

**PEMILIHAN JENIS BATUAN OLEH
MASYARAKAT PRASEJARAH DI KAWASAN
IMPAK METEORIT BUKIT BUNUH,
LENGGONG, PERAK DAN SUMBANGANNYA
KEPADA TEKNOLOGI PALEOLITIK**

NUR ASIKIN BINTI RASHIDI

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

2013

**PEMILIHAN JENIS BATUAN OLEH
MASYARAKAT PRASEJARAH DI KAWASAN
IMPAK METEORIT BUKIT BUNUH,
LENGGONG, PERAK DAN SUMBANGANNYA
KEPADA TEKNOLOGI PALEOLITIK**

Oleh

NUR ASIKIN BINTI RASHIDI

**Tesis yang diserahkan
untuk memenuhi keperluan
Ijazah Sarjana Sastera**

Julai 2013

PENGHARGAAN

Syukur Alhamdulillah dengan limpah rahmat dan kesyukuran yang tidak terhingga ke hadrat yang Maha Esa kerana dengan izin dan kekuasaanya saya dapat menyempurnakan penulisan tesis ini. Tesis ini dapat dihasilkan atas pertolongan utama daripada penyelia saya iaitu Prof. Dr. Mokhtar Saidin

Ucapan dan jutaan terima kasih kepada Universiti Sains Malaysia kerana memberi peluang dan bantuan kewangan di bawah biasiswa *USM Graduate Fellowship*, geran Skim Penyelidikan Pascasiswazah serta Geran Penyelidikan di bawah Pusat Penyelidikan Arkeologi Global untuk menyempurnakan lagi kajian ini.

Ucapan dan penghargaan terima kasih yang tak terhingga kepada semua pensyarah-pensyarah di Pusat Penyelidikan Arkeologi Global En Jeffrey, Prof Madya Dr. Stephen Chia, En Hamid dan terutamanya Prof. Dr. Hamzah Mohamad yang merupakan Profesor Kunjungan PPAG juga bekas penyelia disertasi Sarjana Muda Geologi saya di UKM kerana sokongan dan dorongan dalam menyiapkan tesis ini.

Tidak lupa juga, ucapan terima kasih kepada staf-staf Pusat Penyelidikan Arkeologi Global yang membantu dalam menyempurnakan kerja di lapangan serta di makmal iaitu En.Hanif, En. Azman, En. Ikhwan, En. Faris, Pn. Normah, En.Goon, En Talib, En Fadly,

En Sairul, Pn Sharifah, En Ammar serta kakitangan yang terlibat secara langsung dan tidak langsung.

Penghargaan juga buat mak dan ahli keluarga yang memberi galakan dalam menyiapkan tesis ini. Pengorbanan kalian amatlah saya hargai.

Buat rakan seperjuangan, ucapan terima kasih yang tidak terhingga kepada Shaiful Idzwan, Nor Khairunnisa, Shyeh Shahibul Karamah, Naizatul Akma, Iklil, Nasha, Aiza serta adik-adik junior yang banyak membantu Azlin, Amira, Syuhada dan Catur. Tak lupa juga kepada kumpulan-kumpulan Penyelidikan Bukit Bunuh 2009-2013. Jasa kalian amatlah saya hargai.

KANDUNGAN

Perkara	Halaman
PENGHARGAAN	i
KANDUNGAN	iii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xiv
SENARAI FOTO	xix
SENARAI FOTOMIKROGRAF	xxvi
ABSTRAK	xxx
ABSTRACT	xxxii

BAB 1 TAPAK BUKIT BUNUH, LENGGONG, PERAK

1.1 Pengenalan	1
1.2 Lokasi Kajian	1
1.3 Kajian Terdahulu	4
1.3.1 Arkeologi di Bukit Bunuh	4
1.3.2 Tapak-tapak Paleolitik Terbuka di Lembah Lenggong	9
1.3.2.1 Tapak Bukit Jawa	10
1.3.2.2 Tapak Kampong Temelong	10
1.3.2.3 Tapak Kota Tampan	12
1.3.3 Geologi Bukit Bunuh	13
1.4 Pentarikhan	15
1.4.1 Kaedah OSL	16
1.4.2 Kaedah FT	18
1.4.3 Kaedah K-Ar	19
1.4.4 Kaedah $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	21

1.4.5 Kaedah U-Pb	22
1.5 Isu-isu dan Masalah Tapak Bukit Bunuh	23
1.6 Objektif Kajian	23
1.7 Metod Kajian	24
1.7.1 Kajian Lapangan	24
1.7.1.1 Pemetaan Geologi	25
1.7.1.2 Persampelan Artifak Secara Jumpaan Permukaan	26
1.7.2 Kajian Makmal	26
1.7.2.1 Teknik Petrografi	27
1.7.2.2 Teknik XRD	27
1.7.2.3 Teknik XRF	28
1.7.2.4 Teknik SEM	28
1.8 Skop Kajian	29
1.9 Rumusan Bab	29

BAB 2 BAHAN ASAS KEBUDAYAAN PALEOLITIK ASIA TENGGARA DAN TAPAK PALEOLITIK DI KAWASAN IMPAK METEORIT DUNIA

2.1 Pengenalan	31
2.2 Bahan Asas Kebudayaan Paleolitik Asia Tenggara	31
2.2.1 Myanmar	32
2.2.2 Thailand	35
2.2.3 Vietnam	37
2.2.4 Filipina	40
2.2.5 Indonesia	42
2.2.6 Malaysia	45
2.3 Perbandingan Teknologi Jenis Bahan Asas Kebudayaan Paleolitik di Asia Tenggara	47
2.4 Tapak Paleolitik di Kawasan Impak Meteorit Dunia	52
2.4.1 Impak Meteorit dan Sebaran Sisa Meteorit	52

2.4.2 Tapak Impak Meteorit Dunia dan Perkaitannya dengan Kebudayaan Paleolitik	54
2.5 Sebaran Sisa Meteorit/Tektit dan Perkaitannya dengan Tapak Paleolitik di Dunia	57
2.5.1 Sebaran tektit - Amerika Utara (35 juta tahun dahulu)	58
2.5.2 Sebaran tektit – Eropah Tengah (15 juta tahun dahulu)	60
2.5.3 Sebaran tektit – Pantai Ivory (1.1 juta tahun dahulu)	60
2.5.4 Sebaran tektit – Australasia (0.77 juta tahun dahulu)	61
2.5.4.1 Australia	62
2.5.4.2 Indonesia	62
2.5.4.3 Filipina	63
2.5.4.4 Indochina- Thailand	63
2.5.4.5 Selatan China	64
2.5.4.6 Malaysia	67
2.6 Rumusan Bab	71

BAB 3 IMPAK METEORIT DI BUKIT BUNUH

3.1 Pengenalan	73
3.2 Pre-Impak Meteorit	74
3.3 Kaedah Kajian	77
3.3.1 Kajian Petrografi	75
3.3.2 Kajian SEM	75
3.3.3 Kajian XRD	76
3.3.4 Kajian XRF	78
3.3.5 Kajian Stereomikroskop	78
3.3.6 Kajian Spesifik Graviti	78
3.4 Penentuan Ketepatan dan Kejituan Data Analisis	82
3.4.1 Kejituan Analisis SEM	82
3.4.2 Ketepatan Analisis XRD	84
3.4.3 Kejituan Analisis XRF	84

3.5 Bukti Struktur Impak Meteorit Secara Makro	87
3.5.1 Struktur Kon Pecah	87
3.5.1.1 Pemetaan Struktur Kon Pecah	89
3.5.1.2 Analisis Makro ke Atas Struktur Kon Pecah	95
3.5.1.3 Kajian Petrografi Kon Pecah	96
3.5.2 Struktur Pseudotakalit	98
3.5.2.1 Kajian Survei pada Struktur Pseudotakalit	98
3.5.2.2 Kajian Perbandingan Struktur Pseudotakalit	99
3.5.3 Struktur <i>Regmaglypts</i>	100
3.5.3.1 Kajian Survei pada Struktur <i>Regmaglypts</i>	102
3.5.3.2 Kajian Perbandingan Struktur <i>Regmaglypts</i>	104
3.6 Bukti Mikrostruktur (PDF, PF, jalur bengkok dan maskelinit) pada Mineral Bukit Bunuh	105
3.6.1 Kajian Petrografi	106
3.7 Bukti Mineral Polimorf Bertekanan Tinggi	112
3.7.1 Kajian Petrografi	113
3.7.2 Kajian XRD	115
3.8 Bukti Kawah Impak Meteorit di Bukit Bunuh	118
3.8.1 Bukti Penderian Jauh dan Foto Udara	118
3.8.2 Bukti Analisis Lineamen	119
3.8.3 Bukti Geofizik	122
3.8.4 Analisis Topografi	124
3.8.5 Analisis Sistem Saliran	131
3.8.5.1 Pola Saliran	132
3.8.6 Bukti Penggerudian Dalam	139
3.8.7 Bukti Litologi	140
3.8.8 Bukti Kon Pecah	142
3.8.9 Interpretasi Kawah Impak Meteorit Bukit Bunuh	142
3.9 Bukti Peleburan pada Batuan dan Mineral	151
3.9.1 Kajian Lapangan-analisis Makro	151
3.9.2 Kajian Petrografi	153

3.9.3 Kajian Stereomikroskop	161
3.9.4 Kajian SEM	163
3.9.5 Kajian XRF	175
3.10 Bukti Batuan Impaktit	180
3.10.1 Survei dan Pemetaan Taburan Batuan Impaktit	180
3.10.1.1 Kaedah Survei dan Pemetaan Musim I	182
3.10.1.2 Kaedah Survei dan Pemetaan Musim ke II	186
3.10.1.3 Hasil Pemetaan Taburan Batuan Impaktit Musim 1	193
3.10.1.4 Hasil Pemetaan Taburan Batuan Impaktit Musim II	195
3.10.2 Jenis Batuan impaktit Bukit Bunuh yang Diubahsuai daripada Penamaan Stoffler 2007	196
3.10.2.1 Lokaliti bagi Taburan Batuan Impaktit	197
3.10.2.2 Kumpulan bagi Lokaliti Taburan Batuan Impaktit	197
3.10.2.3 Unit bagi Lokaliti Taburan Batuan Impaktit	208
3.10.3 Pengelasan Batuan Impaktit Bukit Bunuh	212
3.10.3.1 Batuan Leburan Impak	218
3.10.3.2 Batuan Suevit	220
3.10.3.3 Batuan Breksia Polimiktik Litik	233
3.10.3.4 Batuan Metasedimen Terimpak	237
i) Batuan Metasedimen Kerijangan	237
ii) Batuan Metasedimen Keargilitan	242
iii) Batuan Metasedimen Metakuarzit	244
3.10.3.5 Batuan Granit Terimpak	247
3.10.3.6 Bongkah Kuarza Terimpak/Metakuarza	249
3.11 Bukti Ketumpatan Batuan Impaktit di Bukit Bunuh	253
3.11.1 Kajian Spesifik Graviti	253
3.12 Bukti-bukti lain: Kehadiran mineral besi	263
3.12.1 Kajian Lapangan	263
3.12.2 Kajian Perbandingan	265
3.12.3 Kajian Makmal - Mineral-mineral besi	267

3.12.3.1 Kajian Pemerhatian ke atas Sampel Tangan - Mineral-mineral Besi	268
3.12.3.2 Kajian Irisan Gilap (<i>polished section analysis</i>) - Mineral-mineral besi	270
3.12.3.3 Kajian XRD - Mineral-mineral Besi	274
3.13 Rumusan Bab	278

BAB 4 GEOLOGI AM DAN STRATIGRAFI BUKIT BUNUH

4.1 Pengenalan	280
4.2 Geologi Am dan Stratigrafi Hulu Perak	280
4.3 Geologi Am Lenggong	284
4.3.1 Formasi Kroh	285
4.3.2 Unit Granit	288
4.3.3 Enapan Lawin	289
4.3.4 Unit Debu Tefra	289
4.3.5 Unit Aluvium	290
4.3.6 Komplek Bukit Bunuh	291
4.4 Stratigrafi	293
4.5 Rumusan Bab	296

BAB 5 ARTIFAK, BAHAN ASAS DAN TEKNOLOGI PALEOLITIK DI BUKIT BUNUH

5.1 Pengenalan	297
5.2. Kebudayaan Paleolitik Sebelum Impak Meteorit	298
5.2.1 Artifak	298
5.2.2 Bahan Asas Artifak	301
5.3 Kebudayaan Paleolitik Selepas Impak Meteorit	306
5.3.1 Artifak	306

5.3.2 Bahan Asas Artifak	309
5.3.2.1 Bahan Asas Suevit dan Leburan Impak	310
5.3.2.2 Bahan Asas Metasedimen Kerijangan	319
5.3.2.3 Bahan Asas Metasedimen Metakuarzit	324
5.3.2.4 Bahan Asas Metasedimen Keargilitan	328
5.3.2.5 Bahan Asas Metakuarza	331
5.4 Teknologi Paleolitik di Bukit Bunuh	337
5.4.1 Teknologi Pemilihan Bahan Asas	338
5.4.2 Teknologi Pembuatan Alat Batu	351
5.5 Rumusan Bab	355

BAB 6 SUMBANGAN BUKIT BUNUH: BAHAN ASAS DAN TEKNOLOGI PALEOLITIK

6.1 Bukit Bunuh sebagai Kawasan Impak Meteorit	357
6.2 Geologi Am dan Stratigrafi Bukit Bunuh	363
6.3 Asal Usul Bahan Asas Batuan Bukit Bunuh	364
6.4 Perkaitan Tingkah Laku dan Pemilihan Bahan Asas Masyarakat Paleolitik di Bukit Bunuh	368
6.5 Cadangan Kajian Lanjutan	371

RUJUKAN 372

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1: Penggunaan bahan asas, bukti penemuan serta usia tapak-tapak Paleolitik di Asia Tenggara	395
LAMPIRAN 2: Analisis Petrografi	408
LAMPIRAN 3: Analisis SEM	411
LAMPIRAN 4: Analisis XRD dan XRF	412
LAMPIRAN 5: Analisis stereomikroskop	414

LAMPIRAN 6: Analisis spesifik graviti	416
LAMPIRAN 7: Analisis irisan gilap	417
SENARAI PENERBITAN DAN PERSIDANGAN	419
GLOSARI	421
INDEX	431

SENARAI JADUAL

Perkara		Halaman
Jadual 1.1	Pentarikan ke atas batuan impaktit Bukit Bunuh (selepas Mokhtar, 2012a)	16
Jadual 2.1	Jadual menunjukkan tapak-tapak impak meteorit yang mempunyai batuan suevit di seluruh dunia (selepas Mokhtar, 2012a)	55
Jadual 3.1	Kriteria-kriteria pembuktian impak meteorit berdasarkan PASSC (<i>The Planetary and Space Science Centre, University of Brunswick, Canada</i>)	74
Jadual 3.2	Ukuran kejiuan EDX yang diperlihatkan oleh Sijil Analisis Mineral daripada Micro-Analysis Consultants Ltd. ke atas mineral albit-tulen	83
Jadual 3.3	Ukuran kejiuan EDX yang diperlihatkan oleh Sijil Analisis Mineral daripada Micro-Analysis Consultants Ltd. ke atas mineral ortoklas-tulen	83
Jadual 3.4	Ukuran kejiuan analisis unsur major dengan teknik XRF seperti yang diperlihatkan oleh analisis Bahan Rujukan Terperaku (CRM) GBW 07773 (Riolit), menggunakan keping serbuk tertekan	86
Jadual 3.5	Lokaliti struktur kon pecah di Bukit Bunuh dan kawasan sekitarnya	90
Jadual 3.6	Perbandingan jenis kawah impak meteorit jenis kawah biasa, kompleks dan kawah di Bukit Bunuh	148
Jadual 3.7	Komposisi bagi bahan berwarna merah (kaolinit berkeping) di permukaan batuan leburan impak berongga (dalam peratus berat)	166
Jadual 3.8	Komposisi bagi bahan berwarna hitam di permukaan batuan leburan impak berongga (dalam peratus berat)	167
Jadual 3.9	Komposisi bagi mineral silikat (dalam peratus berat)	169
Jadual 3.10	Komposisi bagi mineral berbentuk jejarum (dalam peratus berat)	170

Jadual 3.11	Komposisi bagi mineral berbentuk radiolaria (dalam peratus berat)	173
Jadual 3.12	Komposisi bagi mineral berbentuk karang (dalam peratus berat)	174
Jadual 3.13	Komposisi bagi mineral berbentuk ros (dalam peratus berat)	174
Jadual 3.14	Data XRF bagi komposisi batuan leburan impak (dalam peratus berat (wt%) kecuali yang dinyatakan sebagai bahagian persejuta (ppm))	178
Jadual 3.15	Pengelasan batuan impaktit berdasarkan Stoffler & Grieve (2007)	189
Jadual 3.16	Purata jenis batuan impaktit di lapangan mengikut lokaliti kawasan	190
Jadual 3.17	Simbol bagi mewakili batuan breksia jenis impak dan batuan impaktit yang lain yang dikenalpasti hadir di kawasan Bukit Bunuh	192
Jadual 3.18	Nilai-nilai peratusan batuan impaktit dan jenis unit batuan kawasan yang dikenalpasti	210
Jadual 3.19	Rombakan pengelasan batuan impaktit	216
Jadual 3.20	Nilai spesifik graviti ke atas jenis-jenis batuan impak meteorit di Bukit Bunuh (singkatan merujuk kepada foto 3.58, 3.59, 3.60 dan 3.61)	256
Jadual 5.1	Komposisi oksida (dalam peratus berat) dan unsur surih (bahagian persejuta, ppm kecuali yang dinyatakan dalam berat $\mu\text{g/g}$) bagi batuan impaktit dan mineral terimpak di Bukit Bunuh	343
Jadual 5.2	Jangkaan asalan material-bahan asas impaktit yang digunakan sebagai artifak Bukit Bunuh melalui kajian petrologi	349
Jadual 5.3	Penyelarasan bahan asas artifak Bukit Bunuh	350
Jadual 5.4	Perbandingan klasifikasi artifak batu bagi Bukit Bunuh bagi kebudayaan lebih daripada 1.83 juta tahun dahulu hingga 30,000 tahun dahulu dengan tapak-tapak terbuka lain di Lembah Lenggong	352

Jadual 6.1	Bukti impak meteorit di Bukit Bunuh berdasarkan kriteria PASSC	358
Jadual 6.2	Sumber bahan asas artifak daripada bahan impaktit bagi masyarakat Paleolitik Bukit Bunuh selepas impak meteorit	367

SENARAI RAJAH

Perkara		Halaman
Rajah 1.1	Lokasi Bukit Bunuh di Lenggong, Perak	2
Rajah 1.2	Kedudukan kawasan kajian Bukit Bunuh di Lenggong, Perak	3
Rajah 1.3	Lokasi tapak-tapak ekskavasi di Bukit Bunuh mengikut tahun ekskavasi, 2001-2003, 2008 dan 2010 (selepas Nor Khairunnisa, 2013)	5
Rajah 1.4	Taburan tapak Paleolitik di Bukit Bunuh (selepas Mokhtar, 2006b)	8
Rajah 1.5	Taburan tapak-tapak arkeologi di Lembah Lenggong, Perak	11
Rajah 2.1	Taburan tapak-tapak Paleolitik di Asia Tenggara	33
Rajah 2.2	Carta pai menunjukkan peratusan kepelbagaian sumber bahan asas bagi zaman Paleolitik di Myanmar	35
Rajah 2.3	Carta pai menunjukkan peratusan kepelbagaian sumber bahan asas yang digunakan oleh masyarakat Paleolitik di Thailand	37
Rajah 2.4	Carta pai menunjukkan peratusan kepelbagaian sumber bahan asas bagi kebudayaan Paleolitik di Vietnam	40
Rajah 2.5	Carta pai menunjukkan peratusan kepelbagaian sumber bahan asas zaman Paleolitik di Filipina	42
Rajah 2.6	Carta pai menunjukkan peratusan kepelbagaian sumber bahan asas zaman Paleolitik di Indonesia	44
Rajah 2.7	Carta pai menunjukkan peratusan kepelbagaian sumber bahan asas zaman Paleolitik di Malaysia	47
Rajah 2.8	Carta menunjukkan kekerapan jenis bahan asas yang digunakan oleh masyarakat Paleolitik bagi setiap tapak mengikut negara-negara di Asia Tenggara	49
Rajah 2.9	Carta pai menunjukkan peratusan jenis bahan asas kebudayaan yang digunakan bagi setiap tapak Paleolitik di setiap negara di Asia Tenggara	50

Rajah 2.10	Empat taburan tektit di dunia akibat impak meteorit dan hubungannya dengan tapak arkeologi di dunia pada zaman Pleistosen	54
Rajah 2.11	Stratigrafi di Lembangan Bose. Stratigrafi yang menunjukkan teres Lembangan Bose yang menemukan Teres 4 (T4) iaitu asosiasi artifak yang dijumpai bersama-sama tektit. Sedimen: 1, latosols; 2 bata coreng retikular berwarna kelabu-merah; 3, pebel dan pasir; 4, tanah loes; 5, batuan basalt; 6, tektit; 7, artifak Paleolitik; dan 8, aluvium. (selepas Yamei <i>et al.</i> , 2000)	67
Rajah 2.12	Tektit di Semenanjung Malaysia (selepas Staufer <i>et al.</i> , 1984)	69
Rajah 2.13	Taburan tektit di Malaysia (selepas Staufer <i>et al.</i> , 1984)	70
Rajah 3.1	Peta geologi am Pre-Impak kawasan Lembah Lenggong yang diubahsuai daripada Peta Geologi Semenanjung Malaysia, 1985	75
Rajah 3.2	Stratigrafi Lenggong sebelum impak meteorit	76
Rajah 3.3	Pola XRD menunjukkan ukuran ketepatan nilai kualitatif XRD bagi kuarza tulen (SARM 49)	85
Rajah 3.4	Taburan struktur kon pecah SC01, SC02, SC03 dan SC04 di kawasan Bukit Bunuh dan kawasan sekitarnya	94
Rajah 3.5	Graf menunjukkan kehadiran kemungkinan mineral koesit dan stishovit pada batuan breksia polimiktik litik	116
Rajah 3.6	Interpretasi awalan foto udara di kawasan Bukit Bunuh oleh Nor Khairunnisa <i>et al.</i> , (2007) yang berjaya mengesan kemungkinan bentuk dan keluasan kawah impak	120
Rajah 3.7	Lineamen sesar yang memenuhi corak gambarajah skema diagram bagi keretakan dinding kawah dan <i>rose diagram</i> kawasan Bukit Bunuh (selepas Jeffrey <i>et al.</i> , 2011)	121
Rajah 3.8	Peta menunjukkan bentuk kawah jenis kompleks hasil kombinasi kaedah geofizik yang telah dilaksanakan di Bukit Bunuh	123
Rajah 3.9	Peta topografi menunjukkan tapak Bukit Bunuh diapit oleh dua banjaran utama iaitu Banjaran Bintang dan Banjaran Titiwangsa	125

Rajah 3.10	Topografi Bukit Bunuh	126
Rajah 3.11	Keratan rentas barat-timur di Bukit Bunuh, Lenggong (selepas Mokhtar, 2007)	128
Rajah 3.12	Pola saliran kawasan Lembah Lenggong	133
Rajah 3.13	Arah saliran major (anak sungai major) menunjukkan kesamaan dengan gambarajah roset Bukit Bunuh, Lenggong	138
Rajah 3.14	Ilustrasi gambaran dari arah saliran major (anak sungai major) menunjukkan kesamaan dengan gambarajah roset Bukit Bunuh, Lenggong	139
Rajah 3.15	Kombonasi data keberintangan dan pengerudian bagi garisan tinjauan barat ke timur melalui Bukit Bunuh, Lenggong	141
Rajah 3.16	Gabungan data-data terdahulu dan kini membentuk kawah impak meteorit jenis kompleks Bukit Bunuh, Lenggong	144
Rajah 3.17	Model mekanik pembentukan kawah kompleks (selepas Grieve, 1991)	145
Rajah 3.18	Peta menunjukkan kawasan berbukit yang bertanda <i>central uplift</i> merupakan permatang Bukit Bunuh dan yang bertanda bulat merah sebagai kawasan Bukit Bunuh	181
Rajah 3.19	Konsentrasi batuan suevit hasil pemetaan 2007 (selepas Nor Khairunnisa <i>et al.</i> , 2007)	182
Rajah 3.20	Carta aliran menunjukkan pengelasan batuan impaktit berdasarkan kepada komposisi, tekstur dan darjah metamorfisma kejutan mengikut penamaan Stoffler 2007 (selepas Stoffler 2007 & Grieve, 2007)	187
Rajah 3.21	Taburan kumpulan bagi kelompok lokaliti-lokaliti hasil pemetaan taburan batuan impaktit di Bukit Bunuh	198
Rajah 3.22	Peratusan jenis-jenis batuan impaktit bagi kumpulan G	199
Rajah 3.23	Peratusan jenis-jenis batuan impaktit bagi kumpulan H	200
Rajah 3.24	Peratusan jenis-jenis batuan impaktit bagi Kumpulan J	201
Rajah 3.25	Peratusan jenis-jenis batuan impaktit bagi Kumpulan K	202
Rajah 3.26	Peratusan jenis-jenis batuan impaktit bagi Kumpulan M	203

Rajah 3.27	Peratusan jenis-jenis batuan impaktit bagi Kumpulan N	204
Rajah 3.28	Peratusan jenis-jenis batuan impaktit bagi Kumpulan F	204
Rajah 3.29	Peratusan jenis-jenis batuan impaktit bagi Kumpulan B	205
Rajah 3.30	Peratusan jenis-jenis batuan impaktit bagi Kumpulan E	206
Rajah 3.31	Peratusan jenis-jenis batuan impaktit bagi Kumpulan I	207
Rajah 3.32	Peratusan jenis-jenis batuan impaktit bagi Kumpulan L	207
Rajah 3.33	Jenis-jenis batuan impaktit bagi kawasan Bukit Bunuh dan kawasan sekitarnya	213
Rajah 3.34	Batuan impaktit sebagai data Kuarternar bagi peta geologi kawasan Lenggong	214
Rajah 3.35	Siri Tindak Balas Bowen	224
Rajah 3.36	Kedudukan sampel-sampel sisa meteorit/sisa besi/ mineral besi (MOA,MOB dan MOC) yang diambil pada kawasan Bukit Bunuh	264
Rajah 3.37	Data XRD menunjukkan kehadiran mineral hematit yang melimpah di dalam sampel besi A (MOA)	275
Rajah 3.38	Data XRD menunjukkan kehadiran mineral hematit dan magnetit di dalam sampel besi B (MOB)	276
Rajah 3.39	Data XRD menunjukkan kehadiran mineral goetit cadmium pada satu puncak dan mineral kuarza di dalam kandungan besi C (MOC)	277
Rajah 4.1	Peta Geologi Hulu Perak yang menunjukkan litologi yang wujud di Hulu Perak yang tidak memetakan debu tefra Toba dan Unit Bukit Bunuh (Jabatan Mineral dan Geosains, 1985)	282
Rajah 4.2	Stratigrafi Hulu Perak	283
Rajah 4.3	Peta geologi terbaru hasil kajian yang menunjukkan kesemua litologi yang wujud di Lembah Lenggong termasuk Unit Bukit Bunuh (selepas Peta Geologi Semenanjung Malaysia, 1985)	286
Rajah 4.4	Peta geologi yang dihasilkan daripada imej statelit (selepas Ismahatul Hani, 2005)	287

Rajah 4.5	Lokasi endapan kelikir (selepas Mokhtar, 2007b)	292
Rajah 4.6	Rajah menunjukkan cadangan stratigrafi Bukit Bunuh sebagai salah satu unit stratigrafi Kuarterner (selepas Kamal Roslan <i>et al.</i> , 2012)	294
Rajah 4.7	Stratigrafi Lenggong	295
Rajah 5.1	Ilustrasi alat reneh daripada bahan asas metasedimen metakuartzit	326
Rajah 5.2	Ilustrasi alat penetak daripada bahan asas metasedimen metakuartzit	327
Rajah 5.3	Pola XRD menunjukkan kelimpahan mineral kuarza di dalam batuan leburan impak	345
Rajah 5.4	Pola XRD menunjukkan kelimpahan mineral kuarza di dalam suevit	346
Rajah 5.5	Pola XRD menunjukkan kelimpahan mineral kuarza di dalam batuan metasedimen terimpak	347
Rajah 5.6	Pola XRD menunjukkan kelimpahan mineral kuarza di dalam metakuarza	348
Rajah 6.1	Unit geologi Kuarterner Lembah Lenggong, Komplek Bukit Bunuh melengkapkan stratigrafi Lembah Lenggong	365

SENARAI FOTO

Perkara		Halaman
Foto 2.1	Sejenis alat repeh tirus yang diperbuat daripada tektit yang merupakan sebahagian daripada tektit Georgia yang dijumpai di Aiken County, Amerika Utara	59
Foto 2.2	Tektit yang dijumpai bersama-sama artifak di Lembangan Bose, China (selepas Yamei <i>et al.</i> , 2000)	66
Foto 3.1	Struktur kon pecah pada singkapan batuan metagranit di lokaliti SC01	91
Foto 3.2	Pecahan kon pecah di dalam singkapan bukit di lokaliti SC02	92
Foto 3.3	Pecahan kon pecah asalan granit di lokaliti SC03, Bukit Bunuh	93
Foto 3.4	Kon pecah sebagai klasta di dalam batuan leburan impak di lokaliti SC04	93
Foto 3.5	Struktur kon pecah di lokaliti SC02 dan ilustrasi kon pada sampel (kiri) dan struktur kon pecah menunjukkan struktur jaluran halus ini hanya pada permukaan luar kuarza sahaja (kanan)	95
Foto 3.6	Pecahan kon pecah yang dipotong (kiri) dan fotomikrograf menunjukkan retakan yang rencam pada pecahan kuarza kon pecah ini sehingga berlaku permineralan semula kuarza (PQ) di bahagian retakan (kanan)	96
Foto 3.7	Contoh pseudotakalit pada batuan suevit di Bukit Bunuh	99
Foto 3.8	Sampel tangan struktur pseudotakalit dari Vredefort, Afrika Selatan (kiri) dan dari Bukit Bunuh, Lenggong (kanan)	101
Foto 3.9	Struktur <i>regmaglypts</i> pada bongkah batuan impaktit di kawasan permatang Bukit Bunuh	103
Foto 3.10	Struktur <i>regmaglypts</i> pada bongkah batuan impaktit yang ditemui di kawasan sebelah barat Bukit Bunuh dan bersebelahan dengan Lebuhraya Gerik- Kuala Kangsar	103
Foto 3.11	Struktur <i>regmaglypts</i> pada batuan impak di Azuara, Sepanyol (kiri) dan struktur <i>regmaglypts</i> pada batuan impak di Bukit Bunuh (kanan)	104

Foto 3.12	Panorama kedudukan Bukit Bunuh bersebelahan dengan Sungai Perak. (foto mengarah ke barat)	127
Foto 3.13	Panorama Bukit Bunuh, Lenggong Perak kelihatan berbukit dan berlembah (foto mengarah ke selatan)	127
Foto 3.14	Pebel yang telah dijadikan alat oleh masyarakat Paleolitik Bukit Bunuh sebelum 1.83 juta tahun dahulu	130
Foto 3.15	Batuan suevit yang diselaputi oleh sedimen sungai Perak kuno	130
Foto 3.16	Alat repeh masyarakat Paleolitik Bukit Bunuh sebelum 1.83 juta tahun dahulu yang tertanam di dalam batuan suevit	131
Foto 3.17	Batuan leburan impak yang mempunyai jenis klasta debris (klasta tidak diketahui) pada keratan potongan sampel	152
Foto 3.18	Matriks beraliran kontur pada batuan leburan impak	153
Foto 3.19	Batuan leburan impak jenis berongga	154
Foto 3.20	Batuan leburan impak jenis bertekstur aliran	157
Foto 3.21	Suevit asalan metakuarzit	160
Foto 3.22	Pembentukan mineral silikat pada rongga batuan leburan impak, kawah El'gygytgyn, Rusia (kiri) dan pembentukan mineral silikat pada rongga batuan leburan impak, kawah Bukit Bunuh (kanan)	162
Foto 3.23	Permineralan silikat pada rongga-rongga batuan leburan impak Bukit Bunuh	163
Foto 3.24	Batuan leburan impak pada bahagian yang berwarna perang kekelabuan bertanda bulatan merupakan kaolinit berkeping-keping	165
Foto 3.25	Bahan yang berwarna hitam adalah merupakan bahan berkaca (kiri) dan bahan berwarna hitam melalui SEM yang bertanda <i>spectrum 1</i>	167
Foto 3.26	Pertumbuhan mineral sekunder (mineral berbentuk jejarum) pada mineral silikat di dalam batuan leburan impak berongga seperti yang dicerap menerusi SEM (kanan)	169

Foto 3.27	Mineral berbentuk jejarum dalam rongga batuan leburan impact menerusi SEM	170
Foto 3.28	Mineral berbentuk radiolaria di dalam rongga batuan leburan impact menerusi SEM	172
Foto 3.29	Mineral berbentuk berbunga karang di dalam rongga batuan leburan impact menerusi SEM	172
Foto 3.30	Mineral berbentuk kelopak ros di dalam rongga batuan leburan impact menerusi SEM	173
Foto 3.31	Sampel-sampel yang mewakili batuan leburan impact Bukit Bunuh bagi analisis XRF iaitu IM1, IM2, IM3 dan IM4	177
Foto 3.32	Cara merekodkan kawasan jenis batuan dengan menggunakan GPS	183
Foto 3.33	Contoh longgokan batuan yang mewakili kawasan taburan batuan satu meter persegi di Bukit Bunuh	184
Foto 3.34	Proses melabel dan mengambil sampel di lapangan	185
Foto 3.35	Ciri-ciri batuan breksia jenis impact meteorit di Bukit Bunuh, Lenggong, Perak	194
Foto 3.36	Batuan leburan impact jenis kaya klasta	219
Foto 3.37	Batuan leburan impact jenis kurang klasta	220
Foto 3.38	Bahagian luar suevit asalan granit bersalutkan pasir sungai (kiri) dan bahagian dalam suevit asalan granit berasosiasi pasir sungai	222
Foto 3.39	Suevit asalan granit (SAG) bersempadan dengan metakuarsit (SAMK)	222
Foto 3.40	Pecahan pebel sungai di dalam batuan suevit asalan granit	223
Foto 3.41	Sejenis suevit asalan granit yang mengandungi mineral kristalin/berkaca (berwarna hitam) dan mineral kriptokristalin (berwarna kelabu)	226
Foto 3.42	Suevit asalan sedimen seakan-akan suevit asalan granit dengan kehadiran klasta daripada pecahan batuan	228

Foto 3.43	Suevit asalan metakuarzit	231
Foto 3.44	Pandangan secara makro batuan breksia polimiktik litik selepas dipotong	234
Foto 3.45	Batuan breksia polimiktik litik mempunyai klasta litik yang jelas manakala yang bertanda merah bahagian yang dikaji petrografinya	236
Foto 3.46	Struktur rekahan lumpur pada sampel metasedimen asalan sedimen lumpur	238
Foto 3.47	Batuan metasedimen asalan sedimen lumpur atau argilit (kanan) dan batuan metasedimen asalan sedimen lumpur atau argilit menunjukkan saiz kuarza yang sangat halus (mikrokristalin)	239
Foto 3.48	Batuan metasedimen kerijangan yang berkemungkinan asalan lumpur	239
Foto 3.49	Metasedimen kerijangan berwarna hijau asalan hornfel	240
Foto 3.50	Teras gerudi batuan <i>calc-silicate hornfels</i> dari kedalaman 33.56 meter hingga 39.12 meter yang ditemui dalam BH 1 di puncak Bukit Bunuh	241
Foto 3.51	Metasedimen kerijangan merupakan hasil impak berdasarkan bahagian kulit luar yang merepuh dan berongga	241
Foto 3.52	Foto batuan metasedimen keargilitan (kiri) dan foto struktur merepuh dan berongga pada batuan metasedimen keargilitan (kanan)	243
Foto 3.53	Metasedimen terimpak asalan metakuarzit bagi sampel MQzt1	245
Foto 3.54	Metasedimen terimpak asalan metakuarzit bagi sampel MQzt2	246
Foto 3.55	Granit terimpak yang tertonjol di kawasan Bukit Bunuh	248
Foto 3.56	Kuarza terimpak di Bukit Bunuh	250
Foto 3.57	Kuarza terimpak yang mempamerkan tekstur sferulit di permukaan di Bukit Bunuh	250
Foto 3.58	Sampel batuan leburan impak dan batuan suevit Bukit Bunuh untuk analisis spesifik graviti	257

Foto 3.59	Sampel batuan breksia polimiktik litik, metakuarza dan metasedimen keargilitan Bukit Bunuh untuk analisis spesifik graviti	259
Foto 3.60	Sampel batuan metasedimen keargilitan, metasedimen kerijangan dan metasedimen metakuarzit Bukit Bunuh untuk analisis spesifik graviti	261
Foto 3.61	Sampel batuan granit terimpak Bukit Bunuh untuk analisis spesifik graviti	262
Foto 3.62	Mineral-mineral besi yang ditemui pada kawah impak meteorit di China (diambil dari http://meteorites.wustl.edu/id/concretions.html)	266
Foto 3.63	Mineral-mineral oksida yang ditemui pada kawah impak meteorit iaitu di permatang Bukit Bunuh, Lenggong	266
Foto 3.64	Ciri-ciri meteorit pada mineral oksida jenis hematit seperti struktur <i>regmaglypt</i> seperti cap ibu jari dan mempunyai bucu yang bulat	267
Foto 3.65	Tiga jenis mineral-mineral besi, mineral besi A (MOA) (kiri), mineral besi B (MOB) (tengah) dan mineral besi C (MOC) (kanan)	269
Foto 3.66	Sisa mineral besi A pada permukaan batuan impaktit di Bukit Bunuh	269
Foto 3.67	Sampel mineral besi A (MOA) yang dilakukan irisan gilap	271
Foto 3.68	Sampel mineral besi B (MOB) yang dilakukan irisan gilap	272
Foto 5.1	Kapak Genggam dalam batuan suevit	299
Foto 5.2	Kapak genggam, batu pemukul, batu teras, alat repeh dalam batuan suevit	300
Foto 5.3	Alat pebel (kiri) dan alat ketulan (kanan) dalam batuan suevit	300
Foto 5.4	Alat repeh (kiri) dan alat repeh serta puingan (kanan) dalam batuan impaktit jenis suevit	301

Foto 5.5	Alat repeh daripada bahan asas metakuarzit di dalam batuan impaktit jenis suevit	303
Foto 5.6	Sejenis alat repeh daripada bahan asas metakuarzit yang bersifat kerijangan dalam batuan suevit	304
Foto 5.7	Alat repeh daripada bahan asas metakuarza yang bersifat kerijangan dalam batuan suevit	304
Foto 5.8	Batuan suevit ini diselaputi dengan pasir sungai dan terdapat artifak (bertanda merah) di dalamnya.	305
Foto 5.9	Contoh artifak-artifak jumpaan permukaan di kawasan Bukit Bunuh	307
Foto 5.10	Asosiasi artifak di dalam petak ekskavasi A1 tapak Bukit Bunuh 2003 (selepas Mokhtar, 2006a)	309
Foto 5.11	Sumber bahan asas suevit (kiri) dan kapak genggam daripada bahan asas suevit (kanan) yang dijumpai di Bukit Bunuh	311
Foto 5.12	Sumber bahan asas suevit (i) dan alat repeh (ii) daripada bahan asas suevit yang dijumpai di Bukit Bunuh	311
Foto 5.13	Kapak genggam daripada bahan asas suevit pada pandangan sisi	312
Foto 5.14	Sumber bahan asas metasedimen keflinan daripada batuan leburan impak	317
Foto 5.15	Bongkah impaktit (tanda bulat berwarna merah) yang dijadikan sebagai pelandas berasosiasi dengan sisa-sisa kerja	319
Foto 5.16	Sumber bahan asas metasedimen kerijangan dan kapak genggam daripada bahan asas yang sama (kanan)	320
Foto 5.17	Alat repeh bertakik, bertirus dan bergerigi	322
Foto 5.18	Alat repeh bertakik dan bergerigi	323
Foto 5.19	Batu pemukul daripada metasedimen kerijangan	323
Foto 5.20	Sumber bahan asas metasedimen metakuarzit (kiri) dan alat repeh bertakik daripada bahan asas yang sama dijumpai di Bukit Bunuh (kanan)	324

Foto 5.21	Alat repeh bertakik dan bergerigi daripada bahan asas metasedimen metakuartzit	325
Foto 5.22	Alat penetak daripada bahan asas metasedimen metakuartzit	326
Foto 5.23	Batu teras daripada metakuartzit (kiri) dan saiz butiran halus kuarza bersama-sama mineral oksida (bintik berwarna hitam) (kanan)	328
Foto 5.24	Sumber bahan asas metasedimen keragilitan (kiri) dan alat ketulan daripada bahan asas yang sama (kanan) yang dijumpai di Bukit Bunuh	329
Foto 5.25	Alat repeh bergerigi daripada bahan asas metasedimen keargilitan	330
Foto 5.26	Alat ketulan bergerigi daripada bahan asas metasedimen keargilitan	331
Foto 5.27	Alat penetak daripada bahan asas metakuarza berwarna hitam	332
Foto 5.28	Alat repeh bergerigi daripada bahan asas metakuarza (berwarna hitam)	333
Foto 5.29	Alat ketulan daripada bahan asas metakuarza (berwarna hitam)	333
Foto 5.30	Batu teras daripada bahan asas metakuarza (berwarna hitam)	334
Foto 5.31	Sumber bahan asas metakuarza (kiri) dan alat penetak daripada bahan asas yang sama (kanan) dijumpai di Bukit Bunuh	335
Foto 5.32	Alat pebel unifas dan alat repeh bergerigi daripada bahan asas metakuarza	335
Foto 5.33	Kapak-kapak genggam daripada bahan asas metakuartzit, metasedimen kerijangan dan suevit	337

SENARAI FOTOMIKROGRAF

Perkara		Halaman
Fotomikrograf 3.1	Kehadiran struktur PDF pada pecahan kon pecah jenis granit	97
Fotomikrograf 3.2	Struktur pseudotakalit secara mikro dari kawah Vredefort, Afrika Selatan	101
Fotomikrograf 3.3	Struktur pseudotakalit secara mikro dari kawah Bukit Bunuh, Lenggong	102
Fotomikrograf 3.4	Struktur PDF pada mineral kuarza di dalam batuan suevit	107
Fotomikrograf 3.5	Struktur PFs pada mineral kuarza	107
Fotomikrograf 3.6	Struktur jalur bengkok dalam sampel granit terimpak, BBh-S10 (14m;X)-nikol;10x	109
Fotomikrograf 3.7	Struktur jalur bengkok pada batuan granit terimpak Bukit Bunuh	109
Fotomikrograf 3.8	Perubahan feldspar kepada mineral mikelinit di dalam batuan suevit (S5)-nikol:10x	110
Fotomikrograf 3.9	Perubahan mineral feldspar yang merengkok pada batuan suevit (S5)-xnikol:10x	111
Fotomikrograf 3.10	Perubahan mineral feldspar yang merengkok pada batuan suevit (S5)-xnikol:10x	111
Fotomikrograf 3.11	Kehadiran diaplektik kuarza kemungkinan bersama koesit, pada kawah Ries Jerman (Chao <i>et al.</i> , 1960; Shoemaker dan Chao, 1961)	114
Fotomikrograf 3.12	Kehadiran diaplektik kuarza kemungkinan bersama koesit, Bukit Bunuh, Lenggong	114
Fotomikrograf 3.13	Batuan leburan impak berongga yang menunjukkan saiz matriks yang tidak sama akibat peleburan dan penyejukan yang mengejut	155

Fotomikrograf 3.14	Fenokris muskovit telah terlebur dan membentuk muskovit-muskovit bersaiz halus (dengan nikol silang)	157
Fotomikrograf 3.15	Dua fenokris K-feldspar telah bertukar menjadi muskovit bersaiz halus. (dengan nikol silang)	158
Fotomikrograf 3.16	Mineral zirkon (warna-warni) di dalam matriks bersifat kerijangan dan oksida besi (dengan nikol silang)	158
Fotomikrograf 3.17	Fenokris andedron di dalam matrik berkaca (dengan nikol silang)	160
Fotomikrograf 3.18	Matrik berkaca tidak berwarna (tanpa nikol silang)	161
Fotomikrograf 3.19	Mineral kuarza (Q), feldspar alkali (F), rijang (C), matrik (M) dan maskelinit (F bertanda bulat merah)	225
Fotomikrograf 3.20	Mineral kripokristalin dan klasta rijang/mikrokristalin (C) batuan suevit asalan granit di bawah mikroskop	227
Fotomikrograf 3.21	Klasta terdiri daripada pecahan batuan jenis polihablur kuarza (P) dikepungi mineral oksida besi dan matriks kerijangan dan oksida besi	229
Fotomikrograf 3.22	Mineral kuarza (Q) dan klasta kerijangan (C) di dalam matrik oksida logam (M)	229
Fotomikrograf 3.23	Klasta rijang (C) didalam mineral oksida dan matriks berlumpur (M) (diameter: 2.3mm)	230
Fotomikrograf 3.24	Pecahan batuan dan perbezaan saiz butiran bagi matrik suevit asalan metakuarzit	232
Fotomikrograf 3.25	Kehadiran pecahan batuan (P) dan mineral kristalin (Cc)	232
Fotomikrograf 3.26	Klasta pecahan batuan jenis monohablur yang dikepungi mineral mikrokristalin dan klasta dikelilingi mineral oksida besi serta matriks daripada bahan berkaca dan oksida besi. Tanpa nikol silang	234

Fotomikrograf 3.27	Permineralan kuarza secara halus di sempadan mineral-mineral kuarza di dalam pecahan batuan tersebut	235
Fotomikrograf 3.28	Pecahan batuan (litik) di dalam batuan breksia polimiktik litik di bawah mikroskop (dengan nikol silang)	236
Fotomikrograf 3.29	Batuan metasedimen keargilitan di bawah mikroskop	243
Fotomikrograf 3.30	Ciri tekstur-tekstur seperti granoblas (simpang tiga dengan sudut 180°) dan sutura pada mineral polihablur kuarza bagi sampel MQzt1	245
Fotomikrograf 3.31	Kehadiran mineral kristalin (K) pada sampel MQzt1	246
Fotomikrograf 3.32	Mineral maskelinit (Mk), kuarza terlebur (Q) wujudnya tekstur granoblas dan sutura serta mineral muskovit	248
Fotomikrograf 3.33	Kuarza terimpak adalah jenis metakuarza berdasarkan ciri-ciri tekstur granoblas dan bersutura	251
Fotomikrograf 3.34	Kuarza terimpak mempunyai tekstur pelepah burung (<i>feather</i>) ciri-ciri kuarza yang termetamorf	252
Fotomikrograf 3.35	Mineral-mineral hematit (H) yang berbentuk jejarum bagi sampel mineral besi A (MOA) (500 kali pembesaran)	271
Fotomikrograf 3.36	Mineral-mineral hematit (H) yang berbentuk masif bagi sampel mineral besi A (MOA) (500 kali pembesaran)	272
Fotomikrograf 3.37	Mineral magnetit yang jelas sistem hablurnya bagi sampel mineral besi B (MOB) (500 kali pembesaran)	273
Fotomikrograf 3.38	Mineral-mineral magneitit (Mg) di kelilingi oleh mineral hematit (H) bagi sampel mineral besi B (MOB) (500 kali pembesaran)	273
Fotomikrograf 5.1	Sempadan polihablur kuarza (PQ) yang bersaiz halus berbanding matriks (M) (dengan nikol silang)	314
Fotomikrograf 5.2	Sempadan polihablur (PQ) kurang jelas akibat peleburan (tanpa nikol silang)	314

Fotomikrograf 5.3	Matriks batuan yang terdiri daripada lempung (L, berwarna coklat) dan mineral oksida (MO, berwarna hitam) (tanpa nikol silang)	316
Fotomikrograf 5.4	Tekstur mortar (M) (dengan nikol silang)	316
Fotomikrograf 5.5	Batuan leburan impak yang mempamerkan mineral seperti kristobalit	318
Fotomikrograf 5.6	Fotomikrograf batuan metasedimen kerijangan Bukit Bunuh yang menggambarkan saiz butiran halus	321

**PEMILIHAN JENIS BATUAN OLEH MASYARAKAT PRASEJARAH DI
KAWASAN IMPAK METEORIT BUKIT BUNUH, LENGGONG, PERAK DAN
SUMBANGANNYA KEPADA TEKNOLOGI PALEOLITIK**

ABSTRAK

Bukit Bunuh merupakan salah satu tapak Paleolitik di dalam kawasan impak meteorit di Lembah Lenggong yang berkedudukan 10 kilometer daripada bandar Lenggong dalam daerah Hulu Perak. Kajian ini dijalankan untuk menentukan bahan asas dan teknologi yang digunakan oleh masyarakat Paleolitik di Bukit Bunuh sekaligus membuktikan impak meteorit di kawasan tersebut. Impak meteorit di Bukit Bunuh telah dibuktikan berdasarkan kriteria impak meteorit dunia yang telah disenaraikan dalam jadual *The Planetary and Space Science Centre (PASSC), University of Brunswick, Kanada*. Jadual tersebut menyenaraikan enam kriteria iaitu adanya (i) makrostruktur kon pecah, (ii) mikrostruktur impak-PDF, (iii) mineral koesit dan stishovit, (iv) kawah impak, (v) leburan impak, dan (vi) suevit dan ditambah dengan dua lagi bukti tambahan iaitu segi spesifik graviti dan kehadiran sisa meteorit (bahan besi). Pembuktian impak meteorit telah melibatkan kajian perbandingan, pemetaan, analisis lapangan serta kajian saintifik di makmal seperti kajian petrografi, XRF, XRD, SEM, stereomikroskop dan spesifik graviti. Perbandingan bahan asas dilakukan ke atas tapak-tapak Paleolitik di Asia Tenggara serta perkaitannya dengan tapak-tapak impak meteorit dunia. Hasil perbandingan tersebut mendapati hanya Bukit Bunuh sahaja yang telah menggunakan bahan asas impaktit manakala bahan asas sisa meteorit tektit telah digunakan sebagai alat repeh di tapak Georgia, Amerika Syarikat dan sebagai penunjuk usia tapak

masyarakat prasejarah seperti di tapak Kok Charoen di Thailand, tapak Nambanshan, Damei, Lembangan Bose, Guang Xi, Selatan China dan sangiran, Indonesia. Hasil kajian mendapati kewujudan batuan impaktit di Bukit Bunuh sekitar 1.83 juta tahun dahulu. Ini meletakkan ianya salah satu unit baru Kuarterner dan secara tidak langsung melengkapkan geologi am kawasan Lembah Lenggong. Fenomena impak meteorit juga telah mengubah geomorfologi kawasan Bukit Bunuh yang bertopografi berbukit dan berlembah serta bersaliran membulat dan memusat. Teknologi Paleolitik Bukit Bunuh dilihat pada keistimewaan tapak Bukit Bunuh sebelum dan selepas impak meteorit adalah dari segi sumber bahan asasnya yang mudah diperolehi serta wujudnya kepelbagaian bahan asas selepas daripada peristiwa impak meteorit serta pembuatan alat batunya. Berdasarkan kajian petrografi dan geokimia bahan asas impaktit Bukit Bunuh telah dikelaskan kepada suevit, leburan impak, metakuarzit, metakuarza, metasedimen kerijangan, metasedimen keflinan, metasedimen keakikan dan metasedimen keargilitan. Dari segi artifak, Bukit Bunuh didapati mempunyai kapak genggam tertua di dunia dan yang pertama diperbuat daripada batuan impaktit. Secara tidak langsung, perkembangan teknologi kebudayaan masyarakat Paleolitik di Bukit Bunuh bukan sahaja berkembang dari segi pemilihan sumber bahan asas tetapi seiring dengan pembuatan alat batunya.

**SELECTION OF ROCK TYPES BY THE PREHISTORIC SOCIETIES AT THE
METEORITE IMPACT SITE OF BUKIT BUNUH, LENGGONG, PERAK AND
ITS CONTRIBUTION TO THE PALAEOLITHIC TECHNOLOGY**

ABSTRACT

Bukit Bunuh is one of the Palaeolithic sites in meteorite impact area, located in Lenggong Valley which is 10 kilometers away from the city of Lenggong in the Hulu Perak district. This study was conducted to determine the raw materials and technology used by Palaeolithic societies in Bukit Bunuh thereby to testify the impact of meteorite in the area. Impact of a meteorite on Bukit Bunuh has been proved based on the world meteorite impact criteria listed in the table of The Planetary and Space Science Centre (PASSC), University of Brunswick, Canada. The table list of the six criteria such (i) macrostructure shatter cone, (ii) impact microstructure -PDF, (iii) coesite and stishovite minerals, (iv) impact crater, (v) impact melt, and (vi) suevite and including two more evidences such as specific gravity and existed of remnant meteorite (metals). Proof of a meteorite impact in Bukit Bunuh was based on the comparative studies, mapping, field analysis and scientific studies in the laboratory such as petrographic studies, XRF, XRD, SEM, stereomicroscope and specific gravity. Comparison of raw materials was carried on Southeast Asian Palaeolithic sited as well as their relationships with meteorite impact sites of the world. The results show that only at Bukit Bunuh that raw material of type impactite was used while the waste tektites has been used as flake tools in site Georgia, United States and as age indicators for of prehistoric sites such as at Kok Charoen site

in Thailand, Nanbanshan site, Damei, Bose Basin, Guang Xi, China Southern and Sangiran, Indonesia. The existence of impactite rock in Bukit Bunuh around 1.83 million years ago has enabled the place to be a new Quaternary unit and has indirectly completed general geological of Lenggong Valley area. Meteorite impact phenomena have also changed geomorphology of Bukit Bunuh area particularly the hills and valleys drained circular features and concentric. Bukit Bunuh's technologies Palaeolithic are based on the importance of Bukit Bunuh site before and after meteorite impact is in terms of raw material resources that are readily available and the diversity of the raw materials in the aftermath of a meteorite impact and the stone tools making. Based on petrographical and geochemical studies, the impactite raw materials of Bukit Bunuh can be classified into suevite, impact melt, metaquartzite, metaquartz, cherty metasedimentary, flinty metasedimentary, agty metasedimentary and argillaceous metasedimentary. In terms of artefacts, Bukit Bunuh is believed to have the oldest hand axe in the world and the first to be made from impactite rock. The advancement of technological development of Palaeolithic society in Bukit Bunuh is not only in terms of their selection of raw material resources but is also in line with its stone tools making.

BAB 1

TAPAK BUKIT BUNUH, LENGGONG, PERAK

1.1 PENGENALAN

Tapak Bukit Bunuh terletak di Lembah Lenggong, Hulu Perak. Bab ini akan menjelaskan tentang sejarah penyelidikan sejak 2001 yang pernah dilakukan di Bukit Bunuh khususnya dalam kajian arkeologi dan geologi. Turut dibincangkan ialah isu-isu serta masalah yang wujud dalam penyelidikan terdahulu terutamanya pada tapak kawasan kajian. Seterusnya, bab ini akan menjelaskan tujuan, metod serta skop kajian yang dijalankan di tapak Bukit Bunuh.

1.2 LOKASI KAJIAN

Kawasan Bukit Bunuh, Lenggong, Perak berada pada kedudukan garis lintang $100^{\circ}58.5'$ Timur dan garis bujur $5^{\circ}4.5'$ Utara (Rajah 1.1). Bukit Bunuh terletak 10 kilometer ke selatan bandar Lenggong di dalam daerah Hulu Perak (Rajah 1.2) dan merupakan tapak



Rajah 1.1: Lokasi Bukit Bunuh di Lenggong, Perak



Rajah 1.2: Kedudukan kawasan kajian Bukit Bunuh di Lenggong, Perak

terbuka Paleolitik terbesar di Malaysia dengan keluasan sekitar 4 km². Tapak ini terletak sekitar satu kilometer ke utara tapak Paleolitik Kota Tampan (Rajah 1.2).

1.3 KAJIAN TERDAHULU

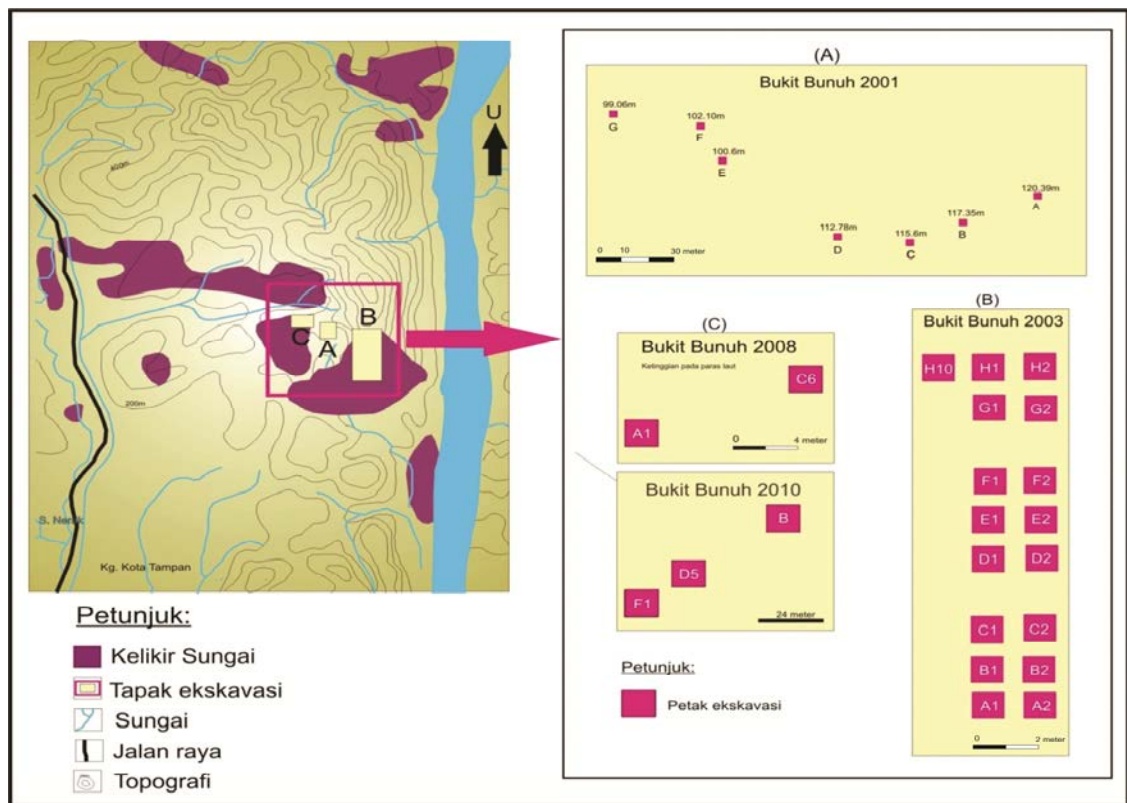
Perbincangan kajian terdahulu akan menyentuh secara keseluruhan kepada kajian-kajian arkeologi dan geologi di Bukit Bunuh termasuklah pentarikan dalam menentukan usia tapak. Tujuan perbincangan adalah untuk mengetahui isu dan masalah daripada kajian terdahulu. Ini akan dapat membantu kajian ini supaya ianya dapat melengkapkan lagi data arkeologi dan geologi Bukit Bunuh.

1.3.1 Arkeologi di Bukit Bunuh

Kajian arkeologi di Bukit Bunuh melibatkan jumpaan artifak secara *in situ* dan permukaan. Jumpaan artifak secara *in situ* melibatkan ekskavasi dan penemuan artifak pada teres pengendapan manakala jumpaan artifak di permukaan melibatkan penemuan artifak yang terkeluar di permukaan bumi akibat aktiviti manusia seperti penerasan muka bumi atau proses semula jadi seperti angkutan, gelongsoran, luluhawa dan sebagainya. Menurut Mokhtar (2006a), kajian survei awal sekitar 2001 ketika melakukan pemetaan paleoalam telah menemukan ribuan artifak jumpaan permukaan di kawasan kajian yang berasosiasi dengan bongkah-bongkah yang dikatakan volkanik pada mulanya. Ini memaksa ahli arkeologi supaya melakukan ekskavasi untuk mendapatkan maklumat atau

data tapak secara *in situ* (Mokhtar, 2004a). Rajah 1.3 menunjukkan lokasi ekskavasi sejak 2001.

Ekskavasi 2001 (Mokhtar, 2004a) lebih kepada untuk menentukan sama ada tapak Bukit Bunuh masih mempunyai lapisan kebudayaan yang masih *in situ*. Ekskavasi telah melibatkan 7 petak bersaiz satu meter persegi setiap satu yang telah dibantu oleh pelajar minor Arkeologi, USM sesi 2001 (Rajah 1.3).



Rajah 1.3: Lokasi tapak-tapak ekskavasi di Bukit Bunuh mengikut tahun ekskavasi, 2001-2003, 2008 dan 2010 (selepas Nor Khairunnisa, 2013)

Ekskavasi berikutnya telah dijalankan di Bukit Bunuh pada tahun 2003 (Mokhtar 2004b; 2006a,b). Sebanyak 17 petak yang bersaiz satu meter persegi setiap satunya telah diekskavasi di bahagian Selatan Bukit Bunuh pada tahun 2003 (Rajah 1.3). Hasil ekskavasi telah mendedahkan bukti ianya berfungsi sebagai tapak bengkel membuat alat-alat batu Paleolitik yang masih *in situ*. Pentarikan dilakukan menggunakan kaedah pendar kilau rangsangan optik atau OSL (*optically stimulated luminescence*) ke atas salah satu lapisan budaya di petak D2 yang memberikan tarikh $39,000 \pm 2600$ tahun. Bahan mentah yang digunakan sebagai artifak didapati terdiri daripada pebel sungai, kuarzit, kuarza, rijang, flin, akik dan suevit (Mokhtar, 2004b). Maka, kajian 2003 telah berjaya menemui lapisan budaya 40,000 tahun dahulu yang menggunakan pelbagai bahan mentah dalam industri alat batu mereka.

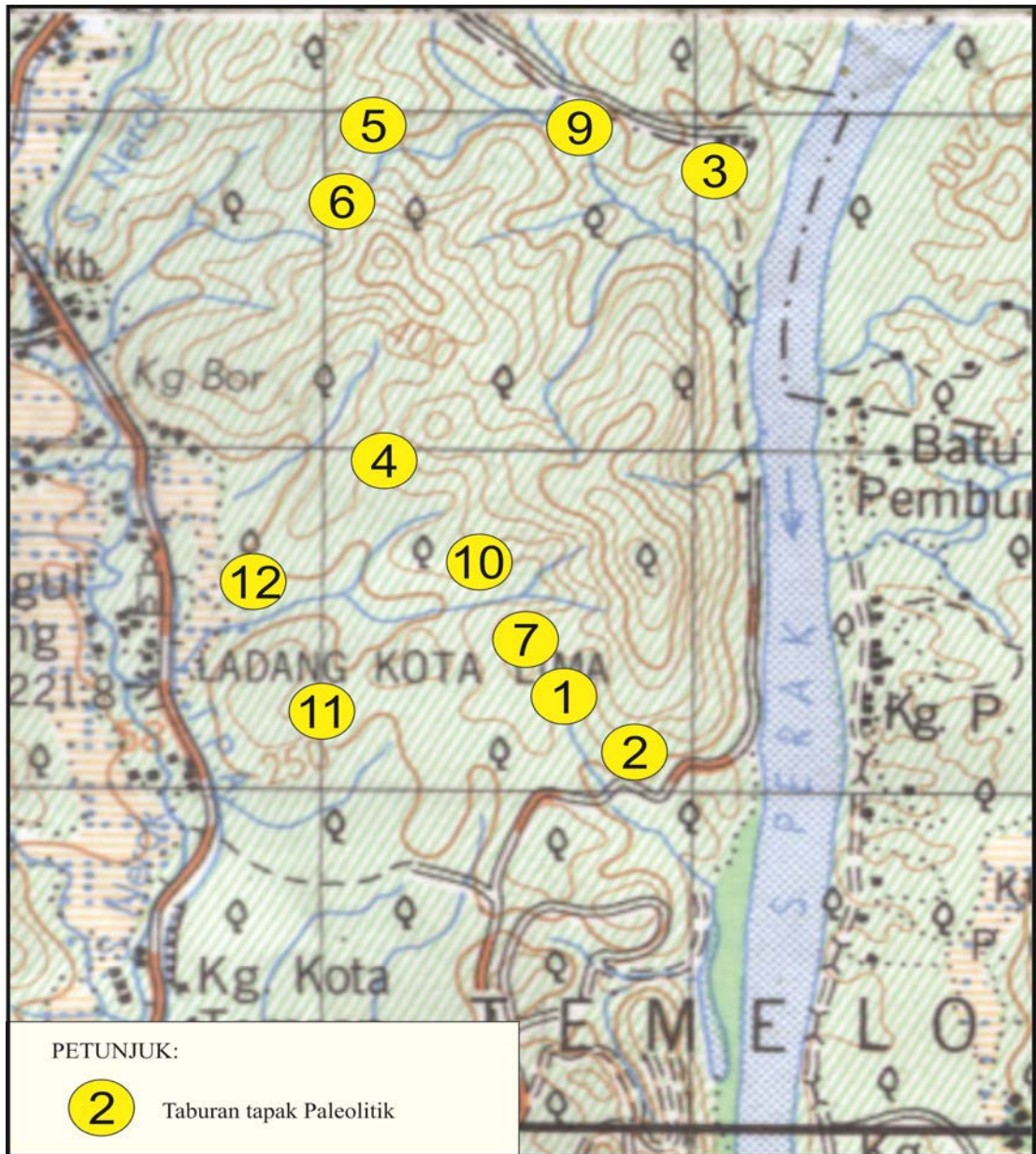
Pada 2007, Bukit Bunuh telah dikenal pasti sebagai tapak terbuka Paleolitik Awal tertua di Lembah Lenggong malah di Asia Tenggara susulan daripada penemuan alat batu di dalam batuan suevit. Pentarikan ke atas batuan suevit yang mengandungi alat batu dengan kaedah kesan belahan *Fission Track* oleh Makmal Geokronologi Jepun telah memberikan usia sekitar 1.83 juta tahun dahulu. Ini menunjukkan bahawa telah ada manusia awal bertapak atau mendiami kawasan Bukit Bunuh sebelum 1.83 juta tahun dahulu (Mokhtar, 2010).

Ekskavasi diteruskan pada bahagian kaki bukit permatang Bukit Bunuh di sebelah barat pada 2008 dan 2010 (Nor Khairunnisa, 2013) (Rajah 1.3). Hasil ekskavasi ke atas

kedua-dua tapak 2008 dan 2010 secara umumnya mendedahkan jumpaan tapak bengkel secara *in situ*. Masyarakat Paleolitik Bukit Bunuh pada masa itu didapati telah menggunakan bahan mentah yang hampir sama dengan tapak Bukit Bunuh 2001-2003 seperti pebel sungai, kuarzit, kuarza, metasedimen kerijangan dan suevit tetapi tidak dijumpai flin dan akik. Namun begitu, banyak ditemui hematit sebagai artifak pada tapak 2008 dan 2010. Pentarikan dengan kaedah OSL pula, mendapati tapak 2008 dan 2010 berusia antara 500,000 tahun dahulu sehingga 270,0000 tahun dahulu (Nor Khairunnisa, 2013). Ini menunjukkan bahawa tapak 2008 dan 2010 merupakan tapak Paleolitik zaman Pertengahan yang tertua di Lembah Lenggong.

Penemuan sebuah lagi tapak di teres pengendapan di kawasan barat daya Bukit Bunuh telah mendedahkan bukti penemuan artifak yang *in situ*, tetapi masih belum diekskavasi. Pentarikan dengan kaedah OSL telah dibuat pada lapisan kebudayaan teres pengendapan tersebut dan mendapati usianya adalah 30,000 tahun dahulu (Nor Khairunnisa, 2013). Ini menunjukkan bahawa tapak tersebut merupakan tapak Paleolitik Akhir yang kedua selepas tapak 40,000 tahun dahulu di Bukit Bunuh yang manusia awalnya hidup dengan persekitaran terbuka di sekitar sungai dan tasik.

Selain daripada bukti penemuan artifak secara *in situ* juga ditemui artifak daripada bahan mentah yang hampir sama bertaburan di permukaan. Taburannya didapati meluas pada keseluruhan kawasan Bukit Bunuh iaitu kira-kira 3-4 kilometer persegi dan menjadikan atau meletakkan Bukit Bunuh sebagai satu kompleks Paleolitik terbesar di Lembah Lenggong (Mokhtar 2006b) (Rajah 1.4).



Rajah 1.4: Taburan tapak Paleolitik di Bukit Bunuh (selepas Mokhtar, 2006b)

Maka, Bukit Bunuh telah memberi banyak sumbangan kepada arkeologi terutamanya dari segi sumber bahan mentah yang digunakan dan pentarikhannya. Kajian arkeologi menunjukkan masyarakat Paleolitik telah berada di Bukit Bunuh sejak lebih 1.83 juta tahun dahulu diikuti 500,000 tahun dahulu, 100,000 tahun dahulu, 40,000 tahun dahulu dan 30,000 tahun dahulu. Ini menunjukkan adanya bukti kronologi Paleolitik yang agak lengkap daripada semasa ke semasa sejak Paleolitik Awal, Pertengahan dan Akhir. Walau bagaimanapun, tiada kajian terperinci tentang bahan mentah kebudayaan masyarakat Paleolitik yang terdapat di Bukit Bunuh khususnya tentang asalan bahan mentah tersebut.

Memandangkan Lembah Lenggong juga mempunyai beberapa tapak terbuka yang lain yang menyumbang kepada teknologi Paleolitik di kawasan ini, maka berikut dibincangkan bahan mentah yang digunakan di tapak tersebut. Ini penting untuk diperbandingkan dengan tapak Bukit Bunuh.

1.3.2 Tapak-tapak Paleolitik Terbuka di Lembah Lenggong

Tapak-tapak terbuka Paleolitik selain Bukit Bunuh dipertarikhkan dengan kaedah pentarikhkan secara relatif, iaitu tapak Bukit Jawa dan Kampong Temelong (100,000 – 200,000 tahun dahulu) manakala pentarikhkan Kota Tampan (74,000 tahun dahulu) adalah berdasarkan debu toba yang didapati berasosiasi dengan artifak alat batu (Zuraina 2003). Tapak-tapak ini merupakan tapak zaman Paleolitik Pertengahan (Bukit Jawa dan

Kampong Temelong) dan Paleolitik Akhir (tapak Kota Tampan) yang telah memberi gambaran masyarakat ketika itu yang menggunakan sumber bahan mentah utama daripada batu sungai sepenuhnya sebagai alat batu dan peralatan kerja mereka. (Zuraina, 1989, 1997 dan Mokhtar 1997a, 1997b).

1.3.2.1 Tapak Bukit Jawa

Tapak Bukit Jawa yang terletak sekitar 12 kilometer ke utara daripada puncak Bukit Bunuh, Lenggong (Rajah 1.5) merupakan tapak bengkel Paleolitik jenis terbuka yang tidak terganggu berdasarkan data ekskavasi yang dijalankan sekitar awal tahun 1990 (Zuraina, 1997b). Ekskavasi Bukit Jawa menemukan bengkel pembuatan alat batu Paleolitik yang menggunakan pebel sungai kuarza dan kuarzit. Mengikut Zuraina (1997b) tapak ini berusia sekitar 200,000 – 100,000 tahun dahulu.

1.3.2.2 Tapak Kampong Temelong

Kampong Temelong, Lenggong antara tapak Paleolitik terbuka yang dipertarikhkan secara perbandingan morfologi serta geologi iaitu sekitar 200,000 – 100,000 tahun dahulu (Mokhtar 1997a). Tapak ini terletak sembilan kilometer ke utara Bukit Bunuh (Rajah 1.5). Kajian di Kampong Temelong melibatkan klasifikasi, teknologi dan paleoalam. Hasil kajian mendapati sejumlah 5,000 artifak ditemui dan asosiasi artifak menunjukkan ia berfungsi sebagai bengkel alat batu Paleolitik (Mokhtar 1993, 1997).



Rajah 1.5: Taburan tapak-tapak arkeologi di Lembah Lenggong, Perak

Secara umumnya artifak di Kampong Temelong diperbuat daripada pebel kuarza dan kuarzit, sama seperti di Bukit Jawa

1.3.2.3 Tapak Kota Tampan

Tapak Kota Tampan terdiri daripada tapak KT 1987 dan KT 2005. Tapak KT 1987 pada mulanya dipertarikhkan secara relatif oleh Zuraina (1990) sekitar 30,000 tahun dahulu berdasarkan kehadiran debu gunung berapi di celah-celah artifak dalam lapisan kebudayaan, dan kemudiannya ditukar kepada 74,000 tahun berdasarkan perbandingan dengan siri letupan gunung berapi di rantau ini (Zuraina, 2003).

Tapak KT 2005 pula telah dipertarikhkan oleh Hamid (2007) dengan kaedah OSL sekitar 74, 000 tahun dahulu. Pentarikhkan terkini oleh Storey *et al.*, (2012) terhadap mineral feldspar-sanidin yang terdapat dalam debu Toba di Lenggong memberikan tarikh 73.880 ± 0.32 ribu tahun dahulu membuktikan tapak Kota Tampan secara umumnya berusia sekitar 74,000 tahun dahulu.

Dari segi bahan asas pula, masyarakat prasejarah di Kota Tampan membuat alat batu daripada pebel kuarzit dan kuarza sama seperti tapak-tapak Paleolitik Pertengahan yang lain seperti Bukit Jawa dan Kampong Temelong. Maka, perbandingan bahan asas artifak menunjukkan tapak Paleolitik selain Bukit Bunuh menggunakan hanya kuarzit dan kuarza daripada punca sungai yang sama (Mokhtar 2004, 2006a, b).

1.3.3 Geologi Bukit Bunuh

Kajian arkeologi di Bukit Bunuh sejak 2001 oleh Mokhtar (2004b) juga telah melibatkan beberapa kajian asas geologi. Selain daripada laporan Tjia (2001), terdapat beberapa laporan geologi asas, seperti oleh Mokhtar (2004b) tentang kehadiran penunjuk impak meteorit tekstur lamela berselang seli (PDF) pada mineral kuarza dalam batuan suevit, serta oleh Khairunnisa *et al.*, (2007) terhadap kajian awal batuan impak meteorit di Bukit Bunuh.

Tjia (2001) telah membuat laporan awal tentang kewujudan kehadiran morfologi kawah impak meteorit di Bukit Bunuh berdasarkan struktur membulat melalui kajian imej satelit. Beliau juga menyatakan ketulan batuan di Bukit Bunuh adalah batuan suevit, iaitu batuan hasil impak meteorit. Malah Tjia (2001) juga melaporkan penemuan mikrostruktur PDF dalam kuarza di batuan tersebut.

Kajian penderian jauh oleh Nawawi *et al.*, (2004) telah menyentuh kepada penentuan morfologi kawah Bukit Bunuh. Pada awalnya, kajian penderian jauh mendapati morfologi kawasan Bukit Bunuh menunjukkan kehadiran struktur lingkaran (bibir kawah) yang kurang jelas serta permatang yang mengelilingi lembah. Pengenalpastian lingkaran kawah Bukit Bunuh yang kurang jelas disebabkan oleh faktor luhawa yang tinggi serta faktor hakisan yang mengubah geomorfologi kawasan tersebut. Ia juga mungkin dipengaruhi oleh imej satelit yang kurang jelas dan bersaiz kecil .

Melalui interpretasi imej statelit dan foto udara keluasan kawah dianggarkan berdiameter 3.45 km dengan kedalaman 0.7 km iaitu bersaiz sederhana (Nor Khairunnisa *et al.*, 2007). Interpretasi tersebut menunjukkan sebahagian kawasan Bukit Bunuh terletak di dalam kawah dan batuan suevit ini didapati berada di kawasan bibir kawah meteorit (Nor Khairunnisa *et al.*, 2007).

Kesemua kajian geologi awal ini telah mencadangkan kemungkinan adanya bukti jatuhan meteorit di Bukit Bunuh. Walau bagaimanapun ianya masih tidak lengkap.

Kajian geofizik terdahulu di Bukit Bunuh oleh Nawawi *et al.*, (2004) mendapati bahawa i) nilai anomali graviti negatif mewakili bacaan batuan breksia-suevit yang mempunyai kepadatan rendah, manakala ii) data imej keberintangan menunjukkan tanah dan batuan yang dominan bagi kawasan Bukit Bunuh ini adalah terdiri daripada granit, suevit dan aluvium. Kajian ini juga merupakan kajian awal survei dan pemetaan di Bukit Bunuh oleh Nor Khairunnisa *et al.*, (2007) telah dijalankan bagi mengenalpasti batuan-batuan yang tertabur secara rawak di Bukit Bunuh terutamanya di bahagian bibir kawah meteorit. Batuan-batuan impak meteorit ini dikategorikan kepada batuan suevit, batuan leburan impak dan gneiss kejutan. Taburan suevit didapati tertabur secara rawak di tengah kawasan Bukit Bunuh. Batuan leburan impak pula didapati tertabur secara rawak di kaki Bukit Bunuh dan batuan gneiss kejutan didapati tertabur di puncak Bukit Bunuh. Selain itu, granit hasil impak terlonjong keluar di kawasan lembah Bukit Bunuh. (Nor Khairunnisa *et al.*, 2007)

Kajian petrografi dijalankan ke atas sampel batuan impaktit Bukit Bunuh oleh Mokhtar (2004b) untuk membuktikan ia benar-benar adalah hasilan impak meteorit. Hasil kajian mendapati kehadiran PDF pada mineral kuarza batuan suevit iaitu salah satu batuan impaktit Bukit Bunuh. Ini membuktikan bahawa batuan ini telah mengalami suatu perubahan akibat suhu dan tekanan yang mengejut akibat impak meteorit (Mokhtar 2004b; Nor Khairunisa *et al.*, 2007). Dapatan awal ini telah menyakinkan bahawa impak meteorit pernah melanda kawasan Bukit Bunuh tersebut.

Secara amnya, kajian geologi terdahulu di Bukit Bunuh telah mendapat bukti awal tentang kejutan impak meteorit. Walau bagaimanapun, bukti impak masih tidak lengkap tentang bahan asas industri alat batu Paleolitiknya masih belum dijalankan secara saintifik tentang asalnya.

1.4 PENTARIKHAN

Pentarikan di Bukit Bunuh melibatkan penentuan usia lapisan kebudayaan Paleolitik dan usia batuan impak meteorit. Penentuan usia batuan dan tanah di Bukit Bunuh melibatkan pentarikan kaedah OSL (*optically stimulated luminescence*), kaedah kesan belahan (FT-*Fission Track*), kaedah Kalium-Argon (K-Ar), kaedah Argon-Argon ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$) dan kaedah Uranium-Plumbum (U-Pb) (Mokhtar, 2007a; 2012a). Berikut dibincangkan pentarikan tersebut. Jadual 1.1 menunjukkan senarai pentarikan terhadap sampel di Bukit Bunuh.

1.4.1 Kaedah OSL

Secara umumnya kaedah pentarikan OSL adalah kaedah melibatkan penentuan masa kali terakhir mineral di dalam satu lapisan tanah terkena cahaya matahari dan ini membantu kepada penentuan usia sesebuah tapak. Konsep pentarikan OSL ini melibatkan tindak balas cahaya kalimantang yang terhad (*luminescence light*) kerana pelepasan tenaga yang disimpan dan terkumpul di dalam bahan mineral/hablur oleh tindakan radioaktif semulajadi (Mokhtar, 2007a).

Jadual 1.1: Pentarikan ke atas batuan impaktit Bukit Bunuh (selepas Mokhtar, 2012a)

Sampel	Teknik	Makmal	Mineral	Usia (j.t.d.l)	Kala
BBh'11-Q1	ESR	Hiruzen Institute for Geology and Chronology	Kuarza	1.34±0.06	Kuaternari
BBh 1	<i>Fission Track</i>	Geochronology Japan Inc., Japan	Zirkon	1.74±1.28	
BBh 2	<i>Fission Track</i>	Geochronology Japan Inc., Japan	Zirkon	1.83± 0.61	
BBh 2010	K-Ar	Hiruzen Institute for Geology and Chronology	Matrik	13.1± 2.8	

sambungan Jadual 1.1

MS-2	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	Oregon State University Lab, USA	Matrik	28.8±1.9	Tersier
MS-1	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	Oregon State University Lab, USA	Matrik	33.4±2.0	
S2 BBh	K-Ar	Hiruzen Institute for Geology and Chronology	Matrik	41.2± 2.6	
SU09-2	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	Oregon State University Lab, USA	Matrik	53.9±2.6	
SM2	K-Ar	Hiruzen Institute for Geology and Chronology	Matrik	54.7±3.3	
SM1	K-Ar	Hiruzen Institute for Geology and Chronology	Matrik	55.8±1.4	
SU09-1	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	Oregon State University Lab, USA	Matrik	62.5± 6.0	Kapur
S1 BBh	K-Ar	Hiruzen Institute for Geology and Chronology	Matrik	67.8±3.5	
BBh'11-Q1	K-Ar	Hiruzen Institute for Geology and Chronology	Biotit	73.3 ±1.6	
SM3	K-Ar	Hiruzen Institute for Geology and Chronology	Matrik	77.0±4.1	
BBh 1	<i>Fission Track</i>	Geochronology Japan Inc., Japan	Zirkon	90.1±5.0	
BBh 10-4	U-Pb	Geochronology and Isotopic Geochemistry Lab, Canada	Zirkon	204.9±2.1	Jura

sambungan Jadual 1.1

BBh 10-5 U-Pb	U-Pb	Geochronology and Isotopic Geochemistry Lab, Canada	Zirkon	212.6±3.7	Trias
BBh 10-1	U-Pb	Geochronology and Isotopic Geochemistry Lab, Canada	Zirkon	213.6±3.0	
BBh 10-7	U-Pb	Geochronology and Isotopic Geochemistry Lab, Canada	Zirkon	220.9±3.5	
BBh 10-4	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	Geochronology and Isotopic Geochemistry Lab, Canada	Serisit	305.3±3.0	Karbon

Pentarikhan OSL di Bukit Bunuh melibatkan lapisan budaya di tapak ekskavasi dan teres pengendapan yang *in situ*. Kajian OSL yang dilakukan pada tapak-tapak Bukit Bunuh mendapati usianya adalah 40,000 tahun dahulu bagi tapak 2003 (Mokhtar, 2006b), 500,000 tahun dahulu tapak 2008 (Nor Khairunnisa, 2013) dan 270,000 tahun dahulu di tapak 2010 (Nor Khairunnisa, 2013) dan 30,000 tahun dahulu pada tapak teres pengendapan di barat daya Bukit Bunuh (Nor Khairunnisa, 2013).

1.4.2 Kaedah FT

Kaedah FT melibatkan kaedah kesan belahan ke atas mineral zirkon yang mengandungi atom uranium (²³⁸U) yang tidak stabil. Atom uranium yang tidak stabil mengalami pereputan radioaktif dalam jangka masa yang panjang sehingga menyebabkan kerosakan

pada mineral zirkon tersebut. Kerosakan pada mineral ini akan memancarkan sinar pada sampel dan bilangan kerosakan tersebut dikira sebagai jangka masa hayat. Semakin banyak kerosakan dikira maka semakin tua usia sampel tersebut (Aitken, 1990). Had usia yang dapat dikesan oleh kaedah ini adalah 100, 000 hingga jutaan tahun dahulu.

Oleh itu, kajian FT ini telah giat dilakukan pada sampel-sampel batuan Bukit Bunuh. Kajian pentarikan FT telah dilakukan ke atas batuan suevit Bukit Bunuh yang mengandungi kapak genggam. Pentarikan ini memberikan keputusan 1.74 ± 1.28 juta tahun dahulu dan 1.83 ± 0.61 juta tahun dahulu. Mokhtar (2010) mencadangkan oleh kerana pentarikan pada 1.74 ± 1.28 mempunyai ralat yang besar maka pentarikan yang lebih sesuai ialah 1.83 ± 0.61 juta tahun dahulu. Kajian pentarikan ini merupakan yang pertama di Malaysia dan mendedahkan bukti impak meteorit di Malaysia dengan kaedah pentarikan kronometrik (Mokhtar, 2006). Ini secara tidak langsung juga memberitahu kita bahawa pentarikan FT yang dilakukan ke atas sampel batuan suevit tersebut mengandungi mineral zirkon yang telah terlebur sepenuhnya sehingga memberikan usia sebenar pada waktu tersebut iaitu sekitar 1.83 juta tahun dahulu.

1.4.3 Kaedah K-Ar

Kaedah K-Ar merupakan pentarikan ke atas batuan yang berusia beribu hingga jutaan tahun dahulu terutamanya batuan jenis igneus. Ini kerana prinsip kaedah ini menggunakan mineral kalium yang biasa hadir dalam batuan igneus. Kaedah ini melibatkan penyusutan ke atas mineral kalium dengan usia separuh hayat 1.25 billion

sehingga membentuk kepada isotop argon dan kalium. Argon ini dikatakan akan menghasilkan gas, dan semakin banyak gas maka semakin tua sampel batuan tersebut. Had usia bagi kaedah pentarikan ini adalah antara 30, 000 tahun dahulu sehingga 5 juta tahun dahulu (Aitken, 1990).

Pentarikan Kalium-Argon digunakan kerana kalium kebiasaannya mudah ditemui di dalam batuan. Sebahagian kalium dikenali sebagai bahan radioaktif yang dikenali sebagai Kalium-40. Kalium-40 (^{40}K) ini dikatakan mempunyai separuh hayatnya lebih daripada bilion tahun dan kadar menyusut adalah sangat perlahan untuk membentuk ^{40}Ar . Perbandingan kemudiannya dibuat untuk penentuan usia batuan. Batuan yang muda akan mengandungi ^{40}K yang tinggi berbanding ^{40}Ar manakala batuan yang tua akan mengandungi ^{40}K yang rendah berbanding ^{40}Ar .

Kaedah pentarikan Kalium-Argon (K-Ar) juga dilakukan ke atas batuan impaktit di Bukit Bunuh. Kali ini, mineral yang digunakan untuk pentarikan adalah matrik dan mineral biotit batuan impaktit. Hasil pentarikan K-Ar menunjukkan rata-rata memberikan bacaan yang berlainan dan tidak pada skala masa yang sama iaitu sekitar zaman Kapur, Tersier dan Kuarternari. Ini mungkin disebabkan oleh jenis batuan yang dipentarkan adalah batuan suevit. Batuan suevit dicirikan oleh matrik yang tidak terlebur sepenuhnya tetapi terdiri daripada klasta yang terlebur, maka bacaan bagi usia mineral tidak menggambarkan peleburan sepenuhnya atau waktu impak meteorit tersebut berlaku.

1.4.4 Kaedah $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$

Kaedah pentarikan $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ merupakan kaedah radiometrik yang lebih jitu daripada pentarikan K-Ar. Ini kerana kaedah ini hanya memerlukan satu sampel di mana radiasi mampu menghasilkan ^{39}Ar daripada ^{39}K yang lebih stabil. Kaedah ini sering digunakan dalam mengira usia pada batuan igneus dan metamorf. Ini kerana pembentukan batuan-batuan ini melibatkan peleburan dan pencairan batuan dan mineral (<http://en.wikipedia.org/wiki/Argon>).

Kaedah pentarikan ini telah digunakan dalam menentukan usia batuan impaktit di Bukit Bunuh seperti yang direkodkan di dalam Jadual 1.1. Mineral serisit dan matrik batuan telah digunakan dalam menentukan usia batuan impaktit ini. Hasil mendapati usia batuan yang menggunakan mineral serisit memberikan bacaan zaman Karbon (305.3 ± 3.0 juta tahun dahulu) manakala yang menggunakan matrik memberikan usia Kapur (62.5 ± 6.0 juta tahun dahulu) dan Tersier (28.8 ± 1.9 juta tahun dahulu, 33.4 ± 2.0 juta tahun dahulu dan 53.9 ± 2.6 juta tahun dahulu). Mineral serisit adalah mineral yang mudah melebur sekiranya dibekalkan suhu, maka kemungkinan batuan yang mengandungi serisit ini tidak mengalami peleburan yang tinggi dan secara tidak langsung memberikan usia batuan asal kawasan tersebut iaitu batuan metasedimen Formasi Kroh yang berusia Ordovisi-Silur. Batuan impaktit yang berusia Tersier pula menunjukkan bahawa hampir keseluruhan matrik batuan tersebut melebur kerana menghampiri kepada usia impak meteorit sebenar iaitu sekitar awal Kuarternari.

1.4.5 Kaedah U-Pb

Kaedah pentarikan U-Pb adalah antara pentarikan yang dapat menentukan usia batuan tua sekitar 1 juta tahun dahulu sehingga lebih daripada 4.5 bilion tahun dahulu. Kaedah ini, bergantung kepada dua pereputan iaitu 1) siri uranium dari ^{238}U untuk ^{206}Pb dengan separuh hayat 4,470,000,000 tahun dan 2) siri aktinium dari ^{235}U untuk ^{207}Pb , dengan separuh hayat 704,000,000 tahun. Usia ditentukan dari sistem U-Pb dengan analisis Pb nisbah isotop (Wikipedia U-PB, 2012).

Kaedah pentarikan ini telah digunakan pada batuan impaktit Bukit Bunuh dengan menggunakan zirkon sebagai mineral pentarikan. Kajian pentarikan U-Pb ke atas mineral zirkon daripada batuan kuarzit terimpak mendapati usia batuan ini adalah Trias iaitu sekitar 213.6 ± 3.0 juta tahun dahulu (Jadual 1.1). Ini mungkin menunjukkan bahawa berlaku peleburan separa pada mineral zirkon batuan kuarzit ini dijangkakan berasal daripada batuan Formasi Kroh yang berusia Ordovisi-Silur yang jauh lebih tua.

Mokhtar (2012a) mencadangkan pentarikan yang sesuai untuk impak meteorit di Bukit Bunuh ialah pentarikan FT 1.83 ± 0.61 juta tahun dahulu, berdasarkan kepada kehadiran alat batu Paleolitik khususnya artifak kapak genggam di dalam batuan suevit. Ini kerana secara perbandingan data Paleolitik terkini merujuk kehadiran kapak genggam sebagai bukti kewujudan manusia awal tidak lebih daripada 2 juta tahun dahulu.

1.5 ISU-ISU DAN MASALAH TAPAK BUKIT BUNUH

Hasil kajian terdahulu di Bukit Bunuh mendedahkan beberapa isu dan masalah seperti yang dibincangkan di bawah, iaitu:

- 1) Pembuktian Bukit Bunuh sebagai kawasan impak meteorit masih belum lengkap sepenuhnya,
- 2) Data mengenai geologi am Bukit Bunuh masih belum lengkap dan tidak terperinci, contohnya seperti jenis asalan litologi dan stratigrafinya,
- 3) Bahan mentah bagi pembuatan alat batu di Bukit Bunuh masih belum dikaji asal usulnya, dan
- 4) Kaitan tingkah laku dan pemilihan bahan asas masyarakat Paleolitik di Bukit Bunuh belum dibincangkan dengan terperinci.

1.6 OBJEKTIF KAJIAN

Berdasarkan isu dan masalah yang dibincangkan di atas, maka kajian ini akan cuba melengkapkan lagi data Bukit Bunuh berdasarkan beberapa tujuan seperti yang tercatat di bawah:-

- 1) Memperkukuhkan pembuktian bahawa Bukit Bunuh ialah sebuah kawasan impak meteorit berasaskan ciri-ciri PASSC (*Planetary and Space Science Centre*) yang diiktiraf seluruh dunia,
- 2) Melengkapkan maklumat geologi am dan stratigrafi Bukit Bunuh khususnya dan Lenggong amnya,
- 3) Menentukan asal usul dan sifat bahan mentah batuan Bukit Bunuh, dan
- 4) Menentukan kaitan teknologi pembuatan alat batu dan pemilihan bahan asas masyarakat Paleolitik di Bukit Bunuh secara terperinci.

1.7 METOD KAJIAN

Bagi membolehkan tujuan kajian ini tercapai, ia akan melibatkan survei dan pemetaan geologi serta pengambilan sampel. Kajian makmal pula akan melibatkan analisis-analisis saintifik seperti analisis petrografi, kaedah sinar pengimbas belauan (XRD-*X-Ray Diffraction*), kaedah sinar pendarfluor (XRF- *X-Ray Fluorescence*), kaedah pengimbas elektron (SEM-*Scanning Electron Microscope*) dan kajian spesifik graviti.

1.7.1 Kajian Lapangan

Survei dan pemetaan taburan batuan impak secara rawak dilakukan secara pemplotan