



**JABATAN MINERAL DAN GEOSAINS MALAYSIA**  
*MINERALS AND GEOSCIENCE DEPARTMENT MALAYSIA*

# GARIS PANDUAN

---

# PENENTUAN ZON BAHAYA DI SEKITAR BUKIT BATU KAPUR

---

**JMG.GP.15**



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

**ISBN 978-967-0159-18-8**

Garis panduan ini boleh diperolehi daripada:

**JABATAN MINERAL DAN GEOSAINS MALAYSIA**

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

Telefon: 03-21611033

Faks: 03-21611036

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

**Harga: RM50.00**



**JABATAN MINERAL DAN GEOSAINS MALAYSIA**  
*Minerals and Geoscience Department Malaysia*

**GARIS PANDUAN  
PENENTUAN ZON BAHAYA  
DI SEKITAR BUKIT BATU KAPUR**

**JMG.GP.15**

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



Bencana runtuh tebing bukit batu kapur yang berlaku di Gunung Cheroh, Ipoh pada 18 Oktober 1973 dan telah mengorbankan 42 nyawa.



Blok batuan longgar yang berpotensi runtuh pada tebing bukit batu kapur.



# PRAKATA

**G**aris Panduan Penentuan Zon Bahaya Di Sekitar Bukit Batu Kapur ini disediakan untuk menentukan kesesuaian zon guna tanah dan membuat penilaian terhadap cadangan pembangunan dalam sekitaran bukit batu kapur. Ia terguna pakai secara seragam oleh pegawai Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia (JMG), pihak berkuasa tempatan dan agensi berkaitan sebagai panduan dalam menilai permohonan kebenaran merancang bagi cadangan pembangunan fizikal berdekatan bukit batu kapur dan kawasan sekitarnya.

Sifat semula jadi tebing bukit batu kapur yang mempunyai fitur-fitur geologi seperti jerungkau, satah ketakselajaran yang bersilang dan gegua adalah berpotensi untuk berlakunya jatuhan batuan. Fenomena jatuhan batuan di persekitaran bukit batu kapur boleh mengakibatkan kehilangan nyawa dan kemusnahan harta benda. Oleh itu, JMG mengambil inisiatif menerbitkan garis panduan ini untuk memastikan tahap keterancaman akibat jatuhan batuan dapat diminimumkan dan aktiviti pembangunan di kawasan berisiko dilaksanakan secara lestari.

Garis panduan ini menggantikan garis panduan terdahulu, *Demarcation of Safety Zones In The Vicinity of Limestone Hills* yang disediakan dalam tahun 2003.

Semoga garis panduan yang telah dibuat penambahbaikan ini menjadi rujukan terkini kepada semua pihak yang berkepentingan. Ia disediakan oleh sekumpulan pegawai berpengalaman dalam bidang geologi kejuruteraan dan daya usaha mereka amat disanjung tinggi.

**DATO' YUNUS BIN ABDUL RAZAK**

Ketua Pengarah

Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia

Oktober 2013

## K A N D U N G A N

	Muka Surat
<b>PRAKATA</b>	iii
<b>SENARAI RAJAH</b>	v
<b>SENARAI JADUAL</b>	v
<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	v
<b>1.0 PENDAHULUAN</b>	1
<b>2.0 DEFINISI</b>	2
2.1 Keterancaman	2
2.2 Bahaya	2
2.3 Risiko	2
<b>3.0 TUJUAN</b>	3
<b>4.0 METODOLOGI</b>	6
4.1. Penentuan Tahap Keterancaman Tebing	6
4.1.1 Survei Ukur Muka Tebing	6
4.1.2 Survei Geologi Muka Tebing	6
4.1.3 Analisis Kinematik Struktur Geologi	7
4.1.4 Analisis Penarafan Jasad Tebing	7
4.2. Pengelasan Tahap Keterancaman Tebing	9
4.2.1 Tebing Keterancaman Rendah	11
4.2.2 Tebing Keterancaman Sederhana	11
4.2.3 Tebing Keterancaman Tinggi	12
4.3. Penentuan Zon Bahaya	13
4.3.1 Analisis Jatuhan Batuan	13
4.4. Pengelasan Zon Bahaya	13
4.4.1 Zon Bahaya Rendah	14
4.4.2 Zon Bahaya Sederhana	14
4.4.3 Zon Bahaya Tinggi	15

Muka Surat

<b>5.0</b>	<b>CADANGAN MITIGASI</b>	17
<b>6.0</b>	<b>MEKANISME PELAKSANAAN</b>	18

<b>BIBLIOGRAFI</b>	19
<b>DAFTAR ISTILAH</b>	20
<b>PENGHARGAAN</b>	27

**SENARAI RAJAH**

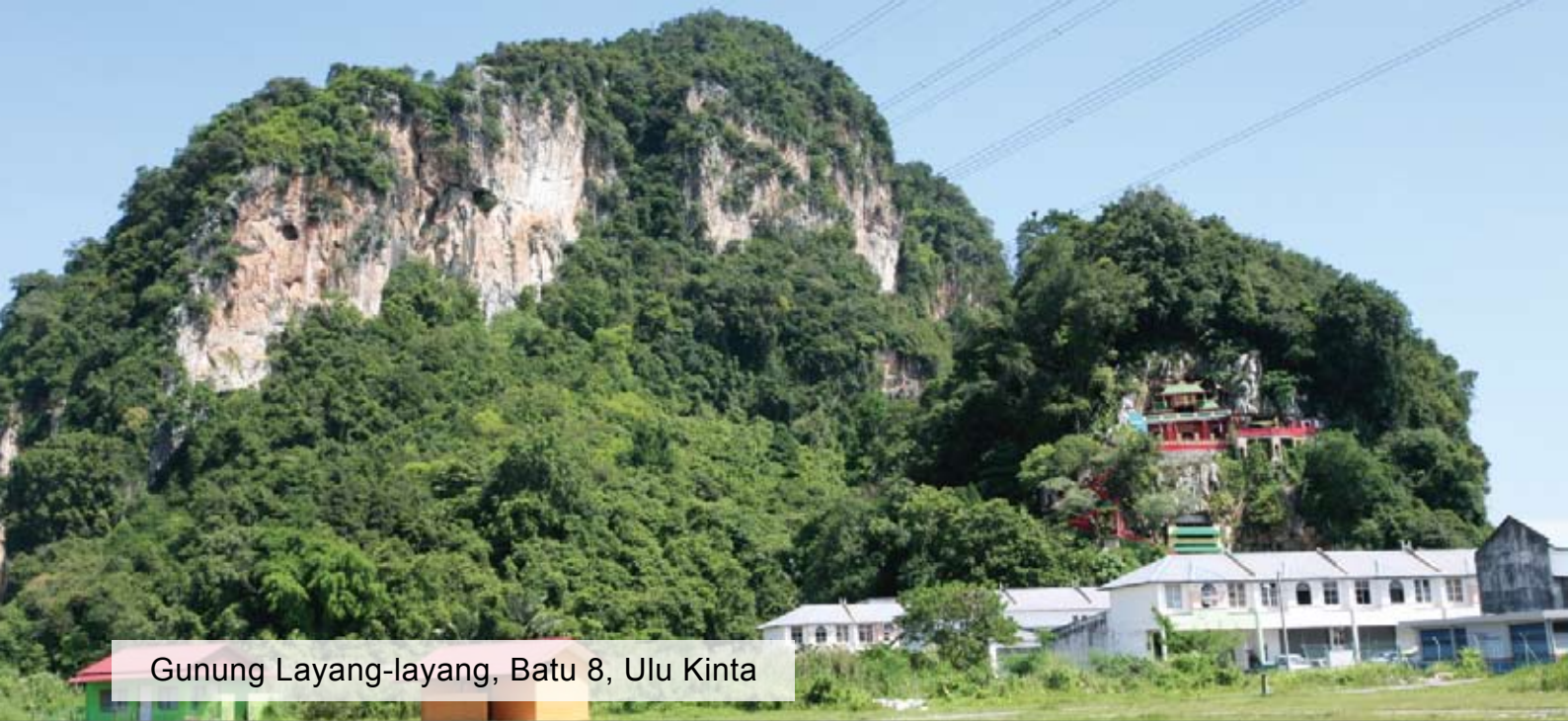
Rajah 1	: Peta Taburan Bukit Batu Kapur di Semenanjung Malaysia	4
Rajah 2	: Peta Taburan Bukit Batu Kapur di Sabah dan Sarawak	5
Rajah 3	: Carta Alir Penentuan Zon Bahaya di Sekitar Bukit Batu Kapur	8
Rajah 4	: Pengelasan Tahap Keterancaman Tebing Bukit Batu Kapur	10
Rajah 5	: Keratan rentas skematik pengelasan Zon Bahaya mengikut tahap keterancaman tebing bukit batu kapur	16

**SENARAI JADUAL**

Jadual 1	: Pengelasan tahap keterancaman berdasarkan nilai SMR	9
Jadual 2	: Pengelasan Zon Bahaya berdasarkan tahap keterancaman tebing bukit batu kapur.	15

**SENARAI LAMPIRAN**

LAMPIRAN 1	: Borang Survei Ketakselajaran (contoh)	21
LAMPIRAN 2	: Pengelasan Geomekanik Jasad Cerun	22
LAMPIRAN 3	: Cadangan Format Laporan Penentuan Zon Bahaya Bagi Pembangunan Di Sekitar Bukit Batu Kapur	25



Gunung Layang-layang, Batu 8, Ulu Kinta



Batu Caves, Selangor



Gunung Cheroh, Ipoh

Pembangunan  
sedia ada  
yang terletak  
berdekatan  
bukit batu  
kapur.



Gunung Layang-layang, Batu 8, Ulu Kinta



## 1.0 PENDAHULUAN

Kawasan topografi kars dan perbukitan batu kapur wujud dengan meluas di beberapa tempat di Semenanjung Malaysia, Sabah dan Sarawak. Antaranya adalah di sekitar Lembah Kinta di Perak, Baling dan Langkawi di Kedah, Chuping dan Kaki Bukit di Perlis, Gua Musang di Kelantan serta sekitar Raub dan Kuala Lipis di Pahang. Bukit batu kapur terpencil juga wujud di beberapa kawasan tumpuan pembangunan seperti di Batu Caves dan Bukit Takun di Selangor, Gunung Keriang di Alor Setar, Kedah serta Gua Charah di Kuantan, Pahang (Rajah 1). Di Sabah kawasan bukit batu kapur terdapat di Madai Baturong, Lahad Datu dan Gumantong, Kinabatangan. Di Sarawak pula bukit batu kapur terdapat di sekitar Bau, Batu Niah dan Mulu (Rajah 2).

Bukit batu kapur dicirikan oleh bukit bertebing hampir tegak hingga tegak dan mempunyai struktur geologi khusus hasil proses semula jadi bumi. Batu kapur terbentuk daripada kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang boleh terkesan oleh tindak balas secara kimia dan fizikal. Tindak balas kimia terutamanya melalui air atau asid lemah akan melarutkan batu kapur sehingga membentuk struktur geologi seperti gegua, lohong, alur pelarutan, kikisan lereng, stalaktit dan stalagmit. Kewujudan satah-satah ketakselajaran seperti struktur perlapisan, kekar dan sesar akan membentuk blok-blok batuan longgar dan berpotensi untuk runtuh. Kehadiran struktur jerungkau dan kikisan lereng akan meningkatkan lagi tahap bahaya tebing bukit batu kapur.

Kejadian jatuhan batuan pada tebing bukit batu kapur merupakan fenomena bencana geologi yang tidak boleh diramal bila ianya akan berlaku. Sehingga kini, kawasan Lembah Kinta telah merekodkan beberapa kes jatuhan batuan berskala besar yang mengakibatkan kemusnahan harta benda dan kehilangan nyawa. Tragedi jatuhan batuan di Gunung Cheroh, Ipoh pada tahun 1973 telah mengorbankan 42 orang.

Permintaan guna tanah yang tinggi di kawasan tumpuan seperti Batu Caves di Selangor dan Lembah Kinta di Perak menyebabkan pembangunan semakin menghampiri bukit batu kapur. Garis panduan penentuan zon bahaya ini diguna pakai untuk kawalan perancangan pembangunan di sekitar bukit batu kapur bagi mengurangkan risiko kehilangan nyawa dan kerosakan harta benda.

## **2.0 DEFINISI**

### **2.1 Keterancaman**

Keterancaman didefinisikan sebagai satu penilaian terhadap kejadian jatuhnya batuan yang telah berlaku atau berpotensi akan berlaku secara kualitatif atau kuantitatif bagi menentukan isipadu, keluasan dan taburan spatial runtuh. Keterancaman boleh meliputi keterangan mengenai halaju dan intensiti jatuhan, di mana faktor masa tidak diambil kira dalam membuat analisis.

### **2.2 Bahaya**

Bahaya didefinisikan sebagai satu keadaan di mana wujudnya potensi untuk berlaku kejadian yang menyebabkan kehilangan nyawa dan kemusnahan harta benda. Penerangan tentang bahaya jatuhan batuan meliputi lokasi, isipadu, keluasan, halaju jatuhan dan kebarangkalian ianya berlaku dalam suatu tempoh masa.

### **2.3 Risiko**

Risiko didefinisikan sebagai satu ukuran kebarangkalian dan tahap kemusnahan terhadap harta benda, persekitaran atau kehilangan nyawa. Risiko jatuhan batuan dianggarkan melalui kebarangkalian berlakunya jatuhan batuan dengan magnitud tertentu (bahaya) dan tahap kemusnahan (akibat).

Risiko = Bahaya x Akibat (kemusnahan harta benda dan kehilangan nyawa)

### 3.0 TUJUAN

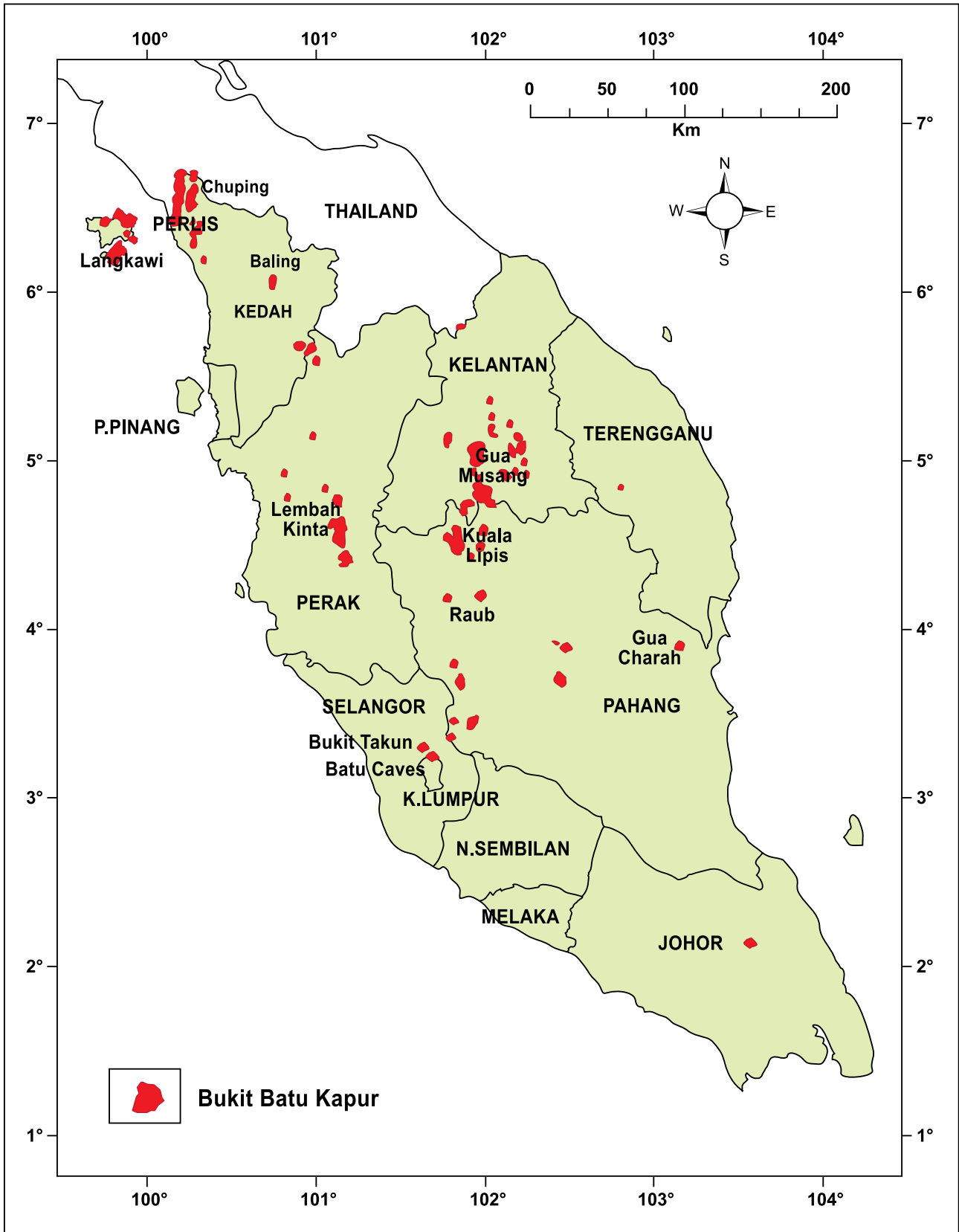
**Garis panduan ini bertujuan bagi:**

- i. Menyediakan pengelasan tahap keterancaman tebing batu kapur dan zon bahaya ancaman jatuhnya batuan; dan
- ii. Merancang dan mengawal selia aktiviti pembangunan di kawasan berdekatan bukit batu kapur.

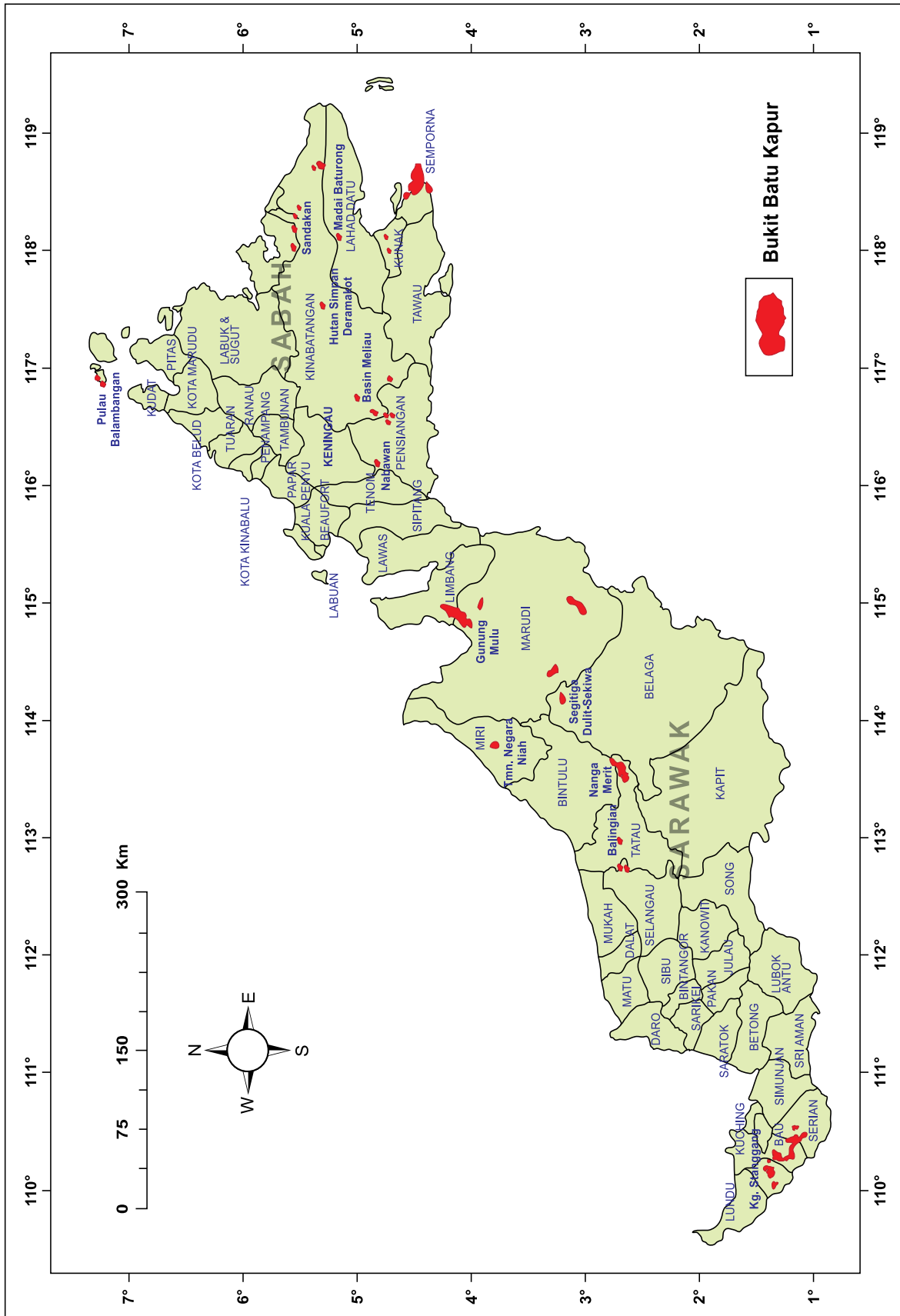


Tebing bahaya bukit batu kapur yang mempunyai struktur peralapisan kekar bersilang dan kikisan lereng.





Rajah 1 : Peta Taburan Bukit Batu Kapur di Semenanjung Malaysia



Rajah 2 : Peta Taburan Bukit Batu Kapur di Sabah dan Sarawak

## 4.0 METODOLOGI

Metodologi yang digunakan bagi menentukan zon bahaya di sekitar bukit batu kapur adalah seperti berikut;

- a. Penentuan tahap keterancaman tebing
- b. Pengelasan tahap keterancaman tebing
- c. Penentuan zon bahaya
- d. Pengelasan zon bahaya

Carta alir bagi keseluruhan proses penentuan zon bahaya adalah seperti Rajah 3.

### 4.1 Penentuan Tahap Keterancaman Tebing

Tahap keterancaman tebing bukit batu kapur ditentukan mengikut prosedur berikut:

#### 4.1.1 Survei Ukur Muka Tebing

Melaksanakan survei ukur muka tebing bukit batu kapur meliputi ketinggian dan geometri muka tebing menggunakan kaedah survei butiran aras laras. Kerja-kerja survei boleh dilakukan menggunakan kaedah survei oleh Jurukur bertauliah atau kaedah survei *Terrestrial Laser Scanning* (TLS) berdasarkan ketetapan kerja yang disediakan oleh Ahli Geologi berkelayakan.

#### 4.1.2 Survei Geologi Muka Tebing

Melaksanakan survei geologi terperinci muka tebing bagi memetakan fitur-fitur khusus seperti jerungkau, bongkah longgar, kikisan lereng, gegua, tirsan air, alur pelarutan, stalaktit, stalagmit dan ketakselajaran seperti kekar, sesar dan perlapisan.

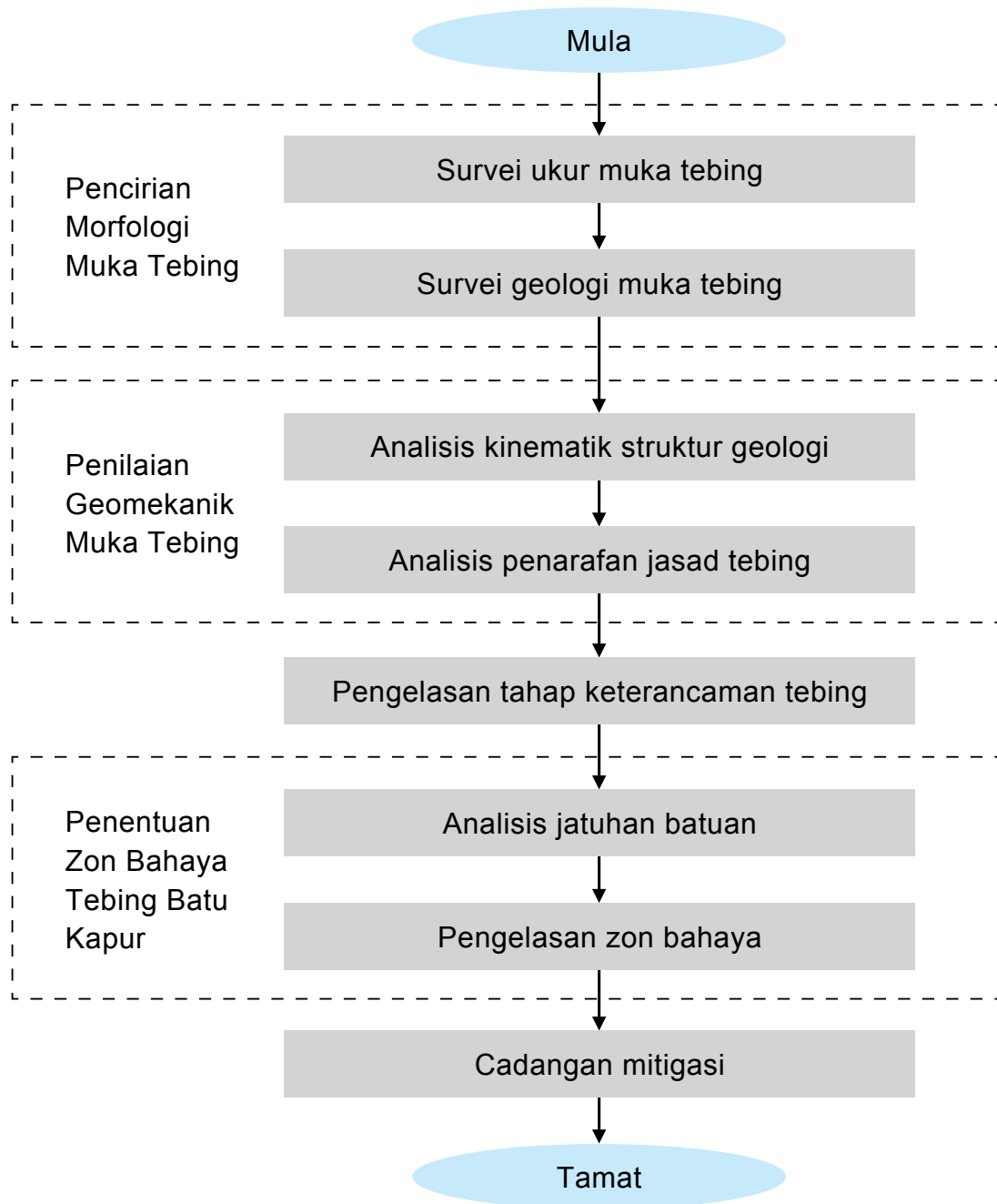
Survei ketakselajaran dibuat menggunakan borang seperti di Lampiran 1, dan boleh dilaksanakan melalui kaedah *Terrestrial Laser Scanning* (TLS) sekiranya survei geologi secara konvensional tidak dapat dilaksanakan. Survei geologi tersebut hendaklah dilakukan oleh Ahli Geologi berkelayakan.

### **4.1.3 Analisis Kinematik Struktur Geologi**

Analisis kinematik struktur geologi dilaksanakan menggunakan kaedah unjuran stereonet bagi mengenalpasti potensi, jenis dan arah kegagalan muka tebing. Analisis kinematik ini hendaklah dilakukan oleh Ahli Geologi berkeelayakan.

### **4.1.4 Analisis Penarafan Jasad Tebing**

Melaksanakan analisis penarafan jasad tebing bukit batu kapur mengikut Sistem Penarafan Jasad Cerun (*Slope Mass Rating, SMR*) oleh Romana (1985) seperti Lampiran 2. Maklumat asas yang diperolehi daripada prosedur 4.1.1, 4.1.2 dan 4.1.3 diguna pakai untuk mendapatkan nilai SMR.



Rajah 3 : Carta Alir Penentuan Zon Bahaya di Sekitar Bukit Batu Kapur



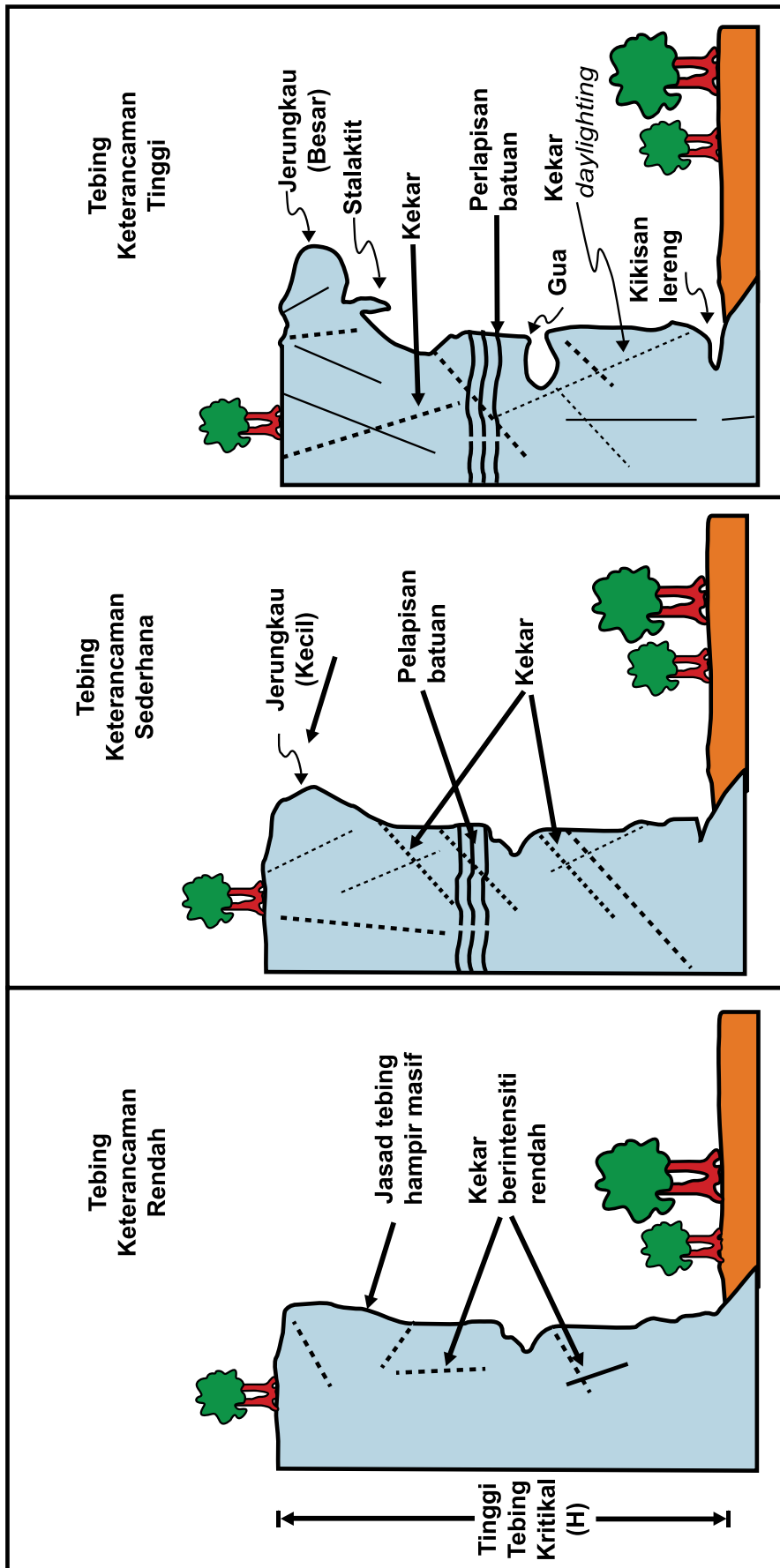
## 4.2 Pengelasan Tahap Keterancaman Tebing

Pengelasan tahap keterancaman tebing adalah berdasarkan nilai SMR yang diperolehi daripada Perkara 4.1.4. Pengelasan tahap keterancaman dibahagikan kepada tiga kategori iaitu Tinggi, Sederhana dan Rendah seperti dalam Jadual 1 dan Rajah 4.

Jadual 1 : Pengelasan tahap keterancaman berdasarkan nilai SMR

Nilai SMR	No. Kelas	Keterangan Jasad Batuan	Kestabilan Muka Tebing	Potensi Jenis Kegagalan	Kebarangkalian Kegagalan	Tahap Keterancaman
61-100	I - II	Baik	Stabil	Jatuhan blok bersaiz kecil dan terencil	0 - 0.2	Rendah
41-60	III	Normal	Separa Stabil	Kegagalan planar di sepanjang ketakselajaran dan banyak baji	0.2 - 0.6	Sederhana
0-40	IV - V	Buruk	Tidak Stabil	Kegagalan baji dan planar bersaiz besar	0.6 - 1.0	Tinggi

(Sumber: Romana, 1985)



Rajah 4 : Pengelasan Tahap Keterancaman Tebing Bukit Batu Kapur

#### 4.2.1 Tebing Keterancaman Rendah

Tebing Keterancaman Rendah adalah tebing bukit batu kapur yang mempunyai nilai SMR 61 hingga 100, jasad batuan dikelaskan sebagai baik dan keadaan tebing stabil dengan nilai kebarangkalian untuk gagal dari 0 hingga 0.2. Tebing kategori ini tidak mempunyai potensi untuk berlaku kegagalan berskala besar kecuali jatuhnya batuan dengan saiz blok yang secara relatifnya kecil dan terencil. Di lapangan, ia kebiasaannya dicirikan oleh gabungan struktur geologi seperti berikut.

- i. Jasad batuan hampir masif.
- ii. Tiada jerungkau atau kikisan lereng.
- iii. Satah ketakselajaran yang berintensiti rendah dan tidak berterusan.

#### 4.2.2 Tebing Keterancaman Sederhana

Tebing Keterancaman Sederhana adalah tebing bukit batu kapur yang mempunyai nilai SMR 41 hingga 60, jasad batuan dikelaskan sebagai normal dan keadaan tebing separa stabil dengan nilai kebarangkalian untuk gagal antara 0.2 dan 0.6. Tebing kategori ini mempunyai potensi untuk mengalami kegagalan jenis planar dan kegagalan baji berskala sederhana. Di lapangan, ia kebiasaannya dicirikan oleh gabungan struktur geologi seperti berikut.

- i. Jerungkau bersaiz kecil.
- ii. Kikisan lereng yang sederhana di bahagian kaki tebing.
- iii. Satah ketakselajaran dan bongkah-bongkah batuan longgar yang terletak di bahagian atas tebing.
- iv. Kombinasi dua atau lebih set satah ketakselajaran yang memotong jerungkau serta kikisan lereng atau gegua.
- v. Bongkah-bongkah batuan longgar bersaiz kecil yang berpotensi akan gagal.

### 4.2.3 Tebing Keterancaman Tinggi

Tebing Keterancaman Tinggi adalah tebing bukit batu kapur yang mempunyai nilai SMR 0 hingga 40, jasad batuan dikelaskan sebagai buruk dan keadaan tebing tidak stabil dengan nilai kebarangkalian untuk gagal antara 0.6 dan 1.0. Tebing kategori ini boleh mengakibatkan kejadian kegagalan jenis baji dan planar berskala besar dengan bongkah batuan pelbagai saiz. Di lapangan, ia kebiasaannya dicirikan oleh gabungan struktur geologi seperti berikut.

- i. Jerungkau bersaiz besar.
- ii. Ketakselajaran menegak atau hampir menegak yang jelas dan memotong kikisan lereng dan jerungkau.
- iii. Ketakselajaran *daylighting* yang jelas dan berterusan.
- iv. Gegua.
- v. Kikisan lereng yang dalam di bahagian kaki tebing.
- vi. Kombinasi dua atau lebih set satah ketakselajaran yang memotong jerungkau bersaiz besar serta kikisan lereng atau gegua.
- vii. Bongkah-bongkah batuan longgar bersaiz besar yang berpotensi untuk berlaku jatuhan batuan.

### 4.3. Penentuan Zon Bahaya

#### 4.3.1 Analisis Jatuhan Batuan

Analisis jatuhan batuan dibuat menggunakan perisian komputer berasaskan program simulasi jatuhan batuan yang diperakui seperti *Colorado Rockfall Simulation Program (CRSP)*, setara atau lebih baik. Analisis ini dapat mengenalpasti jarak serakan bongkah batuan daripada kaki tebing berdasarkan faktor morfologi, ketinggian punca dan saiz blok batuan. Ketinggian punca blok batuan adalah merujuk kepada ketinggian tebing kritikal.

### 4.4. Pengelasan Zon Bahaya

Pengelasan Zon Bahaya di sekitar bukit batu kapur dibuat bertujuan mengenalpasti zon yang menerima kesan daripada kejadian jatuhan batuan yang boleh menyebabkan kehilangan nyawa dan kemusnahan harta benda. Pengelasan zon ini dibuat berdasarkan kepada tahap keterancaman tebing, jarak serakan (*run-out*) dan kebarangkalian berlakunya jatuhan dalam suatu tempoh masa. Zon bahaya dikelaskan kepada tiga kategori iaitu Zon Bahaya Rendah, Zon Bahaya Sederhana dan Zon Bahaya Tinggi. Kedudukan zon bahaya tersebut ditentukan sempadan masing-masing berdasarkan jarak daripada kaki tebing relatif kepada ketinggian tebing kritikal.



Runtuhan pada tebing bukit batu kapur.

#### **4.4.1 Zon Bahaya Rendah**

Zon Bahaya Rendah ditafsirkan sebagai kawasan yang tidak menerima kesan langsung daripada serakan batuan atau batuan terbang akibat kejadian jatuhan batuan daripada tebing bukit batu kapur.

Kedudukan Zon Bahaya Rendah bagi tebing yang dikategorikan sebagai Keterancaman Rendah terletak pada jarak melebihi 1H. Manakala, bagi tebing yang dikategorikan sebagai Keterancaman Sederhana melebihi 1.2H dan tebing Keterancaman Tinggi melebihi 1.5H. (Jadual 2 dan Rajah 5).

Sebarang pembinaan bangunan kekal seperti kediaman, pusat komersial dan industri dalam Zon Bahaya Rendah boleh dipertimbangkan.

#### **4.4.2 Zon Bahaya Sederhana**

Zon Bahaya Sederhana ditafsirkan sebagai kawasan yang dijangkakan menerima kesan serakan batuan dan batuan terbang akibat kejadian jatuhan batuan daripada tebing bukit batu kapur.

Kedudukan Zon Bahaya Sederhana bagi tebing yang dikategorikan sebagai Keterancaman Rendah terletak pada jarak antara 0.3H hingga 1H. Manakala, bagi tebing yang dikategorikan sebagai Keterancaman Sederhana antara 0.6H hingga 1.2H dan tebing Keterancaman Tinggi antara 1H hingga 1.5H (Jadual 2 dan Rajah 5).

Pembangunan struktur kekal seperti kediaman, pusat komersial dan industri dalam Zon Bahaya Sederhana boleh dipertimbangkan setelah mengambil kira langkah-langkah mitigasi yang akan dilaksanakan.

#### 4.4.3 Zon Bahaya Tinggi

Zon Bahaya Tinggi ditafsirkan sebagai kawasan yang dijangka akan menerima kesan langsung runtuhan dan serakan jasad batuan.

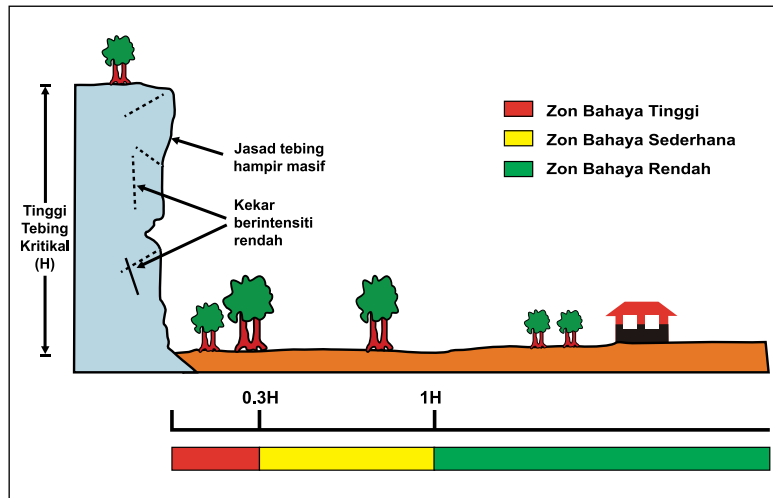
Kedudukan Zon Bahaya Tinggi bagi tebing yang dikategorikan sebagai Keterancaman Rendah terletak pada jarak kurang daripada 0.3H. Manakala, bagi tebing yang dikategorikan sebagai Keterancaman Sederhana kurang daripada 0.6H dan tebing Keterancaman Tinggi kurang daripada 1H (Jadual 2 dan Rajah 5).

Sebarang pembinaan bangunan kekal dalam Zon Bahaya Tinggi tidak boleh dipertimbangkan kerana mempunyai risiko bencana yang tinggi. Kawasan sebegini hendaklah dikekalkan sebagai zon penampakan dengan aktiviti terhad kepada pembangunan lanskap dan rekreasi.

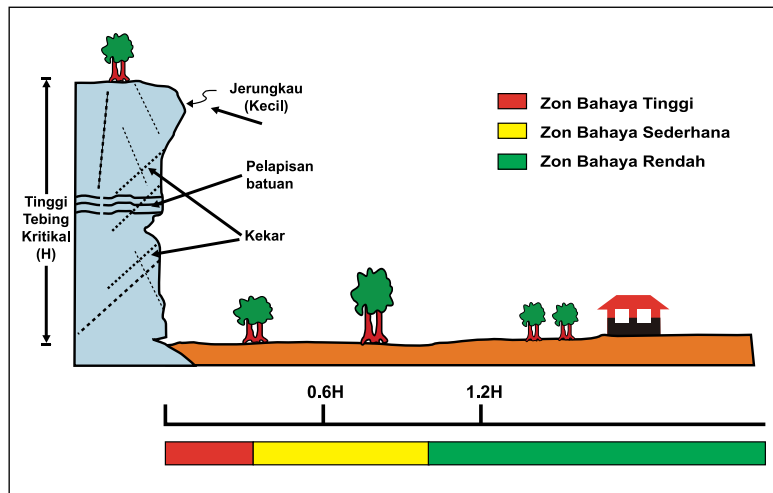
Walau bagaimanapun, penentuan Zon Bahaya Tinggi hendaklah mengambil kira simulasi jatuhnya batuan yang dijalankan.

Jadual 2 : Pengelasan Zon Bahaya berdasarkan tahap keterancaman tebing bukit batu kapur.

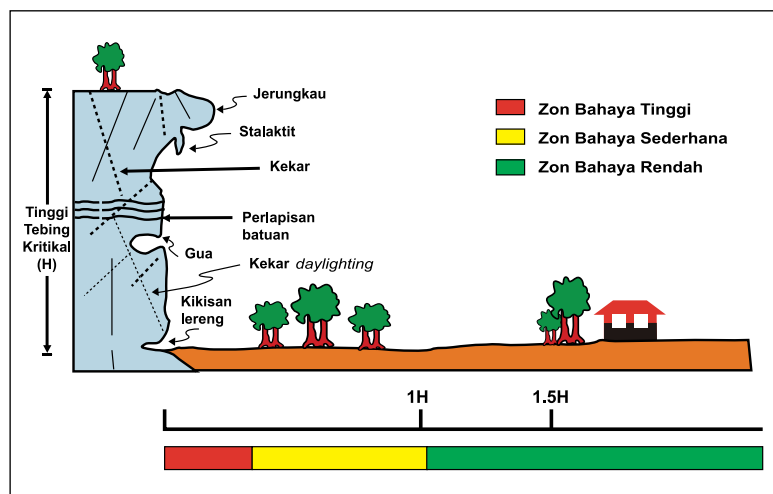
Tahap Keterancaman	Jarak antara kaki tebing dengan sempadan Zon Bahaya relatif kepada tinggi tebing kritikal (H)		
	Zon Bahaya Rendah	Zon Bahaya Sederhana	Zon Bahaya Tinggi
Rendah	>1H	0.3H hingga 1H	<0.3H
Sederhana	>1.2H	0.6H hingga 1.2H	<0.6H
Tinggi	>1.5H	1H hingga 1.5H	<1H



a) Tebing Keterancaman Rendah



b) Tebing Keterancaman Sederhana



c) Tebing Keterancaman Tinggi

Rajah 5 : Keratan rentas skematik pengelasan Zon Bahaya mengikut tahap keterancaman tebing bukit batu kapur



## 5.0 CADANGAN MITIGASI

Kejadian jatuhnya batuan pada tebing bukit batu kapur merupakan fenomena bencana geologi yang tidak boleh diramal bila ianya akan berlaku. Sifat semula jadi tebing bukit batu kapur yang tinggi dan tegak menyebabkan kerja-kerja penstabilan muka tebing menjadi tidak praktikal untuk dilaksanakan. Walau bagaimanapun, kerja-kerja penstabilan bagi tebing yang rendah seperti menanggalkan blok-blok batuan longgar di permukaan tebing boleh dilaksanakan.

Langkah-langkah mitigasi terhadap bahaya jatuhnya batuan lebih tertumpu kepada kaedah mengurangkan risiko bencana kepada pembangunan di kawasan berdekatan. Kaedah mitigasi yang boleh dilaksanakan adalah pembinaan *rockfall barrier* seperti parit perangkap, penghadang batuan, pagar batuan dan pemasangan jaringan dawai. Konsep kerja-kerja mitigasi hendaklah dicadangkan oleh Ahli Geologi atau Jurutera Geoteknikal. Pemilihan reka bentuk mitigasi yang sesuai hendaklah dibuat mengikut tahap bahaya tebing dan disediakan oleh Jurutera Geoteknik bertauliah.

## 6.0 MEKANISME PELAKSANAAN

Garis Panduan Penentuan Zon Bahaya Di Sekitar Bukit Batu Kapur ini terguna pakai terhadap semua permohonan Kebenaran Merancang bagi cadangan tapak pembangunan yang berada dalam lingkungan jarak minimum dua (2) kali ketinggian tebing kritikal bukit batu kapur. Sebarang cadangan pembangunan yang terletak dalam zon berkenaan hendaklah mengemukakan Laporan Penentuan Zon Bahaya Di Sekitar Bukit Batu Kapur yang disediakan oleh Ahli Geologi. Kandungan laporan adalah seperti di dalam Lampiran 3.

Ulasan permohonan kebenaran merancang oleh Pegawai JMG kepada Pihak Berkuasa Tempatan bagi cadangan pembangunan di sekitar bukit batu kapur hendaklah dibuat berdasarkan Garis Panduan Ulasan Cadangan Pemajuan Untuk Pusat Setempat Pihak Berkuasa Tempatan (JMG.GP.08) dengan mengambilkira laporan Penentuan Zon Bahaya Di Sekitar Bukit Batu Kapur yang dikemukakan.



Kawasan rekreasi adalah antara bentuk pembangunan yang sesuai dilaksanakan dalam zon bahaya bukit batu kapur.

## BIBLIOGRAFI

- Bieniawski, Z.T., 1989. *Engineering Rock Mass Classifications*. New York: Wiley, 251 ms.
- Hoek, E. & Bray, J.W, 1981. *Rock slope engineering*, 3<sup>rd</sup> ed. Inst. Mining & Metallurgy, London.
- Ibrahim Komoo & Ibrahim Abdullah, 1983. *Ketakselajaran dan Kaedah Pengukuran di Lapangan*. Sains Malaysiana, 12(2), 119-140.
- ISRM, 1981. *Basic Geotechnical Description of Rock Masses*. International Journal of Rock Mechanics, Mining Sciences and Geomechanics, Vol. 18, 87-110.
- Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia, 2003. *Demarcation of Safety Zones in the Vicinity of Limestone Hills*.
- Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia, 2009. *Garis Panduan Ulasan Cadangan Pemajuan Untuk Pusat Setempat Pihak Berkuasa Tempatan (JMG.GP.08)*.
- Lawrence, A. P. & Robert, V.V., 1993. *Rockfall Hazard Rating System - Participants Manual*, FHWA-SA-93-057 Report, Washington DC.
- Romana, M.R., 1985. *New Adjustment for Application of Bieniawski Classification to Slopes*. International Symposium on the Role of Rock Mechanics, ISRM, Zacatecas, 49-53.
- Romana, M.R., Serón, J.B. & Montalar, E., 2003. SMR Geomechanics Classification: Application, Experience and Validation, ISRM 2003 - *Technology Roadmap for Rock Mechanics*, South African Institute of Mining and Metallurgy.
- Shu, Y.K. & Lai, K.H., 1980. *Rockfall at Gunung Cheroh, Ipoh*. Jabatan Penyiasatan Kajibumi Malaysia, Geological Paper Vol. 3, 1-8.
- Shu, Y.K., Chow, W.S, & Zakaria Mohamad, 1981. *Rockfall Danger Related to Limestone Hills in the Kinta Valley, Perak*. Laporan Tahunan Jabatan Penyiasatan Kajibumi Malaysia, 184-197 ms.
- Wyllie, D.C. & Mah, C.W., 2004, *Rock Slope Engineering: Civil and Mining*. 4th ed, London. Appendix II, 397 ms.
- Zainab Mohamed & Abdul Ghani Md. Rafik, 2014. *Kajian Geoteknikal dan Risiko Geologi Rezab Batu Caves, Selayang, Selangor* (unpublished report).

## DAFTAR ISTILAH

BAHASA MELAYU	BAHASA INGGERIS
alur perlarutan	<i>dissolution channel</i>
analisis kinematik	<i>kinematic analysis</i>
gegua	<i>cavern</i>
jaringan dawai	<i>wire netting</i>
jerungkau	<i>overhang</i>
kikisan lereng	<i>undercut</i>
lohong	<i>cavity</i>
pagar batuan	<i>rock fencing</i>
parit perangkap	<i>ditch trap</i>
penghadang jatuhan batuan	<i>rockfall barrier</i>
Sistem Penarafan Jasad Cerun	<i>Slope Mass Rating System</i>
tirisan air	<i>water seepage</i>
keterancaman rendah	<i>low susceptibility</i>
keterancaman sederhana	<i>moderate susceptibility</i>
keterancaman tinggi	<i>high susceptibility</i>
zon bahaya rendah	<i>low hazard zone</i>
zon bahaya sederhana	<i>moderate hazard zone</i>
zon bahaya tinggi	<i>high hazard zone</i>
zon penampungan	<i>buffer zone</i>



## LAMPIRAN 2

### Pengelasan Geomekanik Jasad Cerun

#### i) Sistem Penarafan Jasad Batuan (*Rock Mass Rating System, RMR*)

Parameter		Range of Values and Rating					
1	Strength of intact rock (MPa)	Point Load	> 10	4-10	2-4	1-2	<1 (UCS is preferred)
		UCS	> 250	100-250	50-100	25-50	5-25 1-5 <1
Rating			15	12	7	4	2 1 0
2	RQD (%) (=115-3.3Jv)		90-100	75-90	50-75	25-50	<25
		Rating	20	17	13	8	3
3	Discontinuities Spacing		>2 m	0.6-2m	200-600 mm	60-200 mm	<60 mm
		Rating	20	15	10	8	5
4	Discontinuities Conditions		Very rough Not continuous No separation Unweathered	Slightly rough Separation <1mm Slightly weathered	Slightly rough Separation <1mm Highly weathered	Slicken sided Gouge <5mm Separation 1-5mm Continuous	Soft gouge >5mm Separation >5mm Continuous
		Rating	30	25	20	10	0
5	Fracture Orientation (slopes)		Very Favourable	Favourable	Fair	Unfavourable	Very Unfavourable
		Rating	0	-5	-25	-50	-60
6	Water Inflow / Conditions		Completely Dry	Damp	Wet	Dripping	Flowing
		Rating	15	10	7	4	0

(Sumber: Bieniawski, 1989)

## ii) Rock Mass Classes Determined from Total Ratings

Rating	81-100	61-80	41-60	21-40	<20
Class	I	II	III	IV	V
Description	Very Good Rock	Good Rock	Fair Rock	Poor Rock	Very Poor Rock

## SISTEM PENARAFAN JASAD CERUN (Slope Mass Rating, SMR)

Formula pengiraan sistem penarafan jasad cerun:

$$SMR = RMR_{basic} + (F_1 \cdot F_2 \cdot F_3) + F_4$$

Parameter korelasi untuk SMR (Correction Parameters for SMR)

Type of failure			Very Favourable	Favourable	Fair	Unfavourable	Very Unfavourable
P	A	$[\alpha_j - \alpha_s]$					
T		$[\alpha_j - \alpha_s - 180]$	>30°	30-20°	20-10°	10-5°	<5°
W		$[\alpha_i - \alpha_s]$					
P/T/W	$F_1$		0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
P/W	B	$[\beta_j]$ or $[\beta_i]$	<20°	20-30°	30-35°	35-45°	>45°
P/W	$F_2$		0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
T			1.00				
P	C	$\beta_j - \beta_s$	>10°	10 - 0°	0°	0 - (-10°)	<(-10°)
W		$\beta_i - \beta_s$					
T		$\beta_j + \beta_s$	<110°	110-120°	>120°	-	-
P/T/W	$F_3$		0	-6	-25	-50	-60
<b>Excavation method (<math>F_4</math>)</b>							
Natural slope			+15	Blasting or mechanical			0
Presplitting			-10	Deficient blasting			-8
Smooth blasting			+8				

Note:

P: planar failure; T: toppling failure; W: wedge failure;  $\alpha_j$ : dip direction of discontinuity;  $\alpha_s$ : dip direction of the slope angle;  $\alpha_i$ : dip direction of the intersection of two set of discontinuities;  $\beta_j$ : discontinuity dip;  $\beta_i$ : angle of plunge of the intersection lines of two set of discontinuities;  $\beta_s$ : slope dip.

**A** is the parallelism between discontinuities and slope dip direction for planar and toppling failures. For wedge failure, A is the angle formed between the intersection of the two discontinuities (the plunge direction) and the slope dip direction.

**B** corresponds to the discontinuity dip ( $\beta_j$ ) in degrees, for planar failure and toppling and to the plunge ( $\beta_i$ ) of the wedge failure intersection line.

The **C** variable expresses dip relationship and is equivalent to  $\beta_j - \beta_s$  for planar failure,  $\beta_i - \beta_s$  for wedge failure and  $\beta_j + \beta_s$  for toppling failure.

(Sumber: Romana, 1985)

iii) *Susceptibility classification based on SMR value*

SMR value	Class No.	Rock Mass Description	Stability	Failures	Probability of failure	Susceptibility Classification
0-20	V	Very bad slope	Completely unstable	Big planar or soil like or circular	0.9	High Susceptibility
21-40	IV	Bad slope	Unstable	Planar or big wedges	0.6	
41-60	III	Normal slope	Partially stable	Planar along some joint and many wedges	0.4	Moderate Susceptibility
61-80	II	Good slope	Stable	Some blocks failures	0.2	Low Susceptibility
81-100	I	Very good slope	Completely stable	No failures	0	

(Sumber: Romana, 1985)

iv) Ringkasan pengelasan tahap keterancaman berdasarkan SMR

Nilai SMR	No. Kelas	Keterangan Jasad Batuan	Kestabilan	Potensi Jenis Kegagalan	Kebarangkalian Kegagalan	Kelas Keterancaman
0-40	IV - V	Buruk	Tidak Stabil	Kegagalan Baji dan planar	0.6 - 1.0	Tinggi
41-60	III	Normal	Separa Stabil	Kegagalan Planar sepanjang ketakselajaran dan banyak baji	0.2 - 0.6	Sederhana
61-100	I - II	Baik	Stabil	Kegagalan blok	0 - 0.2	Rendah

(Sumber: Romana, 1985)



## LAMPIRAN 3

### Format Laporan Penentuan Zon Bahaya Di Sekitar Bukit Batu Kapur

#### RINGKASAN EKSEKUTIF

#### KANDUNGAN

##### 1.0 PENDAHULUAN

###### 1.1 Pengenalan

- menerangkan secara umum konsep pembangunan yang akan dilaksanakan.

###### 1.2 Lokasi Tapak

- menerangkan kedudukan tapak dengan disertakan peta lokasi mengikut skala yang bersesuaian.

###### 1.3 Objektif

- menerangkan tujuan laporan disediakan.

###### 1.4 Skop Kerja

- menerangkan kaedah dan metodologi kajian yang dilaksanakan bagi mencapai objektif yang ditetapkan.

##### 2.0 GEOLOGI DAN GEOMORFOLOGI MUKA TEBING

###### 2.1 Geologi Am Kawasan

- menerangkan geologi am tapak dan kawasan sekitar seperti formasi batuan, litologi, struktur geologi umum dan maklumat lain yang berkaitan.

###### 2.2 Kriteria Fizikal Muka Tebing

- menerangkan dimensi tebing meliputi ketinggian, saiz, bentuk, sudut kecuraman dan arah muka tebing berdasarkan survei ketinggian muka tebing.
- pembahagian seksyen muka tebing bagi memudahkan fokus kajian.

###### 2.3 Geologi Muka Tebing

- menerangkan fitur-fitur khusus yang terdapat pada muka tebing seperti jurungkau, kikisan lereng, gegua, tirsan air dan alur pelarutan, stalaktit, stalagmit serta struktur ketakselanjaran seperti kekar, sesar, perlapisan dan foliasi.

###### 2.4 Tanda-tanda Ketidakstabilan

- mengenalpasti dan merekod tanda-tanda ketidakstabilan yang terdapat pada muka tebing seperti bongkah longgar, parut dan kesan jatuhan batuan.

### 3.0 PENGELASAN TAHAP BAHAYA TEBING

#### 3.1 Analisis Kinematik

- menyediakan analisis ketakselajaran dan rajah-rajah plot stereonet bagi menentukan jenis kegagalan mengikut seksyen muka tebing.

#### 3.2 Analisis Tahap Bahaya Tebing

- menyediakan analisis tahap bahaya tebing mengikut kaedah SMR bagi setiap seksyen muka tebing.

#### 3.3 Analisis Jatuhan Batuan

- menyediakan analisis simulasi jatuhan batuan bagi menentukan jarak jatuhan batuan.

#### 3.4 Penentuan Tahap Keterancaman Tebing

- menyediakan foto dan rajah lakaran keratan rentas tebing yang menunjukkan fitur-fitur geologi bagi setiap kategori tahap bahaya tebing.
- membuat pengelasan tahap bahaya bagi setiap seksyen muka tebing.

### 4. PENGELASAN ZON BAHAYA

- menyediakan pelan Zon Bahaya Tinggi, Zon Bahaya Sederhana dan Zon Bahaya Rendah. Pelan zon bahaya hendaklah disediakan pada skala 1:500 hingga 1:1000

### 5. CADANGAN MITIGASI

- menyediakan cadangan mitigasi yang sesuai untuk dilaksanakan seperti pembinaan *rockfall barrier* contohnya parit perangkap, penghadang batuan, pagar batuan dan pemasangan jaringan dawai.

### 6. KESIMPULAN

- membuat kesimpulan tentang tahap bahaya tebing, penentuan zon bahaya serta kesesuaian pembinaan dalam tapak cadangan.

### 7. RUJUKAN

## **PENGHARGAAN**

Jabatan merakamkan ucapan penghargaan dan terima kasih kepada Pengarah Cawangan Penyelarasan Pelaksanaan Operasi, Kumpulan Kerja Penyediaan Garis Panduan Penentuan Zon Bahaya Di Sekitar Bukit Batu Kapur dan Penyunting yang telah memberi sumbangan dalam menyediakan garis panduan ini. Pegawai-pegawai terlibat adalah seperti berikut:

Dato' Zakaria bin Mohamad  
Mohd Sidi bin Daud  
Tuan Rusli bin Tuan Mohamed  
Zaidi bin Daud  
Dr. Ferdaus bin Ahmad  
Mazlan bin Mohamad Zain  
Wan Salmi bin Wan Harun  
Qalam A'zad bin Rosle  
Ahmad Rosli bin Othman  
Ahmad Khairut Termizi bin Mohd Daud

## **PENYUNTING**

Hamadi bin Che Harun  
Mohd. Za'im bin Abdul Wahab  
Ab. Halim bin Hamzah  
Kamal bin Daril  
Siti Aminah binti Abdul Sarif  
Nurzaidi bin Abdullah

ISBN 978-967-0159-18-8



9 789670 159188