

Penggunaan Data-Data Lapangan Bagi Menentukan Kestabilan Cerun Batuan: Kes Kajian di Lebuhraya Utara – Selatan

Abdul Rahman Huraissen b. Masri

*Civil Engineering Department,
Polytechnic Sultan Abdul Halim Mu'adzam Shah, Jitra, Kedah.*

ARTICLE INFO

Article history:

Received : June 2015

Accepted : August 2015

Available online : January 2017

Keywords:

*Data-Data Lapangan, Kestabilan
Cerun Batuan, Lebuhraya Utara-
Selatan*

ABSTRACT

Kajian ini di lakukan untuk membuat penganalisaan jisim batuan dan penganalisaan kestabilan cerun batuan di Lebuhraya Utara – Selatan (KM 173.7 antara persimpangan Parit Buntar dan persimpangan Jawi). Kajian ini melibatkan pengumpulan data yang merangkumi sudut kecondongan dan arah kecondongan kekar, jenis kekar, gred luluhawa, jarak kekar, keadaan air tanah serta kekuatan mampatan ekapaksi batuan. Pengelasan batuan dibuat berdasarkan sistem pengelasan Bienawski dan pengelasan Laubscher. Penganalisaan streografik digunakan untuk menganalisa ketakstabilan cerun. Secara keseluruhan hasil keputusan menunjukkan cerun dan blok batuan yang dikaji berada dalam kelas 1 (sangat stabil dan selamat) berdasarkan sistem pengelasan Bienawski dan kelas 2 (baik) berdasarkan sistem pengelasan Laubscher. Berdasarkan kepada penumpuan kontur dalam unjuran streografik, didapati wujud 3 set kekar bermiring secara hampir dalam arah Barat Laut – Barat Daya, Utara – Selatan dan Timur – Barat. Jenis kegagalan jika ianya berlaku adalah dari jenis kegagalan baji. Penganalisaan streografik juga menunjukkan cerun berada dalam keadaan stabil dan selamat dari segi geometri. Walaubagaimanapun ini tidak mengambilkira faktor-faktor lain seperti kekuatan ricih permukaan kekar dan tunjaman garis persilangan antara 2 satah kekar.

1.0 PENDAHULUAN

Geologi kejuruteraan adalah bidang perantaraan geologi dengan pembinaan kejuruteraan di mana konsep-konsep dan aspek-aspek kejuruteraan digunakan bagi memahami kesan struktur binaan serta elemen-elemen geologi terhadap persekitaran geologi.

Ketidakstabilan cerun merupakan isu utama dan menjadi masalah kejuruteraan yang paling genting dalam pembinaan lebuhraya di Malaysia, khususnya di lebuhraya Timur - Barat, lebuhraya Utara – Selatan dan lebuhraya Kuala Lumpur - Karak. Kajian kegagalan cerun yang dilakukan pada bulan

November-Disember 2010 mendapati sebanyak 128 buah cerun telah gagal. Daripada jumlah ini sebanyak 85 kes melibatkan kegagalan cerun potongan batuan [1]. Kehadiran ketakselajaran merupakan satu daripada penyebab utama kepada masalah ketakstabilan cerun potongan batuan [2]. Faktor-faktor lain seperti darjah perluluhawaan bahan, tindakan air larian permukaan dan air bawah tanah, kaedah penstabilan cerun yang tidak berkesan serta rekabentuk cerun yang tidak sesuai juga di kenalpasti sebagai penyebab kegagalan cerun [3].

Kajian ini cuba menjelaskan secara terperinci keadaan ketakselajaran, orientasi dan kehadirannya pada jisim batuan, serta meramalkan potensi ragam kegagalan cerun batuan. Daripada kajian tersebut, ramalan dibuat tentang keadaan cerun itu dan tentang kegagalan yang mungkin berlaku. Dalam kajian ini juga kualiti batuan ditentukan sama ada baik, sederhana ataupun buruk. Ini berdasarkan beberapa sistem pengelasan jisim batuan yang terdapat pada masa sekarang.

2.0 OBJEKTIF & KAEDAH KAJIAN

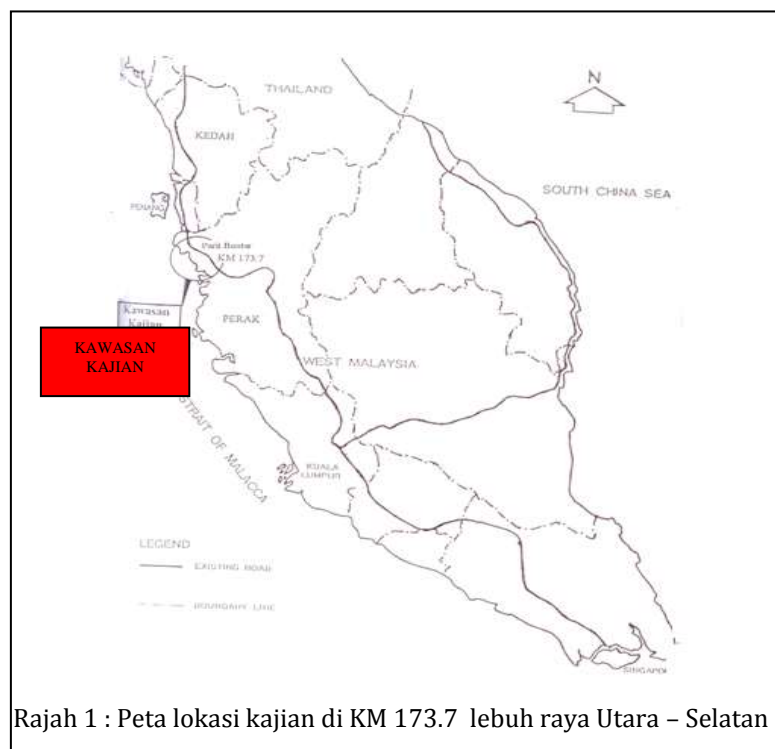
2.1 OBJEKTIF

Objektif kajian ini adalah untuk menganalisa kestabilan cerun batuan berdasarkan kedudukan kekar dalam jisim bantuan dan bagaimana kekar mempengaruhi ketakstabilan sesuatu cerun. Di samping itu dari data lapangan yang diperolehi, penganalisaan pengelasan jisim batuan akan diperolehi di cerun batuan tersebut.

2.2 LOKASI

Dua buah cerun yang dipilih di sepanjang lebuhraya N4 Changkat Jering – Jawi. Kedudukan lokasi kajian adalah seperti berikut :

- a) Cerun A - 5 km dari persimpangan Parit Buntar (KM 173.7 – jalan hala ke Utara)
- b) Cerun B - 5 km dari persimpangan Parit Buntar (KM 173.7 – jalan hala ke Selatan)



2.3 KAEDAH KAJIAN

Ada dua kaedah kajian di lapangan digunakan iaitu pengambilan data dan pengamatan geologi. Pengelasan ke atas batuan boleh dilakukan dengan mengukur jarak di antara kekar, tatatanda mutu batuan (*Rock Quality Designation - RQD*), keadaan air tanah, keadaan kekar dan kekuatan mampatan ekapaksi (*uniaxial compressive strength - UCS*). Daripada data-data tersebut, sifat dan tingkahlaku batuan dapat ditentukan untuk memperolehi jenis kelas jisim batuan. Pengelasan Bienawski dan pengelasan Laubscher adalah dua sistem pengelasan jisim batuan yang digunakan dalam kajian kestabilan cerun ini.

2.4 PERALATAN KAJIAN

Alatan yang digunakan dalam kajian dan pengambilan data adalah :

- i) Tali Pita
- ii) Schmidt Hammer (L-type)
- iii) Kompas Geologi (deSilva Inclinator-Switzerland)



Gambar 1 : Menunjukkan sebahagian tapak kajian
Cerun A : (KM 173.7 – jalan hala ke Utara)



Gambar 2 : Menunjukkan sebahagian tapak kajian
Cerun B : (KM 173.7 – jalan hala ke Selatan)

3.0 PROSEDUR PENGAMBILAN DATA LAPANGAN

Prosedur pengambilan data di lapangan merupakan proses yang memerlukan masa yang agak panjang dalam satu-satu kajian. Data-data yang diambil adalah seperti arah kecondongan kekar, sudut kecondongan kekar, jarak antara kekar, kekuatan mampatan ekapaksi batuan dan beberapa parameter yang diperlukan di dalam penganalisan dan pengelasan jisim bantuan [4].

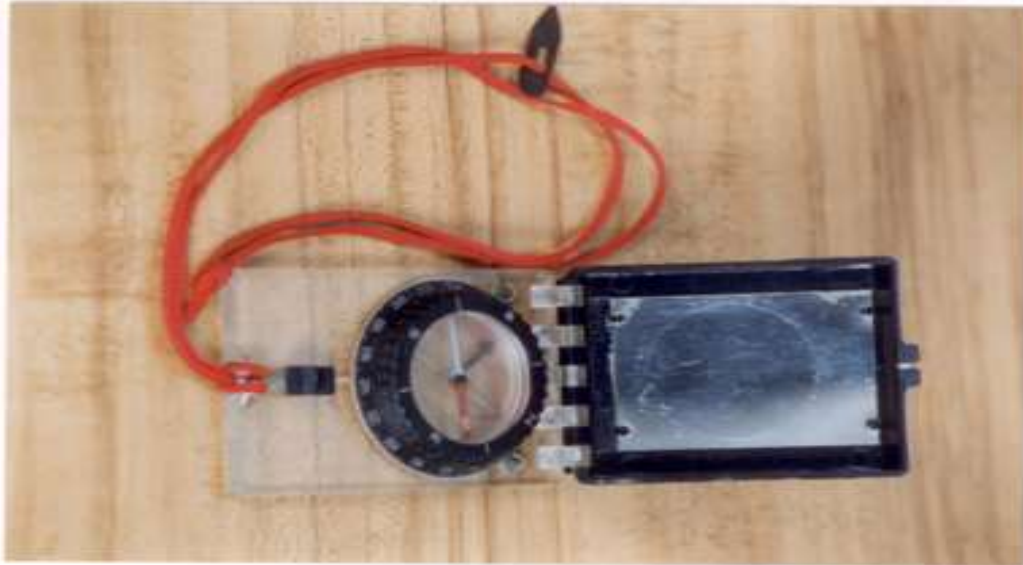
Kompas geologi atau klinometer digunakan untuk mengukur bacaan arah kecondongan dan nilai sudut kecondongan kekar-kekar yang wujud di kawasan kajian. Jarak antara kekar pada satu garisan ufuk diambil dengan pita ukur yang direntangkan. Manakala kekuatan ekapaksi batuan diambil dengan menggunakan Schmidt Hammer.



Gambar 3 : Pengukuran Jarak Kekar :
Pita ukur digunakan untuk mengukur jarak antara satah kekar.



Gambar 4 : Kompas geologi :
Alat yang digunakan untuk mengukur sudut kecondongan dan arah kecondongan kekar



Gambar 5 : Kompas Geologi :
Alatan yang digunakan untuk mengukur sudut kecondongan dan arah kecondongan kekar



Gambar 6 : Schimdt Hammer :
Alat untuk Pengukuran Kekuatan Mampatan Ekapaksi (UCS) pada dinding kekar



Gambar 7 : Schimdt Hammer :
Alatan yang digunakan untuk pengukuran kekuatan mampatan
ekapaksi pada dinding kekar



Gambar 8 : Orientasi di lapangan. Kaedah pengambilan data & pengamatan geologi
perlu dilakukan secara teliti semasa kajian



Gambar 9 & 10 :
Bersama rakan-rakan setia, semasa penulis membuat kajian di lapangan

4.0 KEPUTUSAN & PERBINCANGAN

4.1 PENGELASAN JISIM BATUAN

Terdapat dua buah cerun yang diambil bagi kajian ini. Bagi ke dua-dua cerun, jarak antara kekar diambil bagi setiap 30 meter kawasan kajian. Penilaian setiap kriteria dalam pengelasan Bieniawski dan pengelasan Laubscher dilakukan secara purata. Setiap parameter yang terdapat dalam pengelasan 30 meter cerun yang dikaji akan memberikan kadar tertentu dan nilai ini digunakan dalam penentuan kelas dan gred batuan.

CONTOH DAPATAN :

Lampiran A : Data Lapangan yang telah diperolehi, Cerun B - 30 meter ke dua

BORANG PEMBUKUAN DATA LAPANGAN

Nama Tempat : KM 173.7, Hala Ke Selatan (N4 Changkat Jering-Jawi) Bacaan : 30 meter ke-2 No. Borang:DL/8/02
 Project : ARHM – Kes Kajian Kestabilan Cerun Batuan Bukit : B

Bil	Jarak (m)	Jarak antara kekar (m)	Jarak antara kekar >0.1m	Keadaan kekar	Keadaan air tanah	Bacaan Schimdt Hammer (MPA)	Sudut Kecondongan	Arah Kecondongan	Keadaan kekar, termasuk air tanah				
									A	B	C	D	Purata
1	1.70	1.70	YA	KASAR	LEMBAB	30	83	58	78	89	100	100	27.768
2	3.30	1.60	YA	KASAR	KERING	37	84	346	78	88	100	100	27.456
3	5.30	2.0	YA	KASAR	KERING	42	87	334	77	90	100	100	27.720
4	7.30	2.0	YA	KASAR	KERING	32	68	172	75	92	100	100	27.600
5	8.90	1.60	YA	KASAR	KERING	42	70	130	78	90	100	100	28.080
6	13.50	4.60	YA	KASAR	KERING	28	76	148	75	85	100	100	25.500
7	17.90	4.40	YA	KASAR	LEMBAB	46	60	80	74	86	100	100	25.456
8	20.30	2.40	YA	KASAR	LEMBAB	46	66	132	75	87	100	100	26.100
9	1.80	1.50	YA	KASAR	LEMBAB	42	80	122	75	86	100	100	25.800
10	23.90	2.10	YA	KASAR	LEMBAB	40	62	112	74	85	100	100	25.160
11	27.90	4.0	YA	KASAR	LEMBAB	46	72	128	75	85	100	100	25.500
12	29.90	2.0	YA	KASAR	LEMBAB	44	74	240	75	88	100	100	26.400
13													
14													
15													

CONTOH DAPATAN :**Lampiran B : Pengiraan Data Tersusun, Cerun B – 30 meter ke dua****DATA TERSUSUN**

Nama Tempat : KM 173.7, Hala Ke Selatan (N4 Changkat Jering-Jawi)

Bacaan : 30 meter ke-2 No. Borang:DL/8/02

Project : ARHM – Kes Kajian Kestabilan Cerun Batuan

Bukit : B

Bil	Jarak antara kekar (m)	% Jarak	% Kumulatif jarak antara kekar	Bacaan Schimdt Hammer (MPA)	Purata
1	1.50	5.02	5.02	42.00	25.80
2	1.60	5.35	10.37	37.00	27.46
3	1.60	5.35	15.72	42.00	28.08
4	1.70	5.69	21.40	30.00	27.77
5	2.00	6.69	28.09	42.00	27.72
6	2.00	6.69	34.78	32.00	27.60
7	2.00	6.69	41.47	44.00	26.40
8	.10	7.02	48.49	40.00	25.16
9	2.40	8.03	56.52	46.00	26.10
10	4.00	13.38	69.90	46.00	25.50
11	4.40	14.72	84.62	46.00	25.46
12	4.60	15.38	100.00	28.00	25.50
Jumlah	29.90	100.00		475.00	318.54

BACAAN PURATA KESELURUHAN	SCHIMDT HAMMER (MPA)	39.58
	BACAAN KEADAAN KEKAR	26.55
	RQD (%)	100.00
	JARAK ANTARA KEKAR	2.49
JARAK ANTARA KEKAR (M)	MAKSIMUM	4.60
	PERTENGAHAN	2.00
	MINIMUM	1.50
KEADAAN KEKAR	KASAR	
KEADAAN AIR TANAH	KERING	

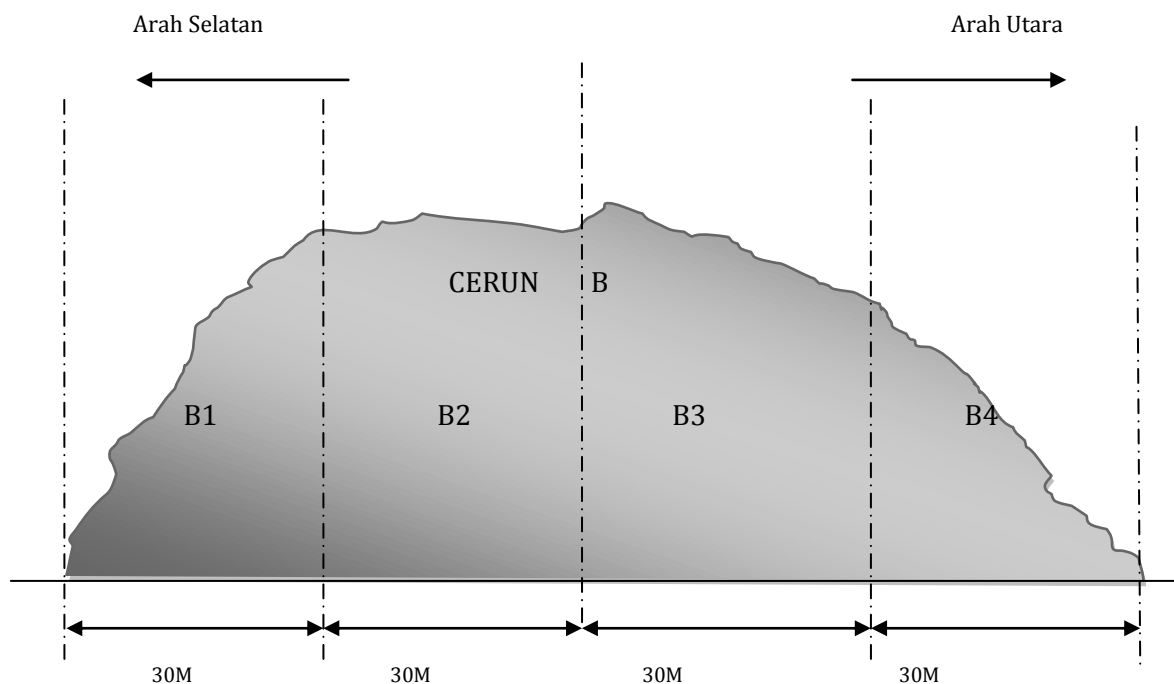
4.2 ANALISA KEGAGALAN CERUN

Analisa kegagalan cerun batuan dengan menggunakan plotan stereografik dapat diperoleh apabila lengkungan besar dilukis berserta dengan plotan kontur. Lengkungan ini dilukis dengan menggunakan sudut muka cerun dan arah kecondongan muka blok batuan yang dikaji. Analisa kemungkinan kawasan yang gagal dapat dilakukan dengan memasukkan sudut geseran satah ketakselajaran (kawasan kajian adalah batuan granit, maka $\theta = 30^\circ$ digunakan, *Approximate values for the basic friction angle θ for different rocks, Barton 2010*). Jika terdapat kutub normal (bertanda 'x') yang berada di dalam julat θ dan lengkungan besar muka cerun, maka cerun tersebut berkemungkinan akan gagal [5].

CONTOH :

4.2.1 Bukit B (KM 173.7 – Hala ke Selatan)

Untuk kawasan kajian ini sudut kecerunan dan arah kecondongan muka cerun yang diambil adalah dalam jarak 120 meter. Cerun ini telah dibahagikan secara berasingan untuk setiap 30 meter kepada empat bahagian dan penamaan seperti berikut dibuat iaitu Cerun B-1 (bagi 30 meter pertama), Cerun B-2 (bagi 30 meter ke-2), cerun B-3 (bagi 30 meter ke-3) dan cerun B-4 (bagi 30 meter ke-4). Secara jelas, rajah 2 berkenaan pembahagian cerun tersebut. Beberapa bacaan telah diambil dan nilai-nilai sudut kecerunan dan arah kecondongan purata muka cerun pada setiap bahagian cerun adalah seperti dalam jadual 1



Rajah 2 : Pembahagian Cerun B : Pengambilan data & pengamatan geologi dibuat mengikut setiap 30 m

CONTOH DAPATAN :

Jadual 1 : Nilai-nilai sudut kecondongan dan arah kecondongan purata muka cerun B

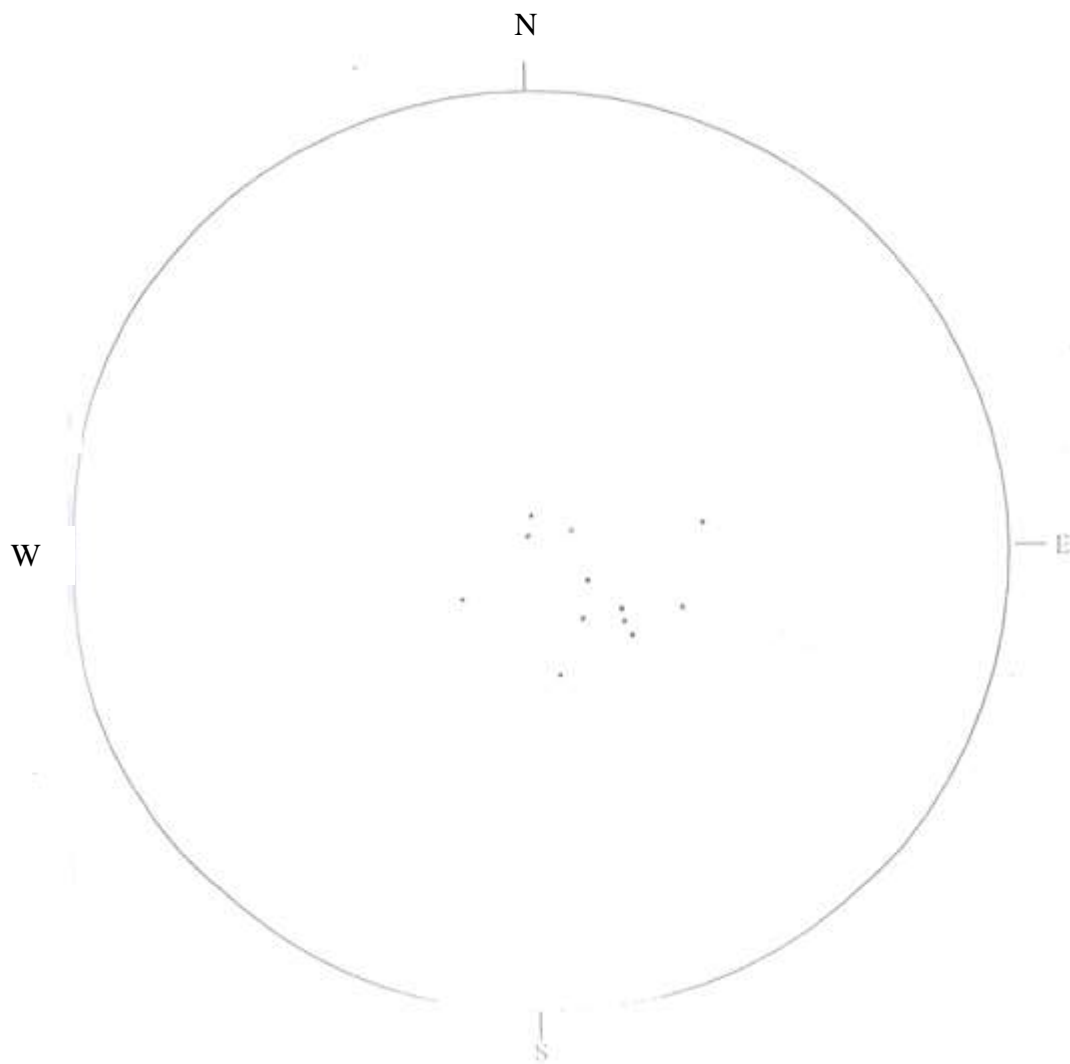
Pembahagian Cerun	Sudut kecerunan (°)	Arah kecondongan purata muka cerun (°)
B - 1	84	200
B - 2	88	220
B - 3	86	126
B - 4	86	32

Berdasarkan pemelotan sudut kecondongan dan arah kecondongan berserta pengkonturan kombinasi titik ke dua-dua parameter ini dan juga pelakaran bulat di atas jaring stereografik serta plotan sudut geseran, θ (Rajah 3) maka keputusan penganalisan kestabilan cerun batuan adalah seperti dalam jadual 2. Jadual ini juga memberi jenis kegagalan dan arah kegagalan yang mungkin terjadi.

Jadual 2 : Keputusan analisis kegagalan cerun B

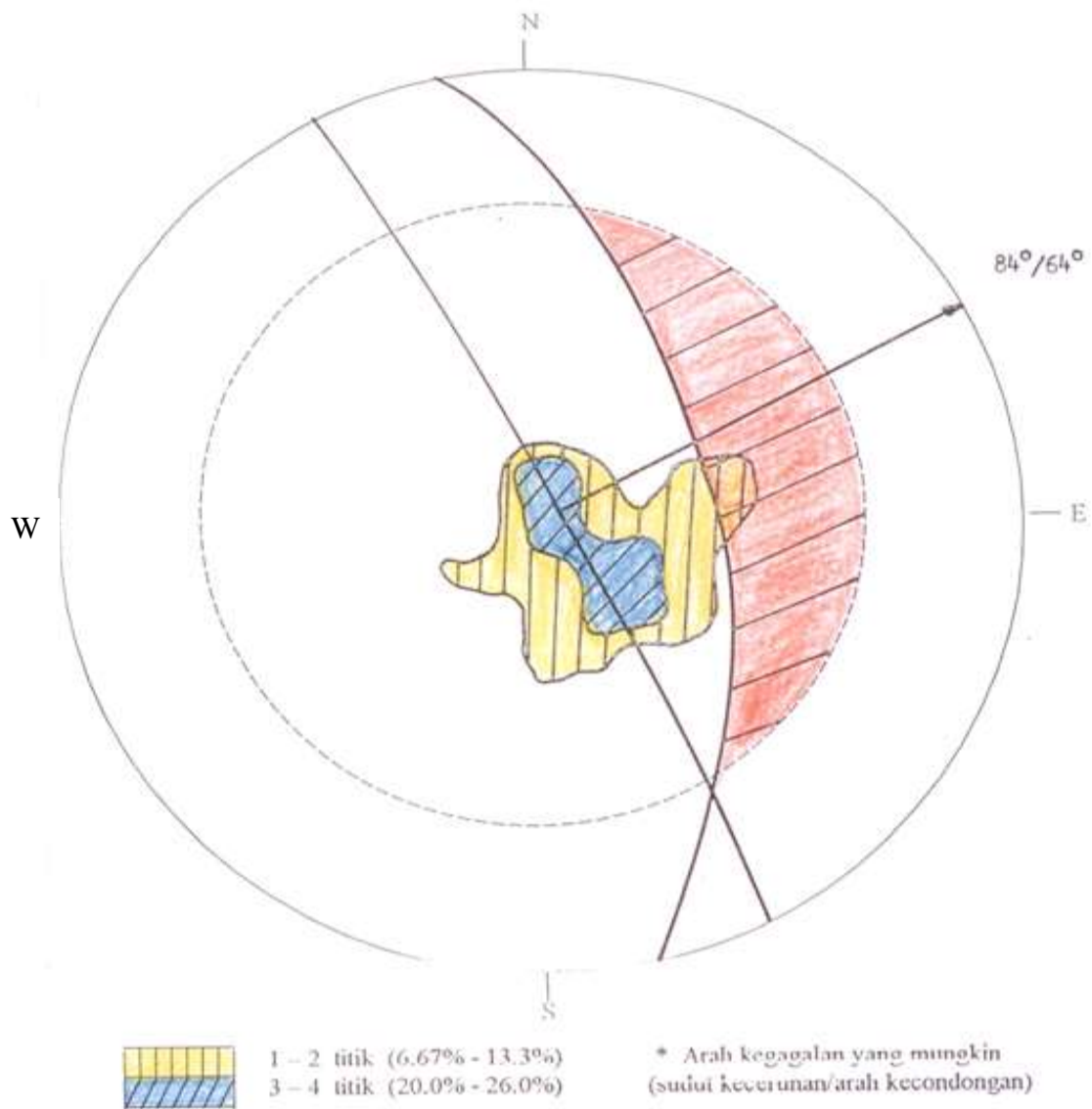
Pembahagian Cerun	Keputusan	Jenis kegagalan yang mungkin berlaku	Arah Kegagalan yang mungkin (Sudut kecerunan/arah kecondongan)
B - 1	Tidak berada dalam kawasan gagal	Baji (<i>wedge failure</i>)	$72^{\circ} / 134^{\circ}$
B - 2	Tidak berada dalam kawasan gagal	Baji (<i>wedge failure</i>)	$84^{\circ} / 64^{\circ}$
B - 3	Tidak berada dalam kawasan gagal	Baji (<i>wedge failure</i>)	$84^{\circ} / 32^{\circ}$
B - 4	Tidak berada dalam kawasan gagal	Baji (<i>wedge failure</i>)	$88^{\circ} / 70^{\circ}$

CONTOH : PEMELOTAN SUDUT KECONDONGAN & ARAH KECONDONGAN CERUN



Rajah 3 : Pemelotan sudut kecondongan dan arah kecondongan Cerun B (30 m ke - 2)

CONTOH : PEMELOTAN UNTUK ANALISIS KESTABILAN CERUN :



Rajah 4 : Pemelotan untuk analisis kestabilan cerun : Cerun B (30 m ke - 2)

4.3 PERBINCANGAN DARI KEPUTUSAN YANG DIPEROLEHI

Berdasarkan sistem pengelasan Bienawski, di dapati pengelasan untuk kedua-dua cerun batuan adalah dalam kelas 1 (sangat stabil dan selamat). Sementara sistem Laubscher pula mengelaskan cerun dalam berada pada kelas 2 (baik).

Pengkonturan dan pemelotan menggambarkan cerun berada dalam keadaan stabil dan jenis kegagalan jika ianya berlaku ialah dari jenis kegagalan baji. Hasil pengkonturan sudut kecondongan dan arah kecondongan untuk setiap 30 meter blok cerun didapati bahawa taburan pengkonturan keamatan tinggi bagi kedua-dua buah cerun batuan terletak di luar kawasan berlorek berbahaya (*Red Zone*). Paparan pengkonturan keamatan tinggi menunjukkan ke semua cerun batuan tersebut berada dalam keadaan stabil dan selamat.

Batu granit di tapak ini memperlihatkan tiga set kekar yang bersilang antara satu sama lain. Kekar ini wujud dalam set ketakselajaran yang mempunyai orientasi yang hampir sama. Tiga set kekar ini bermiring secara hampir dalam arah Barat laut – Barat daya, Utara – Selatan dan Timur – Barat.

Berdasarkan daripada kedua-dua keputusan, dapatlah ditaksirkan bahawa kedua-dua cerun batuan tersebut berada dalam keadaan stabil dan selamat dan tidak memerlukan sebarang kaedah pengukuhan buat masa ini. Keadaan ini mungkin akan berubah berikutan dari kesan faktor-faktor lain seperti air bumi, luluhawa dan gempa bumi.

Perbezaan nilai yang dipaparkan oleh kedua-dua pengelasan ini mungkin berpunca daripada kerencaman perkadaran jarak antara kekar. Perkadaran jarak antara kekar oleh pengelasan Bieniawski boleh dikatakan terlalu ringkas berbanding dengan sistem pengelasan Laubscher yang lebih teliti dan mendalam. Tambahan pula sistem pengelasan Laubscher meneliti keadaan kekar dengan lebih terperinci berbanding dengan sistem pengelasan Bienawski. Ini kerana sistem Laubscher adalah untuk tujuan pembinaan terowong manakala sistem Bienawski adalah untuk tujuan pembinaan cerun. Faktor-faktor ini mungkin menyebabkan keputusan pengelasan jisim batuan yang berbeza.

Jadual 2 : Perbezaan Pengelasan Sistem Bienawski dan Sistem Laubscher pada Cerun B

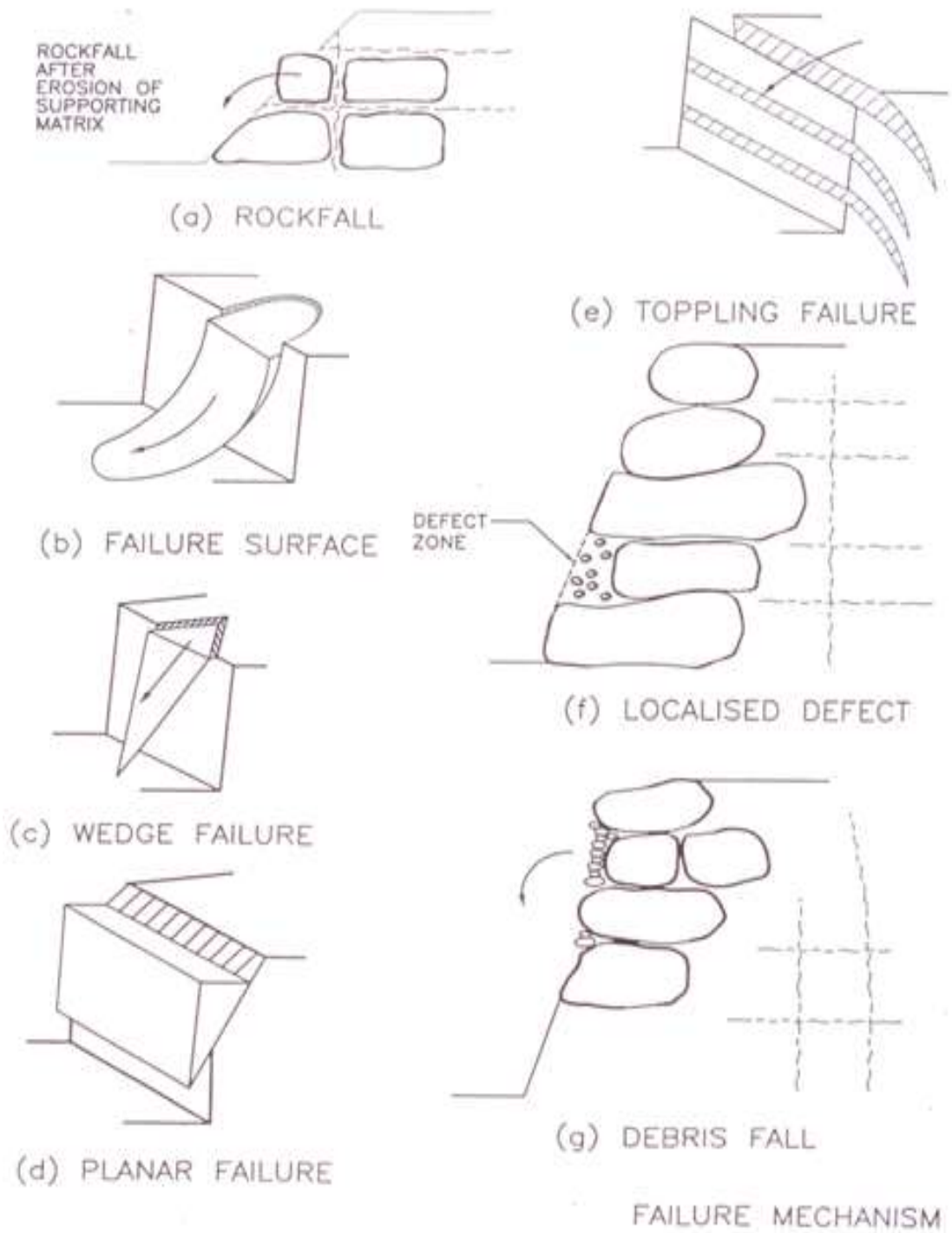
Pengelasan Bienawski : Cerun B

Bil	Parameter	30 meter pertama	30 meter ke-2	30 meter ke-3	30 meter ke-4	Purata keseluruhan
1	Bacaan Schimdt Hammer	40.8	39.6	33.4	38.7	
	UCS (MPa)	76.0	76.0	52.0	72.0	69.0
	Rating	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
2	RQD	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	Rating	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
3	Jarak antara kekar (m)	3.3	2.5	3.0	2.72	
	Rating	20.0	15.0	20.0	20.0	18.8
4	Keadaan kekar	Kasar	20.0	20.0	20.0	20.0
	Rating	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
5	Keadaan air tanah	Kering	Kering	Kering	Kering	Kering
	Rating	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
	Jumlah Rating	92.0	87.0	92.0	92.0	90.8

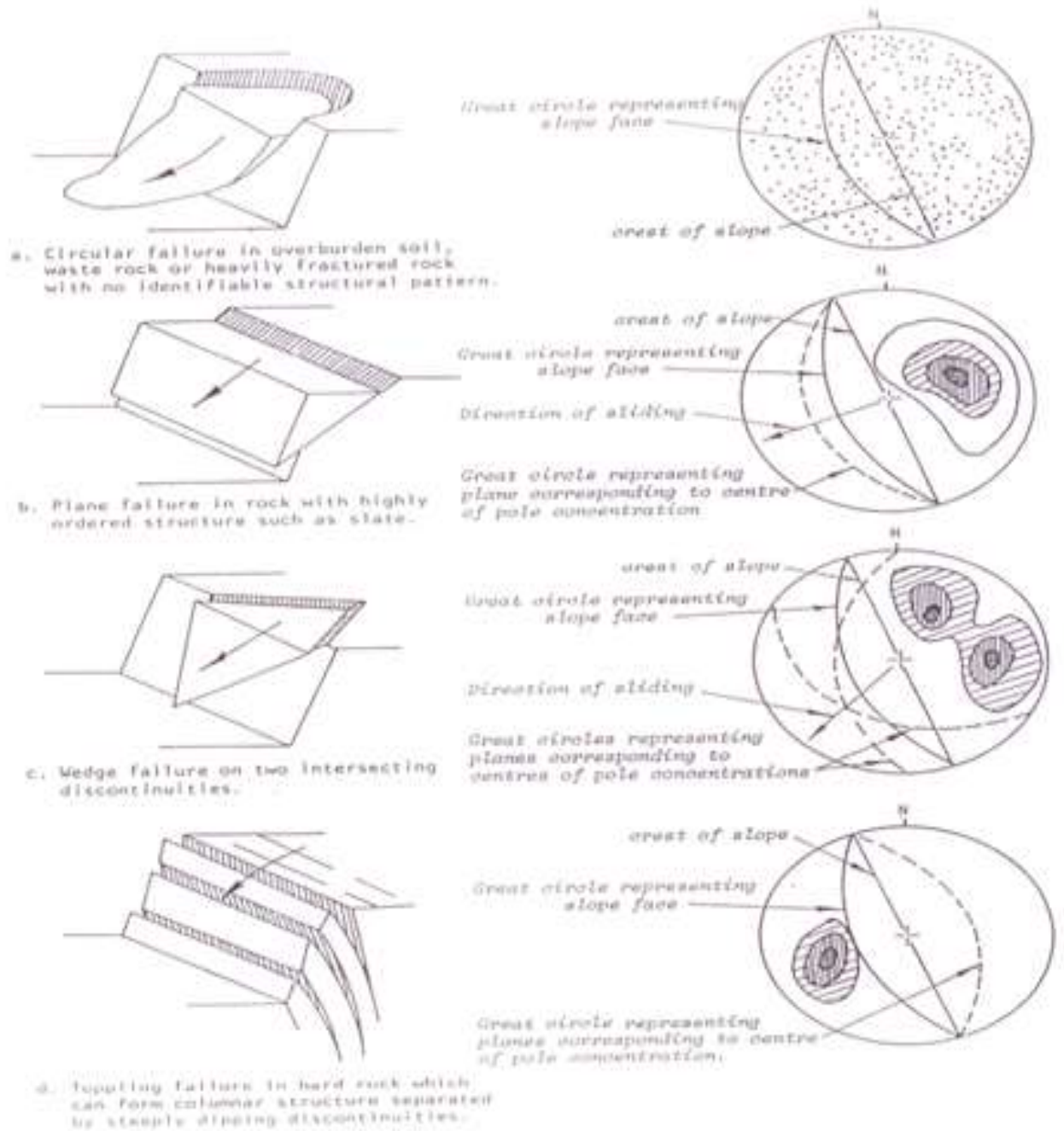
Pengelasan Laubscher : Cerun B

Bil	Parameter	30 meter pertama	30 meter ke-2	30 meter ke-3	30 meter ke-4	Purata keseluruhan
1	Bacaan Schimdt Hammer	40.8	39.6	33.4	38.7	
	UCS (MPa)	76.0	76.0	52.0	72.0	69.0
	Rating	8.0	8.0	6.0	6.0	7.0
2	RQD	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	Rating	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
3	Jarak antara kekar (m)	3.3	2.5	3.0	2.72	
	Rating	25.0	25.0	23.0	23.0	24.0
4	Keadaan kekar termasuk air tanah	Kering	Kering	Kering	Kering	Kering
	Rating	36.6	26.5	27.0	28.4	27.1
	Jumlah Rating	74.6	74.54	71.0	72.37	73.1

Rajah 5 : Contoh kegagalan cerun batuan



Rajah 7 : Jenis-jenis kegagalan utama cerun batuan dan plotan streografik untuk keadaan struktur yang mungkin akan menyebabkan kegagalan



5.0 KESIMPULAN DAN CADANGAN

Dari hasil kajian yang telah dijalankan, beberapa kesimpulan boleh dibuat mengenai tapak kajian :

1. Pengelasan jisim batuan yang dibuat di kawasan kajian iaitu dua permukaan cerun batuan secara bertentangan di KM 173.7 di Lebuhraya Utara - Selatan berada dalam kelas 1 (sangat baik) berdasarkan sistem pengelasan Bienawski dan kelas 2 (baik) berdasarkan sistem pengelasan Laubscher.
2. Keseluruhan cerun berada dalam kawasan stabil berdasarkan plotan di atas jaring stereografik dan jenis kegagalan jika ianya berlaku ialah jenis kegagalan baji. Ramalan kegagalan cerun ini boleh diperolehi daripada pemelotan sudut kecondongan dan arah kecondongan kekar serta pengkonturan di atas jaring stereografik.
3. Wujud tiga set orientasi kekar pada batuan granit adalah bersilang antara satu sama lain. Kekar ini hadir dalam bentuk set ketakselajaran dengan setiap set mempunyai orientasi yang sama. Tiga set kekar ini bermiring secara hampir dalam arah Barat laut – Barat daya, Utara – Selatan dan Timur – Barat.

Antara cadangan yang disyorkan adalah seperti berikut :

1. Kajian kestabilan cerun di Lebuhraya Utara - Selatan merupakan satu kajian yang menarik dan baik untuk pelajar lain yang berminat bagi tujuan kajian ilmiah seperti ini. Oleh kerana kajian ini merupakan kali pertama dijalankan di kawasan ini, kajian susulan yang seterusnya boleh dijalankan ke atas cerun batuan di tapak yang sama pada masa hadapan sebagai lanjutan atau perbandingan dengan kajian ini.
2. Dari kajian yang dilakukan terhadap kedua-dua buah cerun batuan di KM 173.7 lebuhraya Utara - Selatan, didapati bahawa kedua-dua cerun berada dalam keadaan baik, namun begitu penyelenggaraan yang baik dan berterusan dari masa ke semasa oleh pihak PLUS perlu dibuat bagi menjamin kestabilan cerun batuan bagi jangka masa yang panjang.

RUJUKAN :

- [1] Tajul Anuar Jamaluddin, 2010. Geologi Kejuruteraan Lebuhraya Timur-Barat, Semenanjung Malaysia – Penekanan terhadap kegagalan cerun batuan. *Buletin Persatuan Geologi Malaysia*, No. 29, 207 - 245
- [2] Ng T. F., July 2014. Joint Spacing In Granitic Rocks of Eastern Kuala Lumpur Area. *Peninsular Malaysia. Buletin Persatuan Geologi Malaysia*, No. 35, 157 – 168
- [3] Hoek, E & Bray, 2012. *Rock Slope Engineering*, London : The Institution of Mining & Metallurgy, 358 hlm.
- [4] Bieniawski, 2013. *Engineering Rock Mass Classification*. New York : John Wiley & Sons. Ltd, 251 hlm.
- [5] Bieniawski, 2012. The Geomechanics Classification in Rock Engineering Application. *Int. Cong. Rock, Mech, ISRM, Montreux*, Vol . 2.