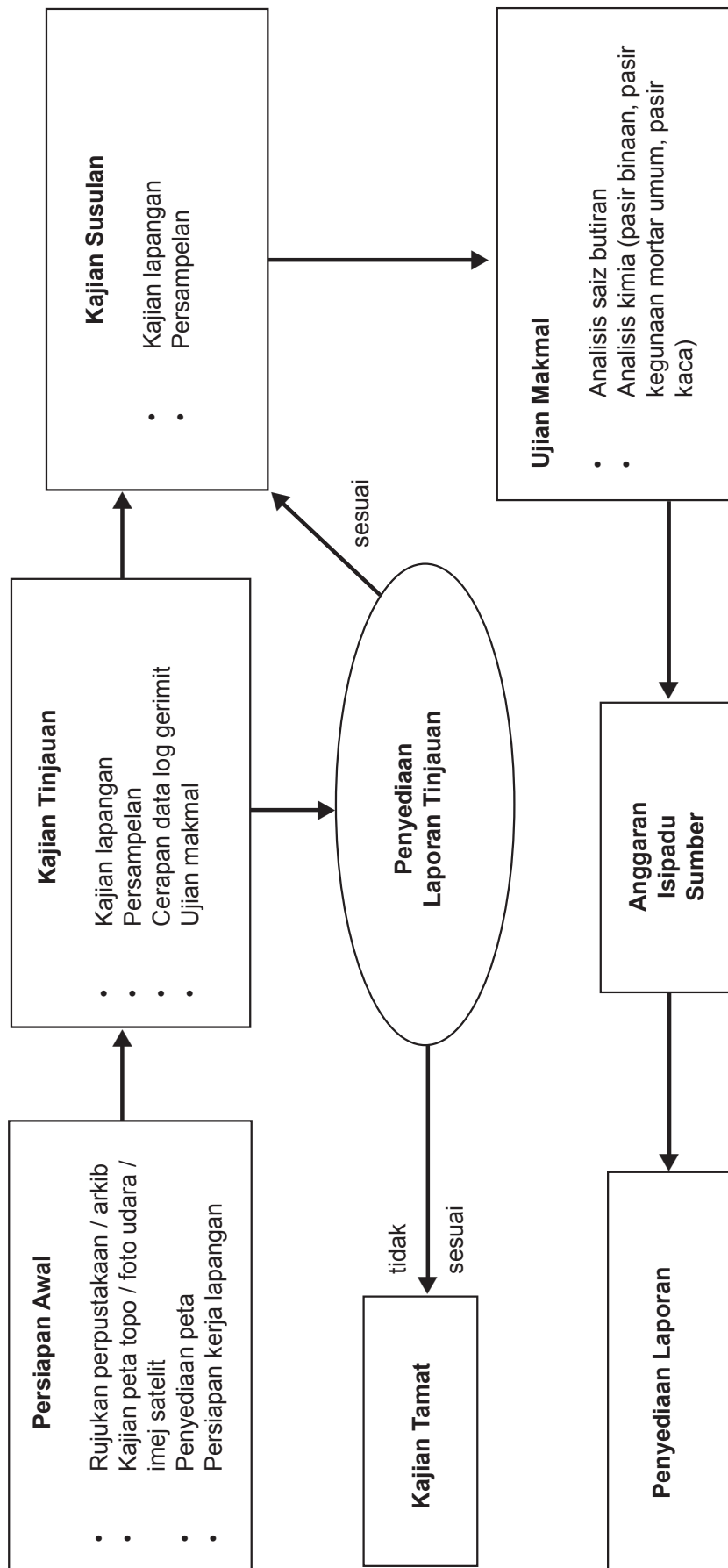
- i) Menentukan ketebalan beban atas.
- ii) Menentukan ketebalan lapisan sumber pasir.
- iii) Menentukan jumlah, kualiti dan kegunaan sumber pasir

6.3.2 Pasir Sungai

Kajian tersebut melibatkan penggunaan alat *grab sampler* bagi:

- i) Menentukan kawasan longgokan pasir di sungai.
- ii) Menganggar kuantiti, kualiti dan kegunaan sumber pasir.

Skop kajian ini diringkaskan seperti di Rajah 4.



Rajah 4: Carta aliran eksplorasi pasir dan kelikir.

6.4 Persiapan Awal

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

6.4.1 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 terutama geologi Kuaterner daripada laporan dan peta.
- iii) Membuat rujukan terhadap maklumat terdahulu berkaitan rekod carigali dan perlombongan, jika ada.
- iv) Meneliti data log lubang gerudi sedia ada daripada pelbagai aktiviti terdahulu.

6.4.2 Kajian Peta Topografi dan Foto Udara / Imej Satelit

- i) Untuk mendapat gambaran topografi dan geomorfologi kawasan, di samping untuk mendapatkan maklumat jalan, penempatan dan keadaan kawasan bagi perancangan kerja dan lain-lain.
- ii) Jika perlu, foto udara dan imej satelit dikaji bagi mendapat gambaran secara menyeluruh dan membuat interpretasi awal terhadap petunjuk-petunjuk yang boleh membantu dalam pelaksanaan kajian di lapangan.
- iii) Lazimnya, sumber pasir di Malaysia boleh didapati daripada longgokan resen yang tak padat yang mempunyai asal mula seperti permatang pasir pantai kuno / gumuk pasir (juga sumber utama pasir silika), tasik ladam, dasar sungai kuno, bekas lombong timah aluvium dan beting pasir.

6.4.3 Penyediaan Peta

Peta dasar berskala 1:50,000 hendaklah disediakan dan semua maklumat penting yang diperolehi perlu ditanda pada peta dasar bagi memudahkan rujukan di lapangan.

6.4.4 Persiapan Kerja Lapangan

- i) Peta topografi kawasan berskala 1:50,000
- ii) Gerimit tangan Dormer (mata lempung / pasir) dan aksesori
- iii) Alat gerimit Van Der Staay dan alat grab sampler
- iv) Alat *Global Positioning System* (GPS) dan kompas
- v) Kanta tangan
- vi) Karung sampel, pen penanda dan buku nota
- vii) Kenderaan
- viii) Pasukan kerja (1 Pegawai Kajibumi; 2 Pembantu Kajibumi; 6 – 8 Pekerja Am)

6.5 Kajian Tinjauan

Berdasarkan maklumat geologi dan interpretasi maklumat lain, kawasan yang berkemungkinan wujudnya pasir ditentukan. Kajian tinjauan ialah peringkat eksplorasi awal melibatkan pemetaan permukaan, menentukan kewujudan longgokan pasir, menganggarkan kuantiti, menentukan kegunaan dan sekiranya berpotensi, boleh dibuat kajian susulan.

6.5.1 Kajian Lapangan

- i) Pasir aluvium

Kajian lapangan bagi survei tinjauan pasir aluvium merupakan satu langkah pemetaan permukaan dengan menggunakan gerimit tangan, penglogan dan persampelan bagi semua horizon pasir. Jarak sela lubang untuk gerimit dan persampelan ialah 1km – 2km. Kedalaman penggerimitan ialah kurang daripada 10m.

- ii) Pasir sungai

Kajian lapangan bagi survei tinjauan pasir sungai ialah untuk menentukan kewujudan longgokan pasir di dasar dan beting sungai. Penentuan dan persampelan dilaksanakan dengan menggunakan alat *grab sampler* pada sela lokasi tertentu di sepanjang saluran sungai.

- iii) Pasir bekas lombong

Kewujudan pasir di kawasan bekas lombong telah dikenal pasti. Oleh yang demikian, kaedah kajian ialah mengikut kaedah survei susulan.

6.5.2 Kaedah Persampelan

i) Pasir aluvium

- a) Bilangan sampel diambil bergantung kepada luas kawasan. Berat bagi setiap sampel yang diambil ialah kira-kira 4kg, iaitu 3kg bagi analisis taburan saiz butiran pasir dan analisis kimia dan 1kg bagi analisis *Alkali Silica Reactivity* (ASR).
- b) Jika sampel komposit diambil dari sesuatu lubang, sampel tersebut hendaklah mewakili horizon kedalaman lubang.

ii) Pasir sungai

- a) Sela persampelan ialah 50m - 150m sepanjang sungai.
- b) Di setiap lokasi persampelan, alat *grab sampler* diturunkan ke dasar sungai dan kemudian ditarik kembali dengan tali penambat. Bahan sedimen yang terperangkap dikenal pasti sama ada terdiri daripada pasir atau lempung.
- c) Bahan sedimen disimpan dalam beg sampel. Sampel seberat 4kg yang mewakili sesuatu lokasi dihantar ke makmal untuk analisis. Semua titik persampelan ditanda pada peta dasar berskala 1:10,000.

6.5.3 Cerapan Data Log Gerimit

- i) Sedimen tak padat biasanya terdiri daripada kelikir, pasir, kelodak, dan lempung. Butiran sedimen dibezakan berdasarkan saiz dan skala yang biasa digunakan ialah skala Wentworth (1922): [kelikir (> 2mm), pasir (2mm - 62.5 mikron), kelodak (62.5 - 3.9 mikron), lempung (< 3.9 mikron)].
- ii) Ciri-ciri litologi yang biasa diteliti ialah kekasaran, kebundaran dan pengasingan pasir, keplastikan dan kekerasan lempung, struktur litologi (jika boleh dibezakan).
- iii) Kandungan biogenik (humus, gambut, dsb.) juga perlu dijelaskan.
- iv) Kedalaman dasar lubang.
- v) Paras air tanah.

6.5.4 Ujian Makmal

Tujuan ujian makmal dijalankan ialah bagi menentukan kandungan kimia dan kesesuaian sumber pasir berkenaan. Di antara analisis makmal yang dijalankan adalah:

- i) Ujian taburan saiz butiran.
- ii) Komposisi mineral pasir.
- iii) Bentuk butiran.
- iv) Warna pasir.
- v) Analisis kimia: klorida (Cl), sulfat, serapan air, kandungan bahan organik (berdasarkan warna) dan pH.
- vi) Analisis untuk SiO₂. Jika nilai SiO₂ melebihi 95%, ujian lengkap untuk pasir silika perlu dilaksanakan.

6.6 Kajian Susulan

Kajian susulan ialah peringkat eksplorasi terperinci yang melibatkan kerja-kerja menggaris dan mengenal pasti longgokan pasir yang lebih meyakinkan. Sela grid lubang gerimit adalah lebih rapat dan jumlah sampel juga bertambah bagi tujuan mengukur kuantiti pasir dan menentukan kesesuaian kegunaannya.

6.6.1 Kajian Lapangan

Bagi pasir aluvium atau pasir bekas lombong, penggerimitan dan persampelan dilaksanakan dengan menggunakan alat gerimit tangan Dormer atau Puls dengan jarak sela grid lubang gerimit antara 100m hingga 200m.

6.6.2 Kaedah Persampelan

Sampel-sampel pasir seberat 4kg setiap satu dikutip secara komposit iaitu dengan mencampurkan pasir daripada semua bahagian bagi mendapatkan sampel yang mewakili keseluruhan lapisan mengikut perubahan litologi seperti warna dan saiz butiran pasir.

6.6.3 Kajian Makmal

Sampel seberat 4kg yang diambil adalah untuk analisis kimia dan saiz butiran.

i) Analisis saiz butiran

Analisis taburan saiz butiran dijalankan bagi setiap sampel yang dikutip. Bagi kajian saiz, ayakan kering dibuat mengikut *Unified Classification System* pada taburan saiz:

- > 9.50mm
- 9.50 – 4.75mm
- 4.75 – 2.36mm
- 2.36 – 1.18mm
- 1.18 – 0.60mm
- 0.60 – 0.30mm
- 0.30 – 0.15mm
- 0.15 – 0.063mm
- < 0.063mm

ii) Analisis kimia

Analisis makmal seperti di peringkat tinjauan masih diteruskan untuk mengenal pasti peratus kandungan bahan organik, sulfat (SO_3), klorida (Cl), dan keasidan (pH). Sampel-sampel juga perlu dibuat beberapa ujian bagi menentukan jenis kegunaan longgokan pasir yang ditemui. Untuk menentukan kesesuaian kegunaan, kajian perlu dibuat sama ada bahan pasir memenuhi kehendak spesifikasi berikut:

- a) Pasir Binaan
 - Spesifikasi saiz untuk pasir binaan (JKR, 1985)
 - General Purposes (BS 882, 1992)
 - Had analisis kimia untuk agregat (JKR, 1988)
- b) Pasir Kegunaan Mortar Umum
 - Spesifikasi saiz untuk mortar umum (BS1200, 1955)
- c) Pasir Kaca
 - Pasir kaca (Gwosdz, 1990)
 - Pasir kaca komersial (MS701, 1981)

6.7 Anggaran Isipadu Sumber Pasir dan Kelikir

Pengiraan isipadu sumber pasir ditentukan dengan menggunakan kaedah:

$$\text{Isipadu sumber pasir (m}^3\text{)} = \text{Luas kawasan (m}^2\text{)} \times \text{Ketebalan purata (m)}$$

$$\text{Anggaran kuantiti sumber (metrik tan)} = \text{Isipadu (m}^3\text{)} \times 1.4 \text{ (ketumpatan tentu)}$$

Anggaran simpanan sumber pasir ialah dalam unit tan metrik termasuk kandungan kelodak dan lempung.

Bagi pengiraan isipadu pasir sungai:

$$\text{Isipadu sumber pasir (m}^3\text{)} = \frac{1}{3} \text{ lebar sungai (m)} \times \text{Panjang enapan (m)} \times \text{Kedalaman yang dibenarkan (m)}$$

6.8 Penyediaan Laporan

Penulisan laporan hasil kajian hendaklah disediakan mengikut format tertentu. Di samping itu, peta dan data berikut perlu disertakan bersama laporan. Rujuk Lampiran 5.

- i) Peta lokasi lubang gerimit / sampel
- ii) Peta isopak ketebalan lapisan sumber pasir / tanah baki
- iii) Log-log lubang gerimit
- iv) Keratan rentas profil longgokan
- v) Graf taburan saiz pasir
- vi) Keputusan analisis kimia

7.0 EKSPLORASI PASIR SILIKA

7.1 Pengenalan

Istilah pasir silika daripada sudut komersial merujuk kepada bahan berpasir yang terdiri daripada mineral kuarza yang tinggi kandungan silika. Pasir silika mempunyai pelbagai aplikasi dan merupakan bahan mentah bagi kegunaan industri seperti industri pembuatan kaca, foundri, pelelas, seramik, natrium silikat, bata penebat dan sebagainya.

Kebanyakan gred pasaran pasir silika mempunyai kandungan minima 95% SiO_2 . Pasir silika boleh diperolehi daripada tiga punca utama, iaitu longgokan pasir silika semula jadi, longgokan batuan keras (korok atau terumbu kuarza, kuarzit dan batu pasir) dan pasir bekas lombong. Pasir silika semula jadi jarang mengandungi lebih daripada 98% kuarza. Kebanyakan longgokan mengandungi antara 80% hingga 90% kuarza dan boleh dibenefisiasi sehingga dapat menghasilkan peratusan kuarza yang tinggi, sesuai untuk pembuatan kaca.

7.2 Objektif

Eksplorasi pasir silika dijalankan bertujuan:

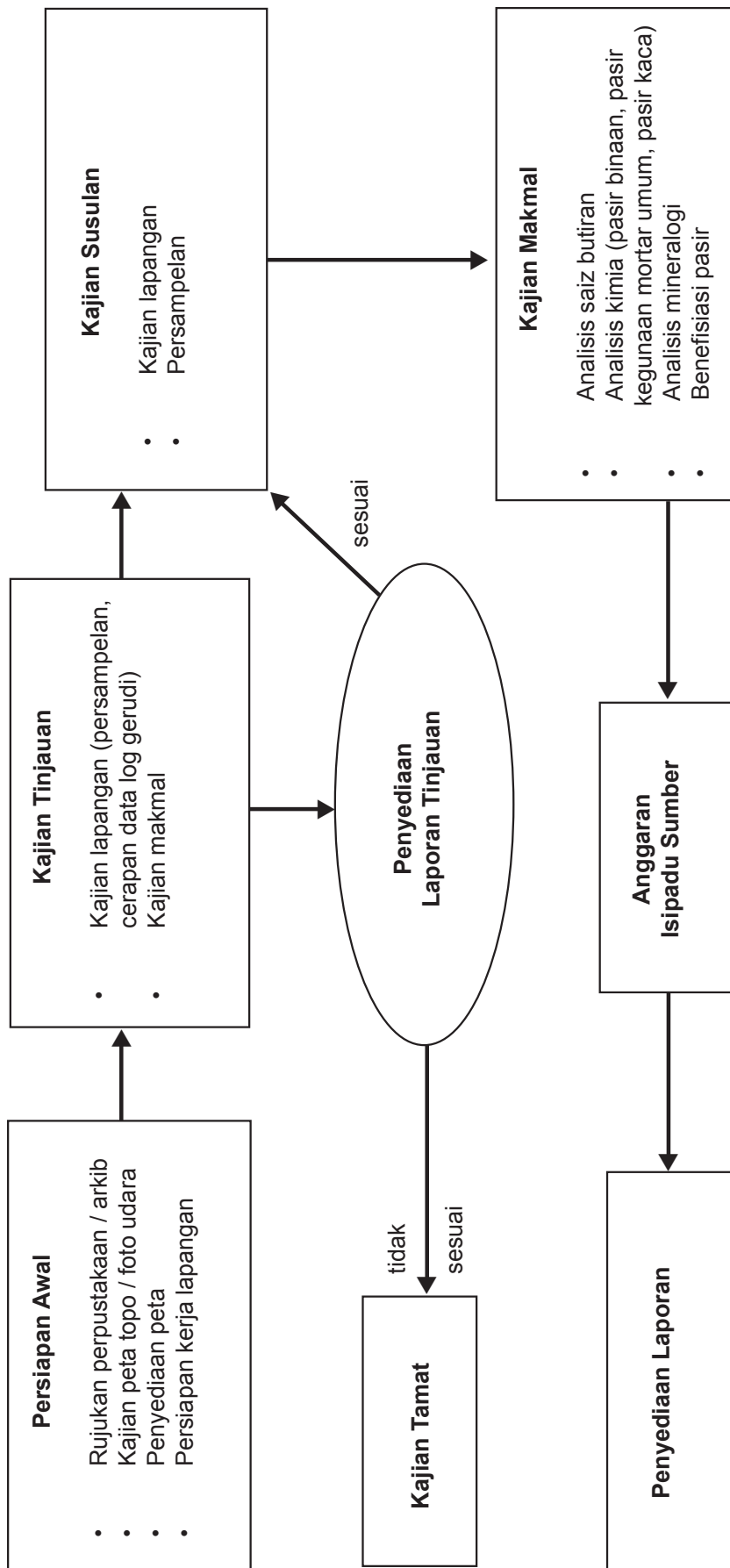
- i) Mengetahui pasti kawasan longgokan sumber pasir silika.
- ii) Menentukan kuantiti, gred dan sifat sumber.
- iii) Menilai potensi kegunaan pasir silika dalam industri.
- iv) Melengkapkan pangkalan data sumber pasir silika negara.

7.3 Skop Kajian

Kajian melibatkan kerja-kerja penggerimitan bagi:

- i) Menentukan ketebalan beban atas.
- ii) Menentukan ketebalan lapisan sumber pasir silika.
- iii) Menentukan kuantiti, kualiti dan kegunaan sumber pasir silika.

Skop kajian ini diringkaskan seperti di Rajah 5.



Rajah 5: Carta aliran eksplorasi pasir silika.

7.4 Persiapan Awal

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

7.4.1 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 terutama geologi Kuaterner daripada laporan dan peta.
- iii) Membuat rujukan terhadap maklumat terdahulu berkaitan rekod carigali dan perlombongan, sekiranya ada.
- iv) Meneliti data log lubang gerimit sedia ada daripada pelbagai aktiviti terdahulu.

7.4.2 Kajian Peta Topografi dan Foto Udara / Imej Satelit

- i) Untuk mendapat gambaran topografi dan geomorfologi kawasan, di samping mendapatkan maklumat jalan, penempatan dan keadaan kawasan bagi perancangan kerja dan lain-lain.
- ii) Jika perlu, foto udara dan imej satelit dikaji bagi mendapat gambaran secara menyeluruh dan membuat interpretasi awal terhadap petunjuk-petunjuk yang boleh membantu dalam pelaksanaan kajian di lapangan. Kawasan yang mungkin mengandungi longgokan silika ditunjukkan oleh keadaan kawasan persekitaran cerah yang kontras, tumbuhan-tumbuhan yang sedikit dan renek.

7.4.3 Penyediaan Peta

Peta dasar berskala 1:50,000 hendaklah disediakan dan semua maklumat penting yang diperolehi perlu ditanda pada peta dasar bagi memudahkan rujukan di lapangan.

7.4.4 Persiapan Kerja Lapangan

- i) Peta topografi kawasan berskala 1:50,000
- ii) Gerimit tangan Dormer (mata lempung / pasir) dan aksesori
- iii) Alat gerimit Van Der Staay
- iv) Alat *grab sampler*
- v) Alat *Global Positioning System* (GPS) dan kompas
- vi) Kanta tangan
- vii) Karung sampel, pen penanda dan buku nota
- viii) Kenderaan
- ix) Pasukan kerja (1 Pegawai Kajibumi; 2 Pembantu Kajibumi; 6 – 8 Pekerja Am)

7.5 Kajian Tinjauan

Berdasarkan maklumat geologi dan interpretasi maklumat lain, kawasan yang berkemungkinan wujudnya pasir silika ditentukan. Kajian tinjauan ialah peringkat eksplorasi awal melibatkan pemetaan permukaan, menentukan kewujudan longgokan pasir, menganggarkan kuantiti, menentukan kegunaan dan sekiranya berpotensi boleh dibuat kajian susulan.

7.5.1 Kajian Lapangan

Kajian lapangan bagi survei tinjauan pasir aluvium merupakan satu langkah pemetaan permukaan dengan menggunakan gerimit tangan, penglogan dan persampelan bagi semua horizon pasir. Jarak sela lubang untuk gerimit dan persampelan ialah 1km – 2km.

i) Kaedah Persampelan

- a) Peringkat permulaan kerja-kerja persampelan pasir adalah menggunakan gerimit tangan. Jarak sela lubang untuk gerimit bagi peringkat tinjauan ialah antara 1km – 2km.
- b) Kedalaman lubang menggunakan alat gerimit tangan biasanya kurang daripada 10m.
- c) Satu atau lebih sampel diambil bergantung kepada luas kawasan. Berat bagi setiap sampel yang diambil ialah kira-kira 4kg iaitu 3kg bagi analisis taburan saiz butiran pasir dan analisis kimia, manakala 1kg bagi analisis *Alkali Silica Reactivity* (ASR).
- d) Jika sampel komposit diambil bagi sesuatu lubang, sampel tersebut hendaklah mewakili horizon kedalaman lubang.

ii) Cerapan Data Log Gerimit

- a) Sedimen tak padat biasanya terdiri daripada kelikir, pasir, kelodak, dan lempung. Butiran sedimen dibezakan berdasarkan saiz dan skala yang biasa digunakan ialah skala Wentworth (1922): [kelikir (> 2mm), pasir (2mm – 62.5 mikron), kelodak (62.5 – 3.9 mikron), lempung (< 3.9 mikron)].
- b) Ciri-ciri litologi yang biasa diteliti ialah kekasaran, kebundaran dan pengasingan pasir, keplastikan dan kekerasan lempung, struktur litologi (jika boleh dibezakan).
- c) Kandungan biogenik (humus, bergambut, dsb.) juga perlu dijelaskan.
- d) Kedalaman dasar lubang.
- e) Paras air tanah.

7.5.2 Kajian Makmal

Tujuan analisis makmal dijalankan ialah bagi menentukan kandungan kimia dan kesesuaian sumber pasir berkenaan. Di antara analisis makmal yang dijalankan adalah:

- i) Ujian taburan saiz butiran.
- ii) Komposisi mineral pasir.
- iii) Bentuk butiran.
- iv) Warna pasir.
- v) Analisis kimia: klorida larut air (Cl), sulfat larut asid, serapan air, kandungan bahan organik (berdasarkan warna) dan pH.
- vi) Analisis untuk SiO_2 . Jika nilai SiO_2 melebihi 95%, ujian lengkap untuk pasir silika perlu dilaksanakan iaitu analisis kimia bagi menentu kandungan Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , Na_2O , K_2O , CaO , MgO , Cr_2O_3 dan LOI.
- vii) Analisis bagi menentukan sifat fizikal dan mineralogi pasir.

7.6 Kajian Susulan

Kajian susulan ialah peringkat eksplorasi terperinci yang melibatkan kerja-kerja menggariskan dan mengenal pasti longgokan pasir silika yang lebih meyakinkan. Sela grid lubang gerimit adalah lebih rapat dan jumlah sampel juga bertambah bagi tujuan mengukur kuantiti pasir dan menentukan kesesuaian kegunaannya.

7.6.1 Kajian Lapangan

Penggerimitan dan persampelan dilaksanakan dengan menggunakan alat gerimit tangan Dormer dengan jarak sela grid lubang gerimit antara 100m hingga 200m.

7.6.2 Kaedah Persampelan

Sampel-sampel pasir seberat 4kg setiap satu dikutip mengikut perubahan litologi seperti warna dan saiz butiran pasir. Setiap sampel dikutip daripada satu lubang gerimit dan untuk lapisan pasir tebal, sampel dikutip secara komposit iaitu dengan mencampurkan pasir daripada semua bahagian bagi mendapatkan sampel yang mewakili keseluruhan lapisan.

7.6.3 Kajian Makmal

Sampel seberat 4kg yang diambil adalah untuk analisis kimia dan saiz butiran.

i) Analisis saiz butiran

Analisis taburan saiz butiran dijalankan bagi setiap sampel yang dikutip. Bagi kajian saiz, ayakan kering dibuat mengikut *Unified Classification System* pada taburan saiz:

> 9.50mm
 9.50mm – 4.75mm
 4.75mm – 2.36mm
 2.36mm – 1.18mm
 1.18mm – 0.60mm
 0.60mm – 0.30mm
 0.30mm – 0.15mm
 0.15mm – 0.063mm
 < 0.063mm

ii) Analisis kimia

Analisis makmal seperti di peringkat tinjauan masih diteruskan untuk mengenal pasti peratus kandungan bahan organik, sulfat (SO_3), klorida (Cl), dan keasidan (pH). Sampel-sampel juga perlu dibuat beberapa ujian bagi menentukan jenis kegunaan longgokan pasir yang ditemui. Untuk menentukan kesesuaian kegunaan, kajian perlu dibuat sama ada bahan pasir memenuhi kehendak spesifikasi berikut:

- a) Pasir Binaan
 - Spesifikasi saiz untuk pasir binaan (JKR, 1985)
 - General Purposes (BS 882, 1992)
 - Had analisis kimia untuk agregat (JKR, 1988)
- b) Pasir Kegunaan Mortar Umum
 - Spesifikasi saiz untuk mortar umum (BS1200, 1955)
- c) Pasir Kaca
 - Pasir kaca (Gwosdz, 1990)
 - Pasir kaca komersial (MS701, 1981)

iii) Analisis mineralogi

Analisis mineralogi dibuat dengan menggunakan mikroskop binokular ke atas beberapa sampel terpilih.

iv) Benefisiasi pasir

Proses benefisiasi mudah seperti cucian dan tapisan boleh dilaksanakan terhadap beberapa sampel pilihan bagi menentukan tahap peningkatan kualiti komposisi kimia dan taburan purata saiz butiran pasir silika berkenaan. Dalam analisis ini sampel mentah dihancurkan dan dibahagikan kepada tiga bahagian:

- a) Analisis taburan saiz butiran.
- b) Diayak serta dibasuh untuk mendapatkan sampel yang bersih dengan saiz butiran antara $106\mu\text{m}$ hingga $500\mu\text{m}$ dan dilakukan juga analisis kimia.
- c) Diayak dan dibasuh untuk mendapatkan sampel yang bersih dengan saiz butiran antara $106\mu\text{m}$ hingga $500\mu\text{m}$. Sampel ini dilakukan pemisahan magnetik bagi meningkatkan kandungan SiO_2 sebanyak 4% hingga 7.5%; dan mengurangkan kandungan Fe_2O_3 daripada 0.2% hingga 0.75%.

7.7 Anggaran Isipadu Sumber Pasir Silika

Pengiraan sumber pasir ditentukan dengan menggunakan kaedah:

$$\text{Isipadu sumber pasir (m}^3\text{)} = \text{Luas kawasan (m}^2\text{)} \times \text{Ketebalan purata (m)}$$

$$\text{Anggaran kuantiti sumber (metrik tan)} = \text{Isipadu (m}^3\text{)} \times 1.4 \text{ (ketumpatan tentu)}$$

7.8 Penulisan Laporan

Penulisan laporan hasil kajian hendaklah disediakan mengikut format tertentu Rujuk Lampiran 5. Di samping itu peta dan data berikut perlu disertakan bersama laporan:

- i) Peta lokasi lubang gerimit / sampel
- ii) Peta isopak ketebalan lapisan sumber pasir / tanah baki
- iii) Log-log lubang gerimit
- iv) Keratan rentas profil longgokan
- v) Graf taburan saiz pasir
- vi) Keputusan analisis kimia

Sebagai panduan maklumat berkaitan spesifikasi kimia dan fizikal produk-produk berasaskan pasir silika ditunjukkan dalam Jadual 3.

Jadual 3: Spesifikasi produk-produk berasaskan pasir silika.

<i>Typical Chemistry Of Different Glass Types (% By Weight)</i>									
	Container glass-white	Container glass-green	Flat glass	Pressed ware	Boro-silicate glass	CRT feceplate	Lead-crystal glass	Glass ceramics	Fiber optics
SiO ₂	73.0	72.0	72.8	72.2	80.2	64.0	60.00.02	67.4	61.0
Al ₂ O ₃	1.5	2.6	-	0.3	2.4	3.5	1.014.9	20.9	3.0
Na ₂ O ₃	13.0	12.5	13.7	16.9	4.2	7.5	0.2	-	14.0
K ₂ O	1.0	1.5	0.2	-	-	10.5	-	-	-
CaO	11.3	11.4	8.2	6.2	0.1	3.5	0.025	2.7	-
MgO	0.1	0.1	4.0	4.4	-	1.5	-	-	-
B ₂ O ₃	-	-	-	-	12.9		31.4	-	22.0
Fe ₂ O ₃	0.04	0.5	0.1	-	-		-	-	-
PbO	-	-	-	-	-		-	-	-
Li ₂ O			-	-	-		-	3.9	-
Cr ₂ O ₃	-	0.2	-	-	-		-	-	-
TiO ₂			-	-	-		-	1.8	-
ZrO ₂			-	-	-		-	2.0	-
SO ₃			-	-	-		-	-	-
BaO						8.0			
ZnO			-	-	-		-	1.3	-

<i>Typical Chemistry Of Fiberglass Types (% By Weight)</i>							
	A-Glass	C-Glass	D-Glass	E-Glass	R-Glass	S-Glass	AR-Glass
SiO ₂	72.5	65.0	74.0	54.5	60.0	65.0	71.0
Al ₂ O ₃	{ 1.5	{ 4.0	-	14.5	25.0	25.0	1.0
Fe ₂ O ₃			0.2	0.5	0.3	-	-
B ₂ O ₃	-	5.0	22.5	7.5	-	-	-
CaO	9.0	14.0	0.5	17.0	9.0	-	-
MgO	3.5	3.0	0.2	4.5	6.0	10.0	-
Na ₂ O	13.0	0.5	1.0	{ 0.8	0.4	-	-
K ₂ O	-	8.0	1.5		0.1		
BaO	NA	1.0	NA	NA	NA	NA	NA
Li ₂ O	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
TiO ₂	NA	NA	NA	0.1	0.2	NA	NA
ZrO ₂	NA	NA	NA	NA	NA	NA	16.0

Source: Adapted from various including Boume, 1994

Summary Of Chemical Specifications For Glass Raw Materials (% and ppm)										
	Flat glass					Container glass				
	Silica sand	Soda ash	Feldspathics	Lime-stone	Dolo-mite	Silica sand	Soda ash	Feldspathics	Lime-stone	Dolo-mite
SiO ₂	>99.5		±0.5			>99.5		±0.5	±0.5	±0.5
Fe ₂ O ₃	<0.04	<20 ppm	<0.01	<0.075	<0.1	<0.03	<20 ppm	<0.01	<0.25	<0.1
Al ₂ O ₃	<0.3		±0.5	<0.35	±0.5	±0.01		±0.5	<0.4	±0.5
TiO ₂	<0.1					<0.1				
Cr ₂ O ₃	<2 ppm		<10 ppm		<10 ppm	<0.03		<10 ppm		<10 ppm
CO ₃ O ₄	<2 ppm					<10 ppm				
MnO ₂	< 20 ppm									
CaO-MgO						±0.1				
ZrO ₂						<0.01				
Na ₂ O-K ₂ O			±0.5			±0.1		±0.5		
Moisture						<0.1				
Na ₂ CO ₃		>99.2					>99.2			
Na ₂ O		>58					>58			
Na ₂ SO ₄		<0.2					<0.2			
NaCl		<0.2					<0.2			
CaO			±0.5	>54.8	>29.5			±0.5	>54.8	±0.3
MgO				<0.8	<21.4				<0.8	±0.3

Source: Various including Bourne, 1994

<i>Typical Alumina & Alkali Content By Glass (%)</i>			
	Al₂O₃	Na₂O	K₂O
Container glass – white	1.5	13.0	1
Container glass – green	2.6	12.5	1.5
Flat glass	-	13.7	0.2
Pressed ware	0.3	16.9	-
Boro-silicate glass	2.4	4.2	-
Lead-crystal glass	0.02	1.0	14.9
CRT faceplate	3.5	7.5	10.5
Fiber Optics	3.0	14.0	-
Glass ceramics	20.9	-	-
Textile fiberglass			
A-Glass (Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃)	1.5	13.0	-
C-Glass (Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃)	4.0	0.5	8
D-Glass	-	1.0	1.5
E-Glass	14.5	-	-
R-Glass	25.0	0.4	0.1
S-Glass	25.0	-	-
AR-Glass	1.0	-	-

<i>Typical Glass Batch Compositions (% By Weight)</i>					
	Container glass	Flat glass	Spec. glass	Insul. f'glass	Textilef'glass
Silica sand	57.0	60.0	65.0	42.0	29.0
Feldspar / Neph. Syenite	8.0		11.0	18.0	
Soda ash	19.0	20.0	2.0	4.0	
Limestone	16.0	5.0		15.0	30.0
Dolomite		20.0		11.0	
Boron			22.0	10.0	12.0
Kaolin					29.0

<i>Chemical Composition Of Silica Glass Sands (%)</i>						
	USA New Jersey	USA Illinois	USA Oklahoma	USA California	France Fontainebleau	UK Loch Aline
SiO ₂	99.66	99.81	99.73	92.76	99.65	99.73
Fe ₂ O ₃	0.025	0.017	0.020	0.127	0.02	0.013
Al ₂ O ₃	0.143	0.055	0.090	3.779	0.08	0.057
TiO ₂	0.027	0.015	0.012	0.034	NA	NA
CaO	0.007	<0.01	<0.01	0.060	NA	NA
MgO	0.004	<0.01	<0.01	0.017	NA	NA
K ₂ O	-	-	-	2.734	-	-
Na ₂ O	-	-	-	0.114	-	-
LOI	0.130	0.100	0.140	0.373	0.13	0.04

<i>Composition of SiC Grain (%)</i>		
	Black	Green
SiC	97.5	98.6
Free SiC	0.5	0.15
Free C	0.6	0.36
SiO ₂	0.8	0.63
Fe	0.2	0.08
Al	0.2	0.08
Ca	0.05	0.05
Mg	0.5	0.03

<i>Typical Filtration Sand (%)</i>			
Sizes (mm)	Uniformity coefficient max.	-----Chemical-----	
		SiO ₂	99.39
		Fe ₂ O ₃	0.24
0.40 – 0.50	1.60	Al ₂ O ₃	0.19
0.50 - 0.60	1.60	TiO ₂	0.12
0.60 – 0.70	1.60	CaO	0.01
0.70 – 0.80	1.60	MgO	0.004
0.80 – 1.00	1.65	LOI	0.046
1.00 – 1.50	1.70		

<i>Composition Of Fused Silica (%)</i>			
	UK	Netherlands	USA
SiO ₂	99.7	99.5	99.6
Fe ₂ O ₃	0.02	0.01	0.03
Al ₂ O ₃	0.08	0.20	0.20
TiO ₂	0.02	0.05	-
CaO + MgO	0.07	0.02	0.04
Na ₂ O + K ₂ O	0.07	0.03	0.01

<i>Maximum Impurity Levels For Vitreous Silica (ppm)</i>			
	Translucent	Transparent	
		Type 1	Type 11
Al	500	74	68
Sb	na	0.3	0.1
B	9	4	3
Ca	200	16	0.4
Cr	Na	0.1	Na
Cu	Na	1	1
OH	Na	60	450
Fe	77	7	1.5
Li	3	7	1
Mg	150	4	Na
Mn	na	1	0.2
P	na	0.01	0.005
K	37	6	<1
Na	60	9	5
Ti	120	3	2
Zr	15	3	Na

Type I obtained by electric melting of mineral quartz

Type II obtained by flame fusing of quartz

Source ; Encyclopedia of Chemical Technology, John Wiley & Sons Inc., 1982

<i>High-Purity Flotation Quartz Sand For Fused Quartz (ppm)</i>						
	IOTA Standard		IOTA - 4		IOTA - 6	
	Mean	Max.	Mean	Max.	Mean	Max.
Al	15.2	22.0	7.9	10.0	7.9	9.5
Ca	0.4	1.5	0.6	1.0	0.5	0.7
Fe	0.3	1.5	0.6	1.0	0.2	0.3
Li	0.7	1.5	0.2	1.0	0.2	0.3
Na	0.9	1.5	1.0	1.3	0.1	0.2
K	0.7	1.5	0.4	1.0	0.1	0.2
B	0.08	0.10	0.04	0.05	0.03	0.04
Max. 1% >300 μ : Max. 1% <75 μ						

IOTA Standard – in manufacture of quartz tubing used in halogen and high discharge lights

IOTA-4 & IOTA-6 – in manufacture of semiconductor quartz glass such as CZ crucibles, diffusion tubes, quartz rod and ingots.

Source: Unimin Corp

<i>Composition Of Tripoli & Novaculite (%)</i>		
	Illinois Tripoli	Arkansas Novaculite
SiO ₂	98.60	99.49
Fe ₂ O ₃	0.05	0.039
Al ₂ O ₃	0.70	0.102
TiO ₂	0.05	0.015
CaO	0.04	0.014
MgO	0.04	0.021
Na ₂ O	0.03	
K ₂ O	0.05	
LOI	0.44	
APS, μ m	1.5 – 1.9*	7.3 – 12.9
	2.1 – 2.5**	8.9 – 14.9
*micronized ; ** airfloated		

8.0 EKSPLORASI KAOLIN / LEMPUNG

8.1 Pengenalan

Bagi tujuan komersial, lempung terbahagi kepada kaolin, lempung bebola, lempung api, lempung biasa, bentonit dan *fuller's earth*. Lempung biasa merupakan lempung bergred rendah, mudah dibentuk dan mengeras apabila dibakar pada suhu 1110°C. Kandungan mineralnya terdiri daripada illit, serisit, kaolinit, muskovit, biotit dan klorit serta mengandungi besi oksida yang tinggi tetapi rendah alumina. Kebiasaannya, lempung jenis ini digunakan di dalam industri pembuatan batu bata.

Kaolin atau *china clay* secara mineralogi, terdiri terutamanya daripada mineral lempung berstruktur kaolinit $[Al_2Si_2O_5(OH)_4]$ dengan kandungan sedikit kuarza dan mika. Genesis dan pengelasan longgokan kaolin boleh dibahagikan kepada dua jenis utama iaitu kaolin primer dan sekunder. Kaolin primer terbentuk secara in situ oleh perubahan mineral seperti feldspar atau aluminium silikat yang lain kepada kaolinit. Kaolin bergred premium digunakan sebagai bahan penyalut dan dalam pembuatan seramik khusus seperti pinggan mangkuk berkualiti tinggi, porselin, penebat elektrik dan *bone china*. Kaolin bergred biasa sesuai digunakan sebagai bahan pengisi dan *extenders* dalam industri seramik, kertas, cat dan sebagainya.

Lempung bebola ditakrifkan sebagai lempung sedimen atau lempung sekunder. Kaolinit merupakan mineral utama, di samping mineral illit dan kuarza serta sedikit mineral klorit atau serisit. Lempung bebola bermutu tinggi selalunya dicirikan oleh keplastikan dan kekuatan kering yang tinggi, julat vitrifikasi yang lebar dan apabila dibakar menjadi putih atau hampir putih.

8.2 Objektif

Eksplorasi kaolin / lempung dijalankan bertujuan:

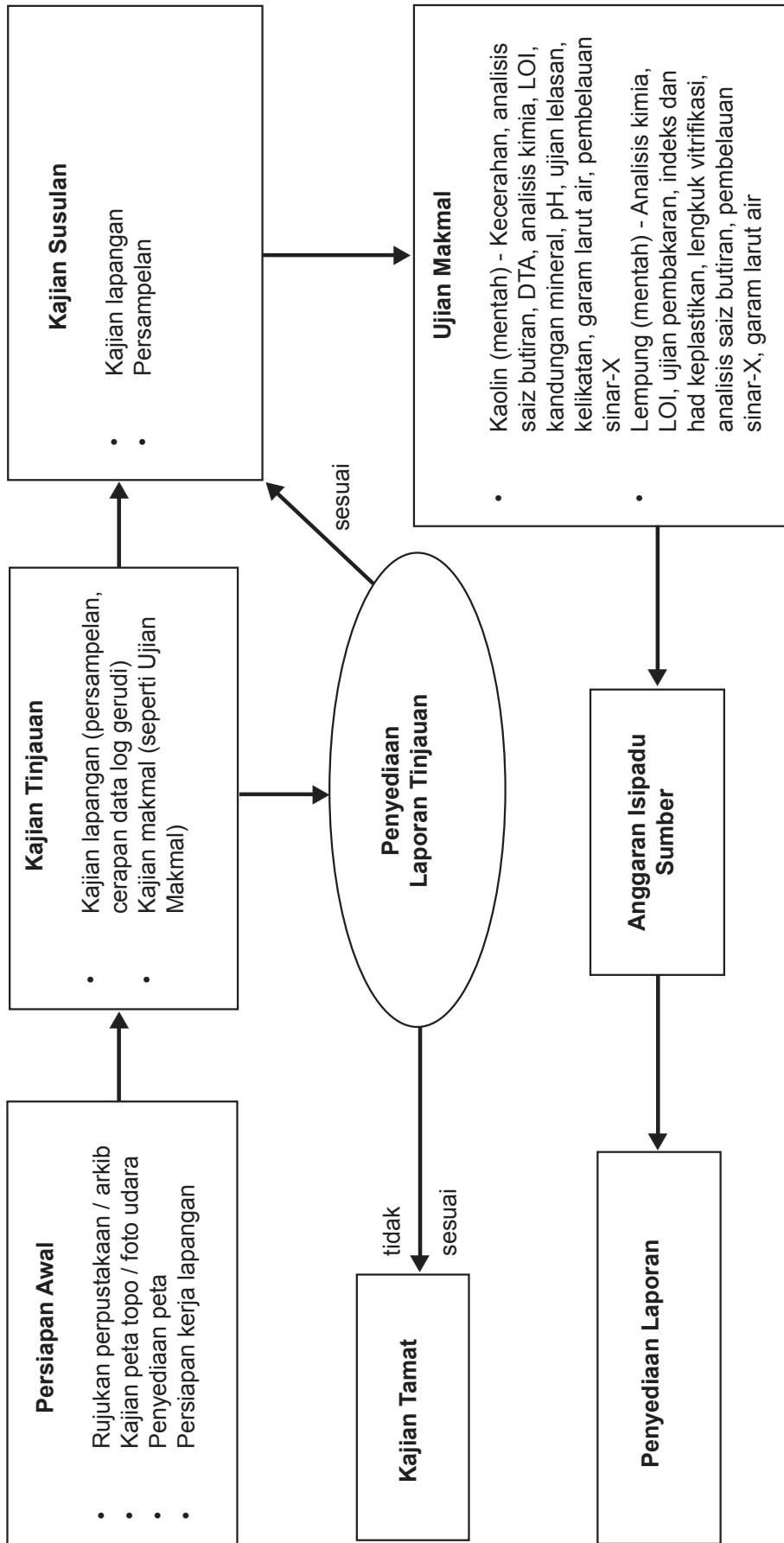
- i) Mengenal pasti kawasan longgokan sumber kaolin / lempung.
- ii) Menentukan kuantiti, gred dan sifat sumber.
- iii) Menilai potensi kegunaan kaolin / lempung dalam industri.
- iv) Melengkapkan pangkalan data kaolin / lempung negara.

8.3 Skop Kajian

Kajian melibatkan kerja-kerja penggerimitan bagi:

- i) Menentukan ketebalan beban atas.
- ii) Menentukan ketebalan lapisan sumber kaolin / lempung.
- iii) Menentukan kuantiti, kualiti dan kegunaan sumber kaolin / lempung.

Skop kajian ini diringkaskan seperti di Rajah 6.



Rajah 6: Carta aliran eksplorasi kaolin / lempung.

8.4 Persiapan Awal

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

Lempung bebola ditakrifkan sebagai lempung sedimen atau lempung sekunder. Kaolinit merupakan mineral utama, di samping mineral ilit dan kuarza serta sedikit mineral klorit atau serisit. Lempung bebola bermutu tinggi selalunya dicirikan oleh keplastikan dan kekuatan kering yang tinggi, julat vitrifikasi yang lebar dan apabila dibakar menjadi putih atau hampir putih.

8.4.1 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 terutama geologi Kuaterner daripada laporan dan peta.
- iii) Membuat rujukan terhadap maklumat terdahulu berkaitan rekod carigali dan perlombongan, jika ada.
- iv) Meneliti data log lubang gerimit sedia ada daripada pelbagai aktiviti terdahulu.

8.4.2 Kajian Peta Topografi dan Foto Udara / Imej Satelit

- i) Untuk mendapat gambaran topografi dan geomorfologi kawasan, maklumat jalan, penempatan dan keadaan kawasan bagi perancangan kerja dan lain-lain.
- ii) Jika perlu, foto udara dan imej satelit dikaji bagi mendapat gambaran secara menyeluruh dan membuat interpretasi awal terhadap petunjuk-petunjuk yang boleh membantu dalam pelaksanaan kajian di lapangan. Kawasan yang mungkin mengandungi longgokan lempung biasanya di kawasan bertopografi rendah, lembah, lembangan banjir, *back swamp*, dan kawasan bekas lombong. Manakala bagi sumber kaolin pula ialah di kawasan yang wujud perubahan hidroterma, zon luluhawa batuan granit, vulkanik dan syis.

8.4.3 Penyediaan Peta

Peta dasar berskala 1:50,000 hendaklah disediakan dan semua maklumat penting yang diperoleh perlu ditanda pada peta dasar bagi memudahkan rujukan di lapangan.

8.4.4 Persiapan Kerja Lapangan

- i) Peta topografi kawasan berskala 1:50,000
- ii) Gerimit tangan Dormer (mata lempung / pasir) dan aksesori
- iii) Alat gerimit *Van Der Staay*
- iv) Alat grab sampler
- v) Alat *Global Positioning System* (GPS) dan kompas
- vi) Kanta tangan
- vii) Karung sampel, pen penanda dan buku nota
- viii) Kenderaan
- ix) Pasukan kerja (1 Pegawai Kajibumi; 2 Pembantu Kajibumi; 6 – 8 Pekerja Am)

8.5 Kaedah Kajian

Kaedah kajian meliputi maklumat tinjauan, kajian di lapangan dan pelaksanaan ujian serta analisis terhadap sampel kaolin / lempung di makmal.

8.5.1 Kajian Tinjauan

Berdasarkan maklumat geologi dan interpretasi maklumat lain, kawasan yang berkemungkinan wujudnya kaolin / lempung ditentukan. Kajian tinjauan melibatkan pemetaan permukaan, penentuan kewujudan longgokan kaolin / lempung, penganggaran simpanan, penentuan kegunaan dan sekiranya berpotensi boleh dibuat kajian susulan.

i) Kajian Lapangan

Kawasan kajian adalah kawasan yang dipilih berdasarkan maklumat geologi dan maklumat terdahulu. Peringkat permulaan kerja-kerja persampelan kaolin / lempung adalah menggunakan gerimit tangan. Jarak sela lubang untuk gerimit bagi peringkat tinjauan ialah antara 1km - 2km. Jarak ini boleh diubahsuai mengikut kesesuaian geomorfologi tempatan.

a) Kaedah persampelan

- Sampel-sampel kaolin / lempung boleh dikutip daripada setiap perubahan litologi dan warna, dan jika perlu akan juga diambil pada setiap 1.5m tebal lapisan. Sampel-sampel yang dikutip dihantar ke makmal untuk analisis fizikal, kimia dan mineralogi.
- Kedalaman lubang gerimit menggunakan alat gerimit tangan biasanya kurang daripada 15m.
- Satu atau lebih sampel diambil bergantung kepada perubahan litologi dan ketebalan sumber (kira-kira 1.5m).
- Berat bagi setiap sampel yang diambil ialah kira-kira 2kg.
- Jika sampel komposit diambil bagi sesuatu lubang, sampel tersebut hendaklah mewakili horizon kedalaman lubang.

b) Cerapan data log gerimit

- Ciri-ciri litologi yang biasa diteliti ialah keplastikan dan kekerasan lempung, struktur litologi (jika boleh dibezakan).
- Kandungan biogenik (humus, bergambut, dsb.) juga perlu dijelaskan.
- Kedalaman dasar lubang.

ii) Kajian Makmal

Sampel-sampel yang dihantar ke makmal ditentukan sifat-sifat fizikal dan dibuat analisis kimia bagi memastikan kandungan seperti berikut:

a) Kaolin (sampel mentah)

Sampel yang telah dibenefisiasi (-10μ) dengan menggunakan hidrosiklon

- Kecerahan
- Analisis saiz butiran
- Analisis Terma Pembezaan (DTA)
- Analisis kimia: SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , Na_2O , K_2O , CaO , MgO dan LOI
- Peratusan kandungan mineral
- pH
- Ujian lelasan (abrasion test)
- Ujian kelikatan (viscosity test)
- Garam larut air (water soluble salt)
- Pembelauan sinar-X

b) Lempung (sampel mentah)

- Analisis kimia: SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , Na_2O , K_2O , CaO , MgO dan LOI
- Ujian pembakaran
- Indeks keplastikan dan had keplastikan
- Lengkuk vitrifikasi – suhu pengacaan
- Analisis saiz butiran
- Pembelauan sinar-X
- Garam larut air

8.5.2 Kajian Susulan

Kajian susulan ialah peringkat eksplorasi terperinci yang melibatkan kerja-kerja menggariskan dan mengenal pasti longgokan kaolin / lempung yang lebih meyakinkan. Sela grid lubang gerimit adalah lebih rapat dan jumlah sampel juga bertambah bagi tujuan mengukur kuantiti sumber dan menentukan kesesuaian kegunaannya.

i) Kajian Lapangan

Kerja-kerja penggerimitan dan persampelan dilaksanakan dengan mengguna alat gerimit tangan Dormer dengan jarak sela grid lubang gerimit antara 100m hingga 200m.

ii) Kaedah Persampelan

Sampel-sampel kaolin / lempung seberat 2kg setiap satu dikutip pada setiap meter kedalaman dan dihantar ke makmal untuk ujian selanjutnya.

iii) Kajian Makmal

Kaedah yang dijalankan sama seperti di peringkat tinjauan.

8.6 Anggaran Isipadu Sumber Kaolin / Lempung

Pengiraan isipadu sumber kaolin / lempung ditentukan dengan menggunakan kaedah blok:

$$\text{Isipadu sumber kaolin / lempung (m}^3\text{)} = \text{Luas kawasan (m}^2\text{)} \times \text{Ketebalan purata (m)}$$

$$\text{Anggaran kuantiti sumber (metrik tan)} = \text{Isipadu (m}^3\text{)} \times 1.8 \text{ (ketumpatan tentu lempung)}$$

Bagi memberi taksiran simpanan kaolin / lempung bebola lebih bermakna, hanya kewujudan kaolin / lempung bebola dengan ciri-ciri sesuai seperti berikut sahaja akan diberi pertimbangan:

- i) Nisbah ketebalan beban atas dengan lempung < 2 : 1
- ii) Ketebalan lapisan lempung > 1m
- iii) Ketebalan beban atas < 5m

8.7 Penulisan Laporan

Penulisan laporan hasil kajian hendaklah disediakan mengikut format tertentu. Rujuk Lampiran 6 bagi kajian lempung dan lampiran 7 bagi kajian kaolin. Di samping itu peta dan data berikut perlu disertakan bersama laporan:

- i) Peta lokasi lubang gerimit / sampel
- ii) Peta isopak ketebalan lapisan sumber kaolin / lempung
- iii) Log-log lubang gerimit
- iv) Keratan rentas profil longgokan
- v) Graf taburan saiz buturan
- vi) Keputusan analisis kimia dan fizikal

Sebagai panduan, spesifikasi beberapa produk berasaskan kaolin / lempung ditunjukkan dalam Jadual 4.

Jadual 4: Spesifikasi produk-produk berasaskan kaolin / lempung

Specification Of Commercial Paper-Grade Kaolin (Georgia, USA)					
	Middle Georgia Filler Clay	East Georgia Filler Clay	Middle Georgia Coating Clay	Middle Georgia Coating Clay	Middle Georgia Delaminated Clay
Trade Name	Kaofill	EG-21	KaoGloss	Kaobrite	Kaowhite
Brightness, GE	82.0 - 83.5	80.0 - 82.06	86.5 - 87.5	86.5 - 86.6	88.0 - 90.0
Particle size <2 μ	40 min.	86 - 92	90 - 93	80 - 83	N/A
Particle size \pm 10 μ	0 - 8	0 - 2	0	0	N/A
Viscosity, 70% solids					
Viscosity, 70% solids			250 (solid)	250 (solid)	350 (solid)
Brookfield CPS, 20 RPM #1 spindle			300 (slurry)	300 (slurry)	350 (slurry)
Screen residue, % 200 mesh					
Rotary dried (acid)	0.003 - 0.10	0.05 - 0.1	0.003 - 0.01	0.003 - 0.02	
Spray dried (predispersed)	0.002 - 0.04		0.001 - 0.01	0.001 - 0.01	0.001 - 0.01
Slurry (predispersed) % 325 mesh	0.002 - 0.04	0.05 - 0.1	0.001 - 0.01	0.001 - 0.1	0.001 - 0.02
Rotary dried (acid)	0.005 - 0.15	0.17 - 0.3	0.005 - 0.15	0.005 - 0.15	
Spray dried (predispersed)	0.005 - 0.15		0.001 - 0.02	0.001 - 0.02	0.001 - 0.02
Slurry (predispersed)	0.005 - 0.15	0.17 - 0.3	0.001 - 0.02	0.001 - 0.02	0.001 - 0.02
Moisture, % Rotary dried (acid)	2 - 4	0.5 - 1.5	2 - 4	2 - 4	
Spray dried (predispersed)	0.5 - 1.5		0.5 - 1.5	0.5 - 1.5	0.5 - 1.6
pH					
Rotary dried (acid)	3.5 - 5.5	3.5 - 5.0	3.5 - 4.5	3.5 - 4.6	
Spray dried (predispersed)	6.5 - 7.5		6.5 - 7.5	6.5 - 7.5	6.5 - 7.5
Slurry (predispersed)	6.5 - 7.5	6.5 - 7.5	6.5 - 7.5	6.5 - 7.5	6.5 - 7.5
Solids, %					
Slurry (predispersed)	69 - 71	70 - 71	71 - 71	72 - 71	67 - 68

Source: Thiele Kaolin Company

Specifications Of Commercial Paper-Grade Kaolin (Cornwall, UK)

China Clay grade	Brightness (ISO)	Yellowness	Mass % -2 μ	Mass % + 10 μ	Mass % +53 μ (300 BSS) mesh #residue)	Viscosity conc. (mass % solids for 500 mPas)	pH	Mass & moisture	Mass % slurry solids	Typical slurry viscosity mPas (Brookfield)
Supreme	87.5 \pm 0.7	4.2 \pm 0.5	94 min.	0.2 max	0.02 max	67.5 \pm 1.0	5.0 \pm 0.5	10 \pm 2	-	-
Supreme Slurry	87.5 \pm 0.7	4.2 \pm 0.5	94 min,	0.2 max	0.02 max.	67.5 \pm 1.0	7.5 \pm 0.5	-	65.0 \pm 1	600
SPS	85.5 \pm 0.7	4.7 \pm 0.5	80.0 \pm 3.0	0.2 max	0.02 max.	69.0 \pm 1.0	5.0 \pm 0.5	10 \pm 2	-	-
SPS Slurry	85.5 \pm 0.7	4.7 \pm 0.5	80.0 \pm 3.0	0.2 max	0.02 max.	69.0 \pm 1.0	7.5 \pm 0.5	-	66.5 \pm 1	350
NCC	85.5 \pm 0.7	4.7 \pm 0.5	74.0 \pm 3.0	1.0 max	0.02 max.	70.0 \pm 1.0	5.0 \pm 0.5	10 \pm 2	-	-
Dinkie B	83.0 \pm 0.7	5.5 \pm 0.5	63.0 \pm 3.0	2.0 max	0.02 max.	68.5 \pm 1.0	5.0 \pm 0.5	10 \pm 2	-	-
Dinkie B Slurry	83.0 \pm 0.7	5.5 \pm 0.5	63.0 \pm 3.0	2.0 max	0.02 max.	68.5 \pm 1.0	7.5 \pm 0.5	-	66.5 \pm 1	350
Grade B	82.5 \pm 0.7	5.2 \pm 0.5	50 typical	8 typical	0.05 max.	-	5.0 \pm 0.5	10 \pm 2	-	-
Grade B Slurry	82.5 \pm 0.7	5.2 \pm 0.5	50 typical	8 typical	0.02 max.	-	7.5 \pm 0.5	-	66.0 \pm 1	350
Grade C	81.0 \pm 0.7	5.7 \pm 0.5	50 typical	8 typical	0.05 max.	-	5.0 \pm 0.5	10 \pm 2	-	-
Grade D	79.5 \pm 0.7	6.2 \pm 0.7	50 typical	8 typical	0.05 max.	-	5.0 \pm 0.5	10 \pm 2	-	-
Grade E	76.5 \pm 1.0	8.0 max.	25 typical	25 typical	0.05 max.	-	5.0 \pm 0.5	10 \pm 2	-	-
Alphatex										
(calcined)	90.5 \pm 0.5	4.0 \pm 0.5	91.0 \pm 2.0	-	0.01 typical	-	5.0 typical	0.5 typical	-	-

Source: ECCI

Typical Specifications For Commercial Paper-Grade Kaolin

	#2 High Brightness Coating	#1 High Brightness Coating	#1 Fine High Brightness Coating	#2 Standard Coating	#1 Standard Coating	#1 Fine Coating	Delam Coating	Air Float Filler	Fine Filler	Fine High Brightness Filler	Delam Filler
TAPPI Brightness, %	89.5-90.5	89.5-91.0	90.0-92.0	85.5-86.5	86.5-87.5	86.5-88.0	87.5-89.0	80-81	81-83	84.5-85.5	86-88
Particle size, % $\leq \mu\text{m}$	80-84	90-92	96-100	80-84	90-92	94-97	n/a	62.7	82-95	82-95	n/a
Surface area, m ² /g	12	13	22	12	13	22	14	15	22	22	13
325 mesh residue, max. %	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.4	0.3	0.3	0.01
Moisture, max. %	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	slurry	slurry	1.0
pH (28% solids)	6.0-7.5	6.0-7.6	6.0-7.7	6.0-7.8	6.0-7.9	6.0-7.10	6.0-7.11	5.0-7.5	6.0-8.0	6.0-8.0	6.0-7.5
Bookfield, 20 rpm, cps	350	350	350	350	350	350	350	n/a	n/a	n/a	n/a

Source: Trivedi & Hagemeyer, 1994

Typical Physical Characteristics Of Commercial Ceramic Clays (%)

	Kaolin clay	Ball clay
+ 10 µm %	2-20	-
- 2 µm %	35-70	60-86
- 1 µm %	-	45-80
Modulus of rupture (Kgf/cm ²)	4-15	20-40
Casting concentration %	55-70	60-65
Casting rate	0.3-2.0	-
Fired brightness	85-92	50-70
Absorption	15-20	3-13
Contraction	5-10	5-15
Fired brightness	87-93	50-70
Kaolinite content	85-97	50-70

Composition Of Flint Clays (%)

	USA plastic	USA semi-flint	USA flint	S. Africa white	S. Africa black
SiO ₂	56.10	45.92	44.42	45.8	44.6
Al ₂ O ₃	24.47	35.79	38.63	37.7	37.5
Fe ₂ O ₃	3.64	0.75	0.55	0.55	0.57
TiO ₂	1.58	2.28	2.12	1.44	1.44
CaO	0.61	0.06	0.04	0.05	0.14
MgO	1.11	0.36	0.10	0.1	0.1
Na ₂ O	0.17	0.44	0.30	0.1	0.1
K ₂ O	2.89	0.41	0.12	0.06	0.26
H ₂ O	8.39	13.06	13.90		
LOI				14.0	15.1

<i>Specifications Of Commercial Ball And Ceramic Clay</i>							
	UK WBB SKD grade	USA K-T Clays HTP grade	UK WBB Sandblend 90	USA K-T Clays Classic	UK WBB	Germany Stephan Schmidt Westerwald clay	
	Tableware	Tableware	Sanitaryware	Sanitaryware	Porcelain & bone china	Porcelain	Earthenware
SiO ₂	50.0	53.6	56.8	61.1	47	66.0	66.0
Al ₂ O ₃	32.9	32.0	1.0	11.0	38	23.0	28.0
Fe ₂ O ₃	1.2	1.1	27.5	24.6	0.39	1.2	1.2
TiO ₂	1.0	1.4	1.3	1.4	0.03	1.6	1.6
CaO	0.2	0.3	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2
MgO	0.3	0.3	0.3	0.5	0.22	0.5	0.5
K ₂ O	1.6	0.7	2.2	1.4	0.8	2.2	2.2
Na ₂ O	0.2	0.1	0.3	0.2	0.15	0.2	0.2
LOI	12.6	10.5	9.5	9.5	13.0	-	-
Carbon	1.6	-	1.8	-	-	-	-
pH	4.4	4.8	6.3	5.5	-	-	-

Source: Watts Blake Bearne & Co. plc, UK; K-T Clay Co., USA

<i>Definitions Of Calcined Clays And Refractory Aluminas (%)</i>								
	Fireclay	Chamotte	Low alumina, low density calcined clay	Low alumina, medium density calcined clay	High alumina, high density calcined clay	Non - calcined andalusite	Mulcoa type clay	Calcined diaspore
Al ₂ O ₃	<40	38-47	40-42	40-43	40-46	57-59	60-70	70.1
Fe ₂ O ₃	>2	1.8-1	0.75-2.2	2.0	0.5-1.5	1-1.2	<1	1.07
Alkali			1.3-1.8	1.3-1.9	0.4-1.2			
Density, g/ m ³			2.40-2.48	2.40-2.43	2.5-2.7		2.6-2.85	
Application			Low temp. (1,200°C)	Medium temp. (1,370°C)	Higher temp. (1,400- 1,650°C)			
								increasing Al ₂ O ₃

Chemistry Of Commercial Clays											
	Kaolin (coarse coating) Georgia, USA	Kaolin (fine coating) Georgia, USA	Kaolin (fine coating) Brazil	Kaolin (coarse coating) Cornwall UK	Kaolin (ceramic) Germany	Ball Clay Dorset, UK	Ball Clay Tennessee, USA	Brick Clay Weald Clay, UK	Flint Fireclay USA	Plastic Fireclay USA	
SiO ₂	45.2	45.0	46.0	47.2	48.3	44.4	56.7	64.45	52.27	62.4	
Al ₂ O ₃	39.2	38.0	37.0	37.6	36.3	33.6	25.8	16.55	44.30	34.56	
Fe ₂ O ₃	0.58	1.0	1.8	0.68	0.5	1.28	1.1	2.13	1.56	2.01	
TiO ₂	0.53	1.6	0.98	0.04	0.3	0.8	1.6		1.41	1.42	
MgO	0.08	0.09	0.07	0.20	0.10	0.5	0.5	0.97	1.41	0.74	
CaO	0.06	0.06	0.02	0.08	0.1	0.3	0.2	1.07	0.81	1.14	
Na ₂ O	0.08	0.29	0.08	0.08	1.6			0.34	0.88	1.58	
K ₂ O	0.02	0.13	0.0	1.39	0.1			2.30	0.51	0.88	
S								0.21			
CO ₂								0.55			
H ₂ O	13.3	14.0	14.3	12.7				4.69			
Organic content								0.70			
LOI						17.2	12.4	6.08			

Source: Pickering and Murray, 1994 (kaolin), Eduard Kick GmbH (ceramic clay); Watts Blake Bearne(UK) and K-T Clay (USA)(ball clay); Redland Bricks (brick); ACS (fireclay)

<i>Proportion Of Ball Clay In Ceramics (%)</i>	
Semi-vitreous whiteware	25 – 40
Wall tiles	25 – 40
Artware	25 – 40
Engobes	5 – 40
Vitreous sanitaryware	25 – 30
Electrical porcelain	15 – 35
Abrasives (vitreous bond)	15 – 30
Glazes	5 – 30
Saggers	15 – 25
Chinaware	6 - 25
Refractories	5 - 25
Floor tiles	0 - 25
Porcelain enamels	4 - 10

<i>Typical Whiteware Composition</i>						
Whiteware type	Kaolin	Ball Clay	Silica	Flux	Talc	Bone Ash
Earthenware*	25	25	35	15	-	-
Porcelain	60	10	15	15	-	-
Bone china	25	-	-	25	-	50
Vitreous china	20 – 30	20 – 30	30 – 40	15 – 25	0 – 3	-
Stoneware	50**	20	10	20	-	-
Electrical porcelain	20	30	20	30	-	-

** includes hollow-ware, wall tiles, and sanitary earthenware; ** Plastic clays, includes kaolin*

Semivitreous ware carbonate	Kaolin	Ball clay	Flint	Feldspar	Tremolitic talc	Pyrophyllite	Calcium
Wall tile (1)	18	18	10	-	12	40	2
Wall tile (2)	-	24	17	-	35	16	8
Wall tile (3)	-	28	-	3	61	7	1
Floor tile	25	7	-	52	-	16	-
Electrical porcelain	30	16	-	35	-	19	-

9.0 EKSPLORASI FELDSPAR

9.1 Pengenalan

Feldspar merupakan mineral paling dominan dalam batuan igneus dan wujud dalam pelbagai bentuk dan campuran. Ia terdiri daripada mineral aluminosilikat yang mempunyai kandungan kalium, natrium dan kalsium yang berbeza-beza. Feldspar alkali yang kaya dengan kalium dan natrium adalah jenis yang penting di mana kebanyakannya digunakan dalam pembuatan kaca dan seramik manakala feldspar kalsium kurang digunakan.

9.2 Objektif

Objektif kajian ialah untuk mengenal pasti dan mencirikan sumber dan isipadu feldspar di samping menilai kesesuaian feldspar sebagai sumber mentah bagi industri kaca dan seramik.

9.3 Skop Kajian

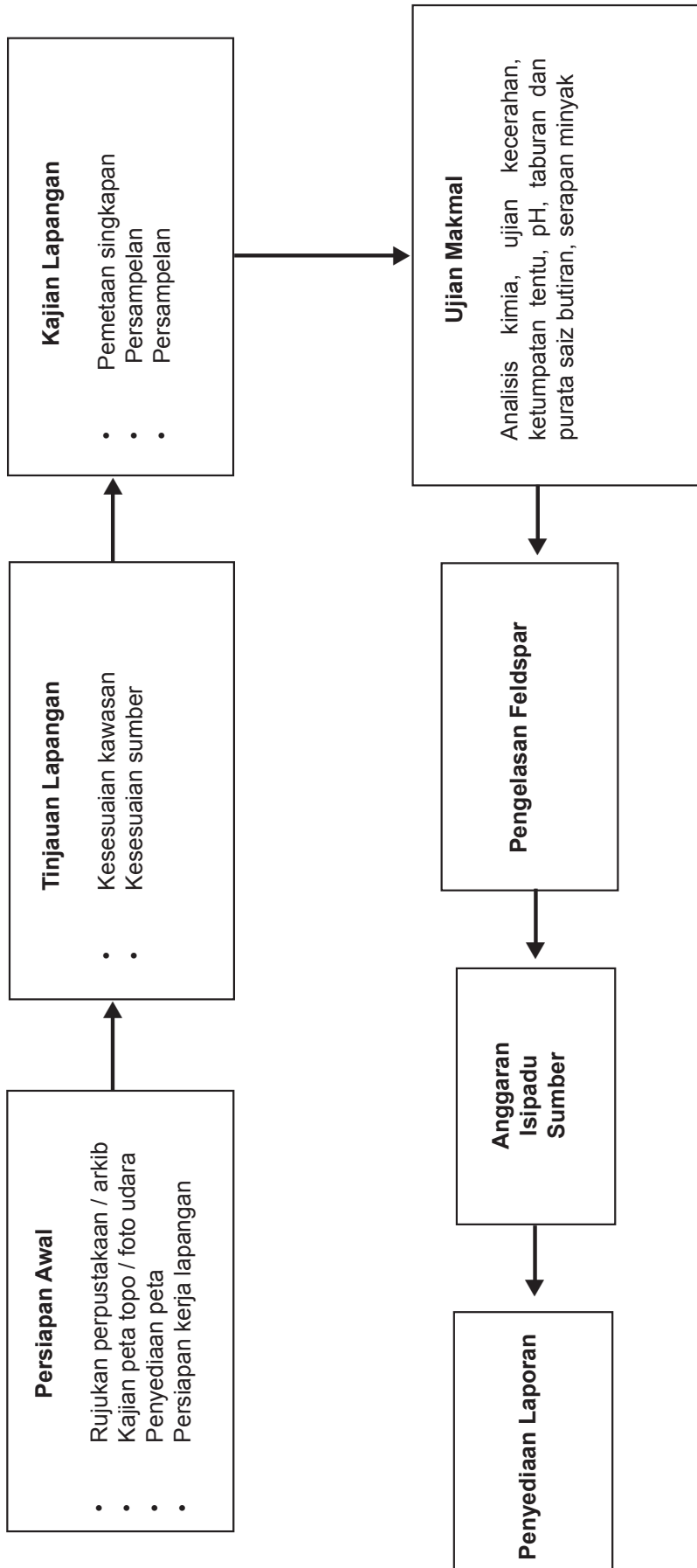
Kajian ini ditumpukan terhadap kawasan yang berpotensi untuk sumber feldspar. Faktor-faktor yang diambil kira untuk menentukan potensi sesuatu kawasan ialah lokasi, jalan perhubungan, sifat geologi batuan, kandungan kimia, jenis feldspar, ketebalan beban atas dan jumlah isipadu sumber. Skop kajian ini diringkaskan seperti di Rajah 7.

9.4 Persiapan Awal

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

9.4.1 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 kajian.
- iii) Membuat rujukan terhadap maklumat terdahulu berkaitan laporan kuari, sekiranya ada.



Rajah 7: Carta aliran eksplorasi feldspar.

9.4.2 Kajian Peta Topografi dan Foto Udara / Imej Satelit

- i) Untuk mendapat gambaran topografi dan geomorfologi kawasan 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.

9.4.3 Penyediaan Peta

- i) Semua maklumat penting yang diperolehi perlu ditanda pada peta dasar bagi memudahkan rujukan sama ada di pejabat atau di lapangan.
- ii) Menggunakan peta dasar berskala 1:50,000 dan menanda pada peta tersebut kawasan pembangunan, pusat pertumbuhan, infrastruktur semasa dan yang dirancang pada masa hadapan.
- iii) Berdasarkan maklumat geologi dan topografi, tandakan kawasan yang dijangka sesuai untuk kajian.
- iv) Plot jalan-jalan perhubungan yang ada ke kawasan berkenaan.

9.4.4 Persiapan Kerja Lapangan

- i) Peta topografi kawasan berskala 1:50,000
- ii) Kompas dan alat *Global Positioning System* (GPS)
- iii) Alat gerudi Pionjar
- iv) Tukul
- v) Tali pengukur (50m / 100m) dan pita ukur
- vi) Kayu pancang, pita penanda dan parang
- vii) Karung sampel dan pen penanda
- viii) Kenderaan
- ix) Pasukan kerja (1 Pegawai Kajibumi, 1 Pembantu Kajibumi, 6 – 8 Pekerja Am)

9.5 Kaedah Kajian

Kaedah kajian meliputi tinjauan lapangan, kajian lapangan, ujian dan analisis sampel batuan di makmal.

9.5.1 Tinjauan Lapangan

Tinjauan lapangan ialah peringkat mendapatkan maklumat lanjut berkaitan kawasan yang terpilih berdasarkan input-input sebelumnya. Tujuannya ialah bagi membuat pertimbangan kesesuaian terhadap kawasan untuk kajian sumber feldspar. Antara faktor yang diambil kira sebelum membuat keputusan ialah:

- i) Kawasan masih belum diteroka atau diusahakan dan lebih baik jika ianya tanah kerajaan.
- ii) Jarak kawasan hendaklah lebih 3km dari kawasan penempatan / pembangunan.
- iii) Luas kawasan adalah lebih kurang 20 hektar (50 ekar).

9.5.2 Kajian di Lapangan

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

- i) Pemetaan singkapan

Kerja memetakan singkapan dan ciri batuan dijalankan dengan kaedah rintisan menggunakan kompas, pita pengukur (50m), alat GPS dan peta dasar berskala 1:50,000. Pemetaan adalah bertujuan mendapatkan maklumat litologi, taburan singkapan secara umum dan struktur geologi utama seperti sesar dan kekar.

Rintisan menggunakan pita ukur dan kompas dilakukan di sekeliling bulat feldspar. Maklumat mengenai struktur dan keadaan feldspar dicerap. Anggaran ketinggian dinding bukit feldspar pada sela yang sama dibuat untuk memudahkan pengiraan isipadu feldspar dan bagi menentukan tapak kuari yang berpotensi. Penentuan tapak kuari bagi bukit feldspar adalah berdasarkan kepada tinggi bukit yang sesuai, ketiadaan struktur-struktur yang membahayakan dan terdapatnya jalan perhubungan yang sedia ada ke kawasan tapak.

- ii) Persampelan

Persampelan batuan dilaksanakan pada setiap 50m di sekeliling bukit yang dikaji. Sampel yang dikutip sebaiknya batuan segar bagi tujuan ujian makmal dan irisan nipis. Alat gerudi Pionjar atau tukul digunakan untuk mengutip sampel. Setiap sampel yang dikutip perlu dilabel dengan sempurna.

9.5.3 Ujian Makmal

Ujian makmal yang dijalankan bagi feldspar adalah seperti berikut:

- i) Analisis kimia bagi kandungan SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, TiO₂, CaO, MgO, K₂O, Na₂O, dan LOI.
- ii) Ujian kecerahan.
- iii) Graviti tentu.
- iv) pH.
- v) Taburan saiz butiran dalam peratusan yang lebih halus daripada 74 μ , 44 μ , 30 μ , 20 μ , 10 μ dan 5 μ .
- vi) Min saiz butiran.
- vii) Serapan minyak.

Pemeriksaan petrografi hendaklah juga dilaksanakan untuk menentukan jenis mineral dan kewujudan mineral berat / legap.

9.6 Pengelasan Feldspar

Berdasarkan keputusan analisis kimia, feldspar dikelaskan mengikut kandungan K₂O atau Na₂O. Kandungan minimum bahan fluks bagi feldspar yang boleh dikomersilkan ialah 6.5%.

9.7 Anggaran Isipadu Sumber Feldspar

Anggaran jumlah isipadu sumber feldspar bagi bukit tertentu dikira berdasarkan luas permukaan didarabkan dengan ketinggian purata bukit.

$$\text{Anggaran kuantiti sumber (metrik tan)} = \text{Jumlah isipadu keseluruhan bukit (m}^3\text{)} \times 2.63 \text{ (graviti tentu)}$$

9.8 Penyediaan Laporan

Keputusan dan hasil kajian dinyatakan dalam laporan mengikut format yang ditentukan seperti dalam lampiran 4.

Sebagai panduan, spesifikasi Feldspar untuk beberapa kegunaan industri tertentu ditunjukkan dalam Jadual 5.

Jadual 5: Specificasi Feldspar untuk beberapa kegunaan industri.

<i>Specifications For Feldspar Used As Filler</i>				
	Minspar3	Minspar4	Minspar25	Minspar7
G.E. brightness	89.6	91.4	91.5	92.2
Weight/solid gallon (lb/gal)	21.61	21.61	21.61	21.61
Bulking value (US gal/lb)	0.0463	0.0463	0.0463	0.0463
Apparent bulk density (lb/ft ³)				
Loose	44	40	40	38
Packed	70	60	60	55
Moisture content	0.1	0.1	0.1	0.1
pH	8.7	9.3	9.3	9.3
Oil absorption (rub out) ASTM D-282-31	16 - 17	18 -19	19 - 20	21 – 23
Particle size distribution, % finer than				
74μ	99.6	100	100	100
44μ	96	99.95	100	100
30μ	87	94	99	100
20μ	72	88	96	100
10μ	41	60	70	90
5μ	19	30	35	55
Mean particle size	12	8	7	4.8
Specific surface area (m ² /g)	0.8 - 0.9	1.0 - 1.2	1.2 - 1.4	1.5 - 1.6
<i>Source: K-T Feldspar Corp., USA</i>				

Specifications For Commercial Feldspar

	Glass F-20	Glass C-20	Glass G-40	Glass Aplite*	Pottery NC-4	Pottery C-6	Pottery G-200	Pottery K-200
SiO ₂	68.20	68.90	67.70	63.10	68.15	68.70	67.00	67.10
Al ₂ O ₃	22.00	18.75	18.50	22.00	19.00	18.50	18.30	18.30
Fe ₂ O ₃	0.10	0.07	0.1 max	0.10	0.067	0.07	0.08	0.07
CaO	5.60	1.85	0.90	5.60	1.60	0.90	1.02	0.36
MgO	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace
K ₂ O	3.00	3.85	4.10	3.00	4.00	4.10	10.50	10.10
Na ₂ O	6.00	7.15	7.00	6.00	7.00	7.20	2.85	3.80
LOI	0.20	0.13	0.25	0.20	0.10	0.25	0.20	0.26
Screen analysis, cum. % retained on:								
16 mesh	0.1	0.4						
20 mesh	8.2	8.0		1.5				
30 mesh	12.0			15.0				
40 mesh		49.0	1.75	50.0				
50 mesh	85.5	81.0		97.0				
100 mesh	98.8	96.1	61.0	100.0				
200 mesh			97.5					
*Feldspar Corp. no longer produces aplite Source: Feldspar Corp., USA								

A Comparison Of Alumina Sources In Glass And Ceramics

	Nepheline syenite	Soda- feldspar	Potash- feldspar	Low-iron aplite	Calumite slag
SiO ₂	61.40	67.54	67.04	63.71	38.8
Al ₂ O ₃	22.74	19.25	18.02	21.89	10.5
Fe ₂ O ₃	0.06	0.06	0.04	0.09	0.3
CaO	0.70	1.94	0.38	0.48	38.5
MgO	trace	trace	trace	trace	1.4
K ₂ O	4.95	4.05	12.10	2.37	0.5
Na ₂ O	9.54	6.96	2.12	5.60	0.4
LOI	0.60	0.13	0.30	0.21	1.1 (S cpds)

10.0 EKSPLORASI BATUAN SILIKA

10.1 Pengenalan

Batuan silika merupakan kuarza masif yang wujud dalam bentuk telerang-telerang dalam batuan atau sebagai permatang kuarza yang dikenali sebagai terumbu kuarza. Kuarza masif adalah mineral yang terbentuk daripada silika (silikon dioksida, SiO_2).

Kuarza mempunyai kepentingan ekonomi di dalam industri kaca dan seramik. Selain itu kuarza digunakan sebagai batu permata seperti kecubung (*amethyst*), sitrin (*citrine*), kuarza asap (*smoky quartz*) dan kuarza mawar (*rose quartz*).

10.2 Objektif

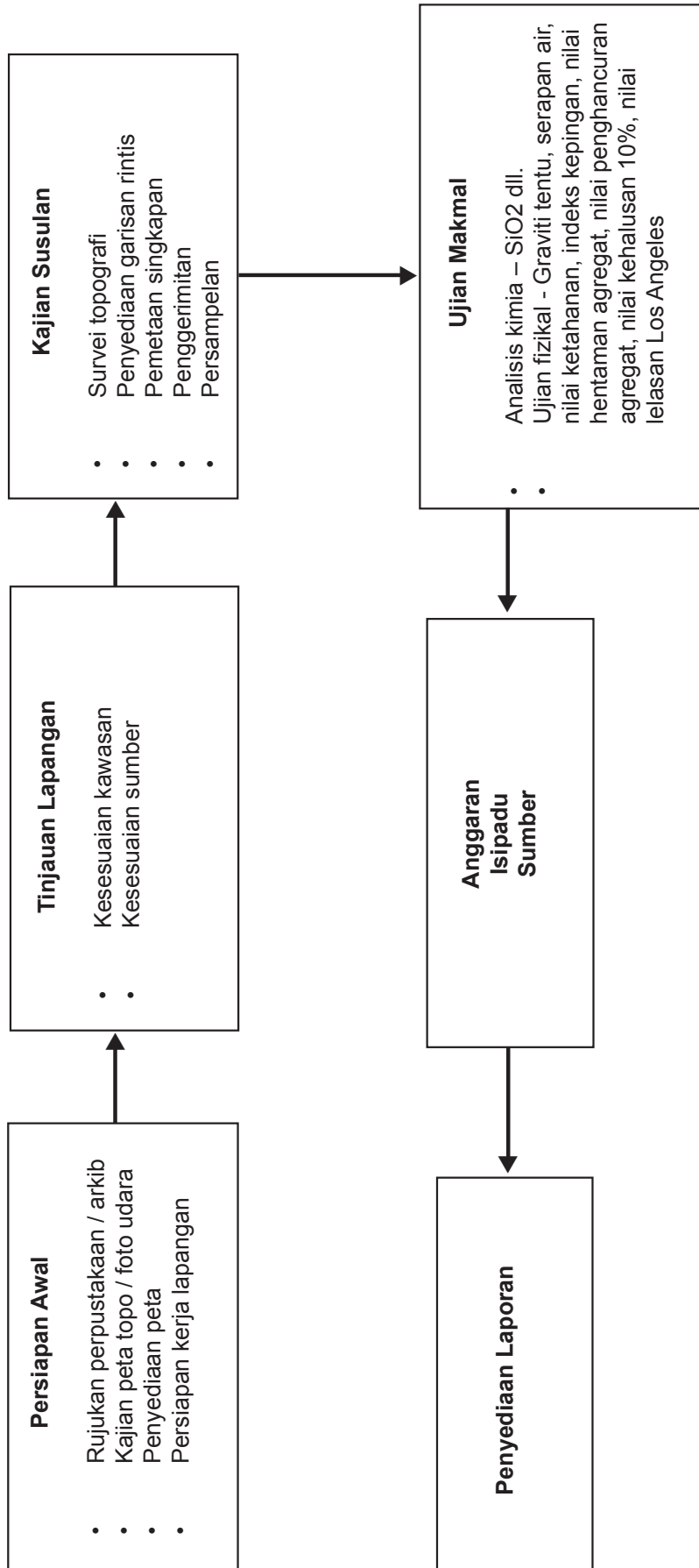
Objektif kajian ialah untuk mengenal pasti batuan silika berpotensi yang boleh menyumbang sebagai sumber kuarza bagi tujuan industri kaca dan kegunaan-kegunaan lain.

10.3 Skop Kajian

Kajian ini ditumpukan terhadap kawasan yang berpotensi untuk sumber kuarza. Antara faktor-faktor yang diambil kira untuk menentukan potensi sesuatu kawasan ialah kehadiran terumbu kuarza, jalan perhubungan, sifat kimia dan kejuruteraan batuan, ketebalan beban atas dan jumlah isipadu sumber. Skop kajian ini diringkaskan seperti di Rajah 8.

10.4 Persiapan Awal

Tugas permulaan adalah untuk mendapatkan gambaran awal kawasan eksplorasi yang dipilih untuk perancangan kerja lapangan dan menentukan kaedah serta keperluan siasatan. Pegawai terlibat perlu merujuk dan meneliti maklumat yang sedia ada berkaitan kawasan bagi membuat keputusan dan perancangan.



Rajah 8: Carta aliran eksplorasi batuan silika.

10.4.1 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 berkaitan laporan kuari, jika ada.

10.4.2 Kajian Peta Topografi dan Foto Udara / Imej Satelit

- i) Untuk mendapat gambaran topografi dan geomorfologi kawasan serta maklumat jalan, penempatan, kawasan pembangunan dan lain-lain.
- ii) Foto udara diteliti bagi melihat gambaran secara menyeluruh dan membuat interpretasi awal terhadap struktur geologi yang boleh membantu dalam pelaksanaan kajian di lapangan.

10.4.3 Penyediaan Peta

- i) Gunakan peta dasar berskala 1:50,000 dan tandakan pada peta tersebut kawasan pembangunan, pusat pertumbuhan infrastruktur semasa dan yang dirancang pada masa hadapan.
- ii) Semua maklumat penting yang diperoleh perlu ditanda pada peta dasar bagi memudahkan rujukan sama ada di pejabat atau di lapangan.
- iii) Berdasarkan maklumat geologi dan topografi, tandakan kawasan yang dijangka sesuai untuk kajian.
- iv) Plot jalan-jalan perhubungan yang ada ke kawasan berkenaan.

10.4.4 Persiapan Kerja Lapangan

- i) Peta topografi kawasan berskala 1:50,000
- ii) *Electronic Distance Measurement* (EDM)
- iii) Gerimit tangan Dormer
- iv) *Global Positioning System* (GPS) dan kompas
- v) Alat gerudi Pionjar
- vi) Tukul
- vii) Tali pengukur dan pita ukur (50m / 100m)
- viii) Kayu pancang, pita penanda dan parang
- ix) Karung sampel dan pen penanda
- x) Kenderaan
- xi) Pasukan kerja (1 Pegawai Kajibumi, 2 Pembantu Kajibumi, 6 Pekerja Am)

10.5 Kaedah Kajian

Kaedah kajian meliputi kajian tinjauan dan susulan di lapangan dan pelaksanaan analisis kimia sampel batuan di makmal.

10.5.1 Kajian Tinjauan

Tinjauan di lapangan ialah peringkat mendapatkan maklumat lanjut berkaitan kawasan yang terpilih berdasarkan input-input sebelumnya. Tujuannya ialah bagi membuat pertimbangan kesesuaian terhadap kawasan untuk kajian sumber kuarza. Antara faktor yang diambil kira sebelum membuat keputusan ialah:

- i) Kawasan masih belum diteroka atau diusahakan dan lebih baik jika ianya tanah kerajaan.
- ii) Jarak kawasan sebaik-baiknya kurang 10km dari jalan raya utama dan sekurang-kurangnya 3km dari kawasan penempatan / pembangunan.
- iii) Luas kawasan tidak kurang daripada 20 hektar.
- iv) Kawasan diketahui mempunyai sumber berbentuk terumbu, singkapan atau bongkah kuarza.
- v) Ketebalan beban atas < 30m yang diketahui melalui cerapan keratan jalan dan sebagainya.

10.5.2 Kajian Susulan

Kajian susulan di lapangan merangkumi kerja-kerja survei topografi, pemetaan singkapan, penyediaan garisan rintis, penggerimitan dan persampelan.

i) Survei topografi

Kerja survei topografi dijalankan sekitar kawasan terumbu kuarza dengan menggunakan alat survei *Electronic Distance Measurement* (EDM) dan kompas. Tujuan survei topografi ialah untuk mendapatkan aras ketinggian terkini dan keluasan sebenar kawasan kajian. Sebelum kerja survei topografi bermula lokasi kawasan kajian ditentukan dengan menggunakan GPS dan ditandakan pada peta topografi berskala 1:50,000.

Data yang diperoleh daripada kerja survei topografi kemudian diplotkan pada kertas graf dengan menggunakan skala 1:10,000. Maklumat-maklumat yang terkandung pada kertas graf adalah seperti:

- a) Aras ketinggian seluruh kawasan kajian
- b) Stesen-stesen
- c) Garisan kontur
- d) Cadangan garisan rintis

ii) Penyediaan garisan rintis

Untuk penyediaan garisan rintis, langkah-langkah berikut perlu dilaksanakan:

- a) Tentukan titik rujukan berpandukan kepada stesen-stesen yang telah ditandakan pada kertas graf.
- b) Rintis garis dasar di kaki bukit sepanjang 500m hingga 750m.
- c) Buat garisan rintis yang bersudut tepat dengan garis dasar di kaki bukit dengan sela 50m di antara satu sama lain sepanjang 500m hingga 750m.
- d) Pada setiap garisan rintis yang bersudut tepat dengan garis dasar ditandakan lubang untuk penggerimitan dengan sela antara lubang ialah 50m. Lubang ditandakan dengan menggunakan pita penanda dan kayu pancang.

iii) Pemetaan singkapan

Kerja memetakan singkapan dan bongkah batuan dijalankan dengan berpandukan kepada maklumat-maklumat yang diperolehi daripada kerja survei topografi. Kehadiran singkapan dan bongkah batuan ditandakan pada kertas graf merujuk kepada stesen-stesen yang sedia ada untuk memastikan ketepatan lokasinya. Pada setiap singkapan dan bongkah batuan maklumat seperti litologi, struktur geologi, saiz dan warna direkodkan. Peralatan yang perlu dalam kerja pemetaan ini ialah kompas dan pita pengukur.

iv) Penggerimitan

Kerja-kerja penggerimitan dilakukan pada tempat yang telah ditandakan semasa kerja penyediaan garisan rintis. Kerja-kerja ini dilakukan dengan menggunakan gerimit tangan Dormer untuk menentukan ketebalan beban atas dan membantu penentuan kedalaman batuan dasar. Setiap lubang gerimit hendaklah dilog dan penggerimitan ditamatkan apabila tusukan tidak dapat diteruskan.

v) Persampelan

Biasanya bilangan sampel yang dikutip bagi setiap lokasi ialah sekurang-kurangnya tiga sampel. Berat sampel adalah antara 40kg hingga 60kg. Saiz pecahan batuan ialah lebih kurang 10cm. Bagi tujuan ujian makmal, sebaliknya sample yang dikutip adalah batuan segar. Alat gerudi Pionjar atau tukul digunakan untuk mengutip sampel. Setiap sampel yang dikutip perlu dilabel dengan sempurna.

10.5.3 Ujian Makmal

i) Analisis kimia

Tujuan analisis kimia dijalankan ialah bagi menentukan kandungan kimia dan kesesuaian sumber kuarza berkenaan. Analisis kimia yang dijalankan ialah untuk SiO₂. Sekiranya kandungan SiO₂ melebihi 95%, maka analisis lengkap untuk sumber kuarza perlu dilaksanakan iaitu analisis kimia bagi menentukan kandungan Al₂O₃, Fe₂O₃, TiO₂, Na₂O, K₂O, CaO, MgO, Cr₂O₃ dan LOI.

ii) Ujian fizikal

Ujian fizikal berikut dijalankan bertujuan menentukan sifat kejuruteraan kuarza:

- a) Graviti tentu pukal (bulk specific gravity)
- b) Serapan air (water absorption)
- c) Nilai ketahanan (soundness value-sodium sulphate, 5 cycle)
- d) Indeks kepingan (flakiness index)
- e) Nilai hentaman agregat (aggregate impact value)
- f) Nilai penghancuran agregat (aggregate crushing value)
- g) Nilai kehalusan 10% (10% fines value)
- h) Nilai lelasan Los Angeles (Los Angeles abrasion value)

Ujian-ujian di atas dilaksanakan mengikut kaedah British Standard Specification BS 812: Part 1&3: 1967 and Part 121: 1989 kecuali untuk ujian lelasan Los Angeles dan nilai ketahanan yang mengikut kaedah *American Society Of Testing Material (ASTM) Following RRL Report, LR-93*.

10.6 Anggaran Isipadu Sumber Batuan Silika

Jumlah isipadu sumber kuarza ditentukan dengan kaedah berikut:

Setiap garisan rintis yang bersudut tepat dengan garis dasar diplot keratan rentas.

$$\text{Isipadu bagi setiap blok di antara dua keratan rentas bertentangan (m}^3\text{)} = \text{Purata luas keratan rentas bertentangan (m}^2\text{)} \times \text{Jarak antara keratan rentas (m)}$$

$$\text{Jumlah isipadu keseluruhan kawasan (m}^3\text{)} = \text{Jumlah isipadu setiap blok (m}^3\text{)}$$

$$\text{Anggaran kuantiti sumber (metrik tan)} = \text{Jumlah isipadu keseluruhan kawasan (m}^3\text{)} \times \text{Graviti tentu batuan silika}$$

10.7 Penyediaan Laporan

Keputusan dan hasil kajian dinyatakan dalam laporan teknikal mengikut format yang telah ditentukan seperti dalam laporan 4.

11.0 GARIS PANDUAN PENYEDIAAN LAPORAN KAJIAN MINERAL PERINDUSTRIAN

Format laporan perlu seragam bagi memudahkan kerja-kerja pemantauan dan penyelarasan. Format laporan kajian yang telah dilakukan perlu disesuaikan mengikut keperluan projek, tujuan / objektif, maklumat yang dikutip dan terkumpul.

a) Format Laporan

Perkara berikut perlu diberi perhatian semasa menulis laporan kajian:

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

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 tajuk 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 web, nyatakan keseluruhan alamat URL serta tarikh laman web 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 1).

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 diperolehi dan ia diletakkan pada sebelah belakang kulit laporan seperti yang ditunjukkan di Lampiran 2.

xxiii) Format Muka Dalam / Muka Surat Tajuk

Format muka dalam atau surat tajuk mengandungi tajuk laporan berserta nama penulis laporan (seperti di Laporan 3)

xxiv) Unit SI:

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

Format Kulit Laporan



JABATAN MINERAL DAN GEOSAINS MALAYSIA
Minerals and Geoscience Department Malaysia

**RANCANGAN MALAYSIA KESEMBILAN
PROJEK MINERAL PERINDUSTRIAN SEMENANJUNG**

**KAJIAN PASIR DAN KELIKIR SUNGAI
DI SUNGAI PAKA, TERENGGANU**

NO. LAPORAN: JMG.TGG (MPI) 03/2008

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

LAMPIRAN 2**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 KESEMBILAN
PROJEK MINERAL PERINDUSTRIAN SEMENANJUNG**

**KAJIAN PASIR DAN KELIKIR SUNGAI
DI SUNGAI PAKA, TERENGGANU**

Oleh

(Nama Penulis Laporan)

NO. LAPORAN: JMG.TGG (MPI) 03/2008

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

LAMPIRAN 4

Format Kandungan Laporan Kajian Batuan

KANDUNGAN	Muka Surat
<i>EXECUTIVE SUMMARY</i> / RINGKASAN EKSEKUTIF	ii
SENARAI JADUAL	iii
SENARAI RAJAH	iv
SENARAI GAMBAR	v
1.0 PENDAHULUAN	1
2.0 LOKASI DAN PERHUBUNGAN	2
3.0 GEOLOGI AM KAWASAN KAJIAN	3
4.0 KAJIAN TERDAHULU	3
5.0 METODOLOGI KAJIAN	4
5.1 Kaedah Lapangan	5
5.2 Kaedah Makmal	6
6.0 KEPUTUSAN KAJIAN	7
6.1 Batuan Lokaliti A	8
6.1.1 Keputusan Kajian Lapangan Geologi	8 10
Ciri-ciri Fizikal	10
6.1.2 Keputusan Analisis Makmal Ujian Fizikal	10 10
Petrografi	10
6.1.3 Potensi Sumber	11
6.2 Batuan Lokaliti A	11
6.2.1 Keputusan Kajian Lapangan Geologi	12 12
6.2.2 Keputusan Analisis Makmal Ujian Fizikal	13 13
Petrografi	13
6.2.3 Potensi Sumber	14
7.0 KESIMPULAN	15
8.0 CADANGAN	16
9.0 PENGHARGAAN	17
10.0 RUJUKAN / BIBLIOGRAFI	17
APENDIKS / LAMPIRAN	18

Format Kandungan Laporan Kajian Pasir dan Kelikir / Pasir Silika

KANDUNGAN	Muka Surat
<i>EXECUTIVE SUMMARY</i> / RINGKASAN EKSEKUTIF	ii
SENARAI JADUAL	iii
SENARAI RAJAH	iv
SENARAI GAMBAR	v
1.0 PENDAHULUAN	1
2.0 LOKASI DAN PERHUBUNGAN	2
3.0 GEOLOGI AM KAWASAN KAJIAN	3
4.0 KAJIAN TERDAHULU	3
5.0 METODOLOGI KAJIAN	4
5.1 Kaedah Lapangan	5
5.2 Kaedah Makmal	6
6.0 KEPUTUSAN KAJIAN	7
6.1 Endapan Lokaliti A	8
6.1.1 Keputusan Kajian Lapangan	8
Profil Lubang Gerimit	10
Ciri-ciri Fizikal	10
6.1.2 Keputusan Analisis Makmal	10
Analisis Kimia	10
Taburan Saiz Butiran	10
Komposisi Mineral Pasir	10
6.1.3 Gred	10
6.1.4 Potensi Sumber	11
6.2 Endapan Lokaliti B	11
6.2.1 Keputusan Kajian Lapangan	12
Profil Lubang Gerimit	12
Ciri-ciri Fizikal	12
6.2.2 Keputusan Analisis Makmal	13
Analisis Kimia	13
Taburan Saiz Butiran	13
Komposisi Mineral Pasir	13
6.2.3 Gred	13
6.2.4 Potensi Sumber	14
7.0 KESIMPULAN	15
8.0 CADANGAN	16
9.0 PENGHARGAAN	17
10.0 RUJUKAN/BIBLIOGRAFI	17
APENDIKS / LAMPIRAN	18

LAMPIRAN 6

Format Kandungan Laporan Kajian Lempung

KANDUNGAN	Muka Surat
<i>EXECUTIVE SUMMARY</i> / RINGKASAN EKSEKUTIF	ii
SENARAI JADUAL	iii
SENARAI RAJAH	iv
SENARAI GAMBAR	v
1.0 PENDAHULUAN	1
2.0 LOKASI DAN PERHUBUNGAN	2
3.0 GEOLOGI AM KAWASAN KAJIAN	3
4.0 KAJIAN TERDAHULU	3
5.0 METODOLOGI KAJIAN	4
5.1 Kaedah Lapangan	5
5.2 Kaedah Makmal	6
6.0 KEPUTUSAN KAJIAN	7
6.1 Lempung Lokaliti A	8
6.1.1 Keputusan Kajian Lapangan Profil Lubang Gerimit	8 10
6.1.2 Keputusan Analisis Makmal Analisis Kimia Saiz Butiran Ujian Pembakaran Kandungan Mineral - XRD	10 10 10 10 10
6.1.3 Gred	10
6.1.4 Potensi Sumber	11
6.2 Lempung Lokaliti B	11
6.2.1 Keputusan Kajian Lapangan Profil Lubang Gerimit	12 12
6.2.2 Keputusan Analisis Makmal Analisis Kimia Saiz Butiran Ujian Pembakaran Kandungan Mineral - XRD	13 13 13 13 13
6.2.3 Gred	13
6.2.4 Potensi Sumber	14
7.0 KESIMPULAN	15
8.0 CADANGAN	16
9.0 PENGHARGAAN	17
10.0 RUJUKAN/BIBLIOGRAFI	17
APENDIKS / LAMPIRAN	18

Format Kandungan Laporan Kajian Kaolin

KANDUNGAN	Muka Surat
<i>EXECUTIVE SUMMARY</i> / RINGKASAN EKSEKUTIF	ii
SENARAI JADUAL	iii
SENARAI RAJAH	iv
SENARAI GAMBAR	v
1.0 PENDAHULUAN	1
2.0 LOKASI DAN PERHUBUNGAN	2
3.0 GEOLOGI AM KAWASAN KAJIAN	3
4.0 KAJIAN TERDAHULU	3
5.0 METODOLOGI KAJIAN	4
5.1 Kaedah Lapangan	5
5.2 Kaedah Makmal	6
6.0 KEPUTUSAN KAJIAN	7
6.1 Kaolin Lokaliti A	8
6.1.1 Keputusan Kajian Lapangan	8
6.1.2 Keputusan Analisis Makmal	10
<i>Brightness Test</i>	10
<i>Particle Size</i>	12
<i>X-Ray Diffraction</i>	13
<i>pH Test</i>	14
Analisis Kimia	15
<i>Viscosity Test</i>	17
<i>Abrasion Test</i>	17
6.1.3 Gred	20
6.1.4 Potensi Sumber	20
6.2 Kaolin Lokaliti B	21
6.2.1 Keputusan Kajian Lapangan	22
6.2.2 Keputusan Analisis Makmal	23
<i>Brightness Test</i>	23
<i>Particle Size</i>	24
<i>X-Ray Diffraction</i>	25
<i>pH Test</i>	26
Analisis Kimia	27
<i>Viscosity Test</i>	28
<i>Abrasion Test</i>	30
6.2.3 Gred	32
6.2.4 Potensi Sumber	32

KANDUNGAN	Muka Surat
7.0 KESIMPULAN	33
8.0 CADANGAN	34
9.0 PENGHARGAAN	35
10.0 RUJUKAN/BIBLIOGRAFI	35
APENDIKS / LAMPIRAN	36

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:

Hamadi bin Che Harun

Kamal bin Daril

Zainol Abidin bin Sulaiman

Ismail bin Ahmad

Zainol bin Husin

Abdullah Sani bin Hashim

Kamuradin bin Md. Slar

Haniza binti Zakri



ISBN 978-983-43449-7-9



9 789834 344979