

Bio-Kejuruteraan Cerun

**KM 11 dan KM 16, Laluan 8,
Jalan Bentong – Raub, Pahang Darul Makmur**

Oleh: En. Saffean bin Baharuddin

PENGENALAN

Pelaksanaan kerja kajian secara bio-kejuruteraan cerun dengan penanaman pokok sesuai pada permukaan cerun potongan di kilometer 11 dan kilometer 16, Laluan 8, Jalan Bentong – Raub, Pahang Darul Makmur telah dilakukan secara bersama dengan pihak Institut Sains Biologi Universiti Malaya dan juga penglibatan bantuan bersama pihak JKR Daerah Bentong. Kerja kajian secara bio-kejuruteraan cerun ini merupakan yang pertama dilakukan oleh Unit Kajian dan Pembangunan, Cawangan Kejuruteraan Cerun (R&D, CKC).

Kos projek sebanyak RM 85,750.00 telah diagihkan kepada syarikat kontraktor (yang dikenalpasti pihak Universiti Malaya) bagi urusan melaksanakan proses penyediaan benih, bahan sokongan bio-kejuruteraan dan seterusnya kerja penanaman pokok serta penyeliaannya. Tempoh masa kerja kajian ini yang dicadangkan dan dipersetujui adalah selama dua tahun.

OBJEKTIF KAJIAN

Objektif adalah untuk mengenalpasti dan menilai kesesuaian dua jenis spesies pokok yang telah dipilih, adakah ianya sesuai terhadap jenis batuan sedimen (keadaan separa berbatu) yang terdapat di kawasan berkenaan. Ianya juga bagi menilai perilakunya kesan gejala proses hakisan terhadap permukaan cerun, dan di samping itu juga mengembalikan semula situasi berlandskap berpemandangan dengan dilitupi oleh rimbunan hijau tumbuhan spesies pokok yang ditanam serta dengan kepelbagaian spesies pokok lain yang mendatang.

Hasil pengenalpastian ini juga nanti boleh digunakan sebagai suatu sumber rujukan untuk digunapakai dalam penyediaan dokumen Panduan Kerja Bio-kejuruteraan Cerun yang akan diterbitkan. Dan juga tidak terkecuali sebagai aktiviti program penghijauan semula cerun-cerun potongan yang dibina.

KAEDAH KAJIAN (GEOLOGI DAN PENANAMAN POKOK)

Geologi Kawasan

Lokasi permukaan cerun yang dipilih untuk ditanam spesies pokok adalah merupakan kawasan yang dilitupi oleh jenis batuan sedimen. Batuan sedimen berjenis syal yang terdapat di sini didapati menunjukkan ciri kandungan mineral berbeza, iaitu syal biasa dengan warna kuning-kecoklatan dan syal bergrafit yang berwarna hitam. Batuan sedimen pada permukaan cerun yang dipotong telah mengalami proses luluhawaan tinggi hingga keseluruhan terluluhawa (decomposed rock).

Pembinaan potongan cerun di sini juga telah dibentuk oleh tiga berm hingga lima berm, dengan ketinggian berm sekitar 6 meter dan lebar berm sekitar 1.2 meter. Manakala sudut kecondongan muka cerun antara 50 hingga 60 darjah.

Penanaman Pokok

Dua jenis spesies pokok yang ditanam adalah legum dan melastoma. Setiap jenis spesies pokok tumbuhan ini adalah ditanam dengan kaedah yang berbeza. Kaedah penanaman legum dilakukan secara konvensional pada kawasan batuan syal biasa, serta dibantu untuk tumbuh menjalar ke atas 'chain-link' dan juga menjalar ke atas gentian sabut kelapa. Manakala bagi spesies melastoma pula telah disemai dalam gentian sabut kelapa dan ditanam pada lubang yang digali dalam sistem bentuk grid dengan jarak satu meter pada kawasan batuan syal bergrafit. Sejumlah 2000 anak semaian melastoma ditanam pada kawasan batuan syal bergrafit ini.



Benih legum dan anak melastoma yang ditanam pada batuan syal berkarbon. Legum ditanam secara konvensional dengan bantuan 'chain-link' dan hamparan sabut kelapa, manakala anak melastoma disalut dengan sabut kelapa.





KEJURUTERAAN CERUN



Legum ditanam secara konvensional pada cerun jenis batuan syal biasa serta dengan bantuan 'chain-link'.

Kawasan permukaan cerun potongan yang ditanam dengan jenis legum secara konvensional seluas 6,748 m², dibantu tumbuh menjalar pada gentian kelapa seluas 216 m², dan dibantu tumbuh menjalar pada 'chain-link' seluas 144 m². Penyemaian campuran benih legum dibuat pada lubang parit yang digali sedalam 7-9 cm secara manual menggunakan cangkul, dengan ketumpatan benih disemai 60 gm setiap meter. Kandungan campuran benih legum terdiri daripada 2 kg Centrosema, 2 kg Calopogonium, 2 kg Pueraria, 6 kg batuan phosphate, dan 10 gm Rhizobium Culture.

PEMERHATIAN LAPANGAN

Pemerhatian kemajuan kerja kajian oleh Unit R&D, CKC dilakukan dengan membuat lawatan tapak serta pengambilan gambar untuk mengetahui perkembangan kemajuan projek. Ianya dapat diperhatikan pada gambar di bawah.



Pemantauan terhadap penanaman spesies Legum ditanam secara bantuan 'chain-link' dan juga hampanan fiber sabut kelapa.



Penilaian dan pengukuran sifat biologi spesies tumbuhan yang ditanam.



KESIMPULAN DAN PENEMUAN HASIL KAJIAN

Berdasarkan kepada pemerhatian yang dilakukan sepanjang tempoh kajian, penanaman pilihan spesies pokok yang dilakukan pada peringkat awal (tiga bulan pertama selepas proses penanaman) didapati berjaya tumbuh dengan subur.

Walaupun bagaimanapun, selepas enam bulan perkembangan tumbesaran spesies pokok didapati terganggu. Ini dapat diperhatikan kerana kurangnya kerja penyeliaan awal yang sepatutnya dilakukan oleh pihak pelaksana projek (kontraktor terbabit).

Pemerhatian seterusnya selepas itu (setahun selepas tempoh masa penanaman), didapati kesan penumbuhan penanaman spesies pokok di kawasan kajian adalah berkeadaan seperti terbantut dan menuju ke arah untuk ketahap kegagalan. Ini dapat dirumuskan sebagai tiadanya langsung penyeliaan berterusan yang sepatutnya dilaksanakan oleh pihak kontraktor yang ditugaskan.

Semasa lawatan pada tempoh masa sekitar dua tahun selepas kerja penanaman, adalah didapati kedua-dua spesies pokok yang ditanam masih hidup, iaitu terus bertahan tetapi menunjukkan proses perkembangan tumbesaran secara perlahan, walaupun dalam keadaan yang terbiar tanpa proses penyeliaan dan bantuan sepatutnya. Dan ini menunjukkan bahawa spesies pokok pilihan yang ditanam di kawasan kajian adalah sesuai dan mampu untuk tumbuh hidup secara terbiar sendirian. Proses perkembangan ini dapat dilihat pada gambar di belakang.

KEJURUTERAAN CERUN



Pokok Legum telah tumbuh serta menjalar sehingga ke tengah paras cerun dalam keadaan bertahan, akibat kurang penyeliaan.



Pokok legum didapati menjalar dan tumbuh lebih panjang. Terdapat spesies pokok lain yang tumbuh bersama. Pertumbuhan pokok melastoma juga adalah stabil.



Pokok melastoma yang tumbuh di batuan syal bergrafit dan semakin membesar.



Penilaian Kemerbahayaan Cerun Batuan di Jalan Inderaloka (FT159) Pulau Langkawi, Kedah

PENGENALAN

Bahagian Kejuruteraan Cerun (BKC) dipertanggungjawab mengurus dan memantau keselamatan cerun-cerun jalan persekutuan di seluruh Malaysia. Bagi memenuhi tanggungjawab tersebut, BKC telah dan sedang menjalankan kerja-kerja cerapan dan inventori data-data cerun dalam membina dan melengkapkan pangkalan data cerun negara. Lokasi, koordinat dan maklumat cerun-cerun yang wujud akan direkod dan dipetakan menggunakan perisian yang dimajukan berasaskan perisian ArcGIS, antaranya "Slope Management And Risk Tracking (SMART)", "Integrated Slope Information System (ISIS)" dan "Digital Incident Proforma (DIP)". Berasaskan data dan analisis yang terkumpul, siri Laporan Peta Bahaya Cerun Bagi Jalan-Jalan Persekutuan diterbitkan.

Dalam sistem yang dimajukan ini, cerun-cerun yang mempunyai singkapan batuan melebihi 30% pada permukaannya dikelaskan sebagai cerun batuan. Cerun-cerun batuan ini seterusnya dibuat penilaian bagi memastikan sifat-sifat geologi dan potensi kegagalannya.

Pulau Langkawi, sebuah pulau pelancongan utama negara yang perlu mempunyai jaringan sistem jalanraya terbaik dan selamat digunakan oleh pelancong dan rakyat, telah melalui proses ini. Beberapa cerun yang bahaya dan berisiko tinggi telah dikenalpasti. Dengan itu BKC telah menjalankan pemetaan geologi dan survey kejuruteraan terperinci bagi menilai tahap kemerbahayaan cerun-cerun berkenaan. Cadangan teknikal serta rekabentuk tebatan atau pengukuhan yang perlu dilaksanakan bagi penstabilannya juga telah dicadangkan.

KAEDAH KERJA

Langkah-langkah pelaksanaan kerja bagi mencapai matlamat ini adalah:

- Semakan data sedia ada (desk study) bagi mendapatkan maklumat serta geologi kawasan yang dikaji.

- Pemetaan geologi kejuruteraan terperinci dan menghasilkan peta geologi kejuruteraan tapak.
- Ujian Kekuatan Batu ('Point Load Test' dan 'Schmidt Hammer').
- Survey Topografi Kejuruteraan Terperinci.
- Analisa kinematik struktur geologi dan ketakselajaran batuan menggunakan kaedah unjuran sfera (stereonet).
- Cadangan kaedah tebatan/pengukuhan dan lukisan rekabentuk konsep.
- Anggaran perbelanjaan tebatan/pengukuhan kegagalan cerun batuan.

a) Semakan Data

Semakan data (desk study) dilakukan bagi mendapatkan maklumat-maklumat awal kawasan kajian melalui laporan penyiasatan tanah (SI), peta geologi, peta topografi, foto udara, hidrologi dan rekod pembinaan di kawasan berhampiran.

b) Pemetaan Geologi

Pemetaan geologi melibatkan cerapan sifat-sifat kejuruteraan geologi batuan dan parameter cerun yang telah dilaksanakan. Aktiviti ini adalah meliputi:

- Pemetaan geologi am kawasan.
- Penandaan pengenalan (ID) dan jajaran cerun.
- Pemetaan geologi kejuruteraan dan pencerapan data ketakselajaran batuan menggunakan 'Geology And Rock Proforma'.
- Pengukuran topografi kejuruteraan.

c) Ujian Kekuatan Batu

Dua jenis ujian kekuatan batu yang telah dijalankan dalam kajian ini ialah:

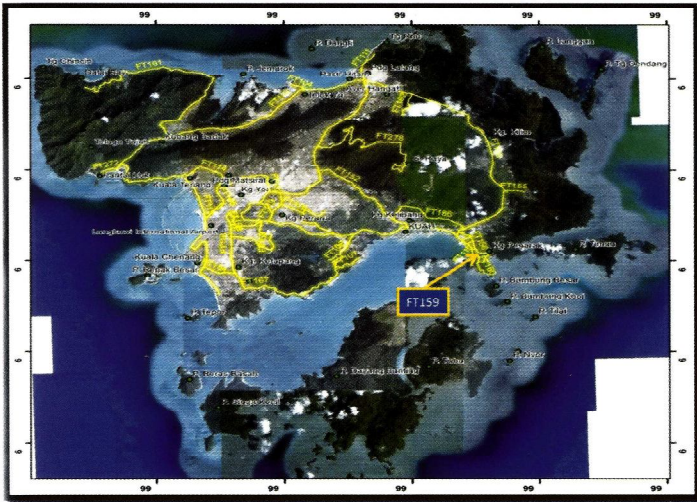
- Ujian beban titik, dan
- Ujian Schmidt Hammer.

KEJURUTERAAN CERUN



LATARBELAKANG TAPAK

Dari proses verifikasi yang telah dijalankan, terdapat lima cerun batuan berisiko dikenal pasti di Pulau Langkawi yang mana dua daripadanya terletak di Jalan Inderaloka (FT159) di bahagian tenggara pulau ini (Rajah 1). Cerun FT159/0/037/C/L telah dikenal pasti untuk dilaksanakan proses siasatan dan penstabilan selanjutnya (Rajah 2) dengan maklumat geometrinya seperti dalam Jadual 1.



Rajah 1:
Jajaran jalan FT159 di Pulau Langkawi
(sumber Geologi Maps).

Jadual 1: Maklumat dan geometri cerun berisiko di jalan Inderaloka Pulau Langkawi

Bil.	Lokasi	ID cerun	Panjang/tinggi (m)	Jenis batuan	Kedudukan koordinat
1	FT159, Jalan Inderaloka	0/037/C/L	155/15	Granit	6 18' 15.79"U 99 51' 29.21"T

PENILAIAN KESTABILAN CERUN

Penilaian kestabilan cerun FT159/0/037/C/L secara stereografik menggunakan data ketakselajaran batuan telah melalui prosedur berikut:

- Memplot kutub atau orientasi (miring dan arah miring) ketakselajaran dalam bentuk stereografik menggunakan perisian DIP.
- Memplot aspek fitur iaitu orientasi muka cerun
- Memplot bulatan sudut geseran. Dalam kajian ini, sudut geseran yang digunakan adalah 35° untuk batuan granit.



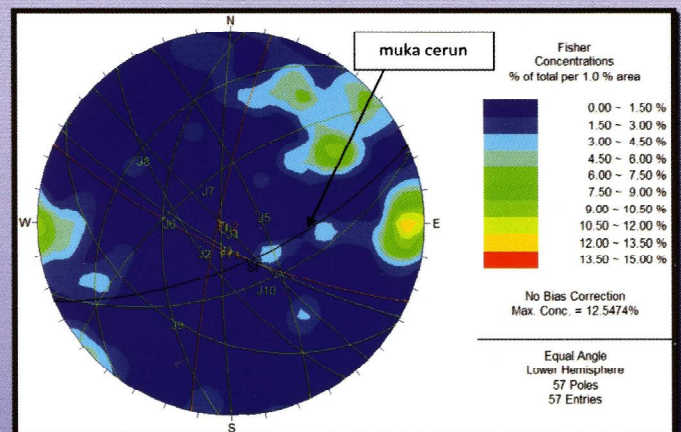
Rajah 2:
Cerun FT159/0/037/C/L yang terdiri dari batu granit.

PENILAIAN KESTABILAN CERUN

Penilaian kestabilan cerun FT159/0/037/C/L secara stereografik menggunakan data ketakselajaran batuan telah melalui prosedur berikut:

- Memplot kutub atau orientasi (miring dan arah miring) ketakselajaran dalam bentuk stereografik menggunakan perisian DIP.
- Memplot aspek fitur iaitu orientasi muka cerun
- Memplot bulatan sudut geseran. Dalam kajian ini sudut geseran yang digunakan adalah 35° untuk batuan granit.

Hasil dari pengukuran di lapangan dan plot ketakselajaran batuan granit terluluhawa sederhana pada cerun ini dan analisa kinematik, adalah didapati muka cerun ini adalah $66^\circ/156^\circ$. Plot stereografik ketakselajaran mendapati cerun ini mempunyai 12 set ketakselajaran utama pada jajaran CH 00 - 60 (Jadual 2) yang terdiri daripada fitur kekar dan sesar (Rajah 3). Dua mod kegagalan dapat diperhatikan pada CH00 - CH10 iaitu kegagalan satah dan baji yang telah dianalisa lebih lanjut.



Rajah 3:
Plot data muka cerun dan ketakselajaran batuan cerun
FT159/0/037/C/L.



KEJURUTERAAN CERUN

Jadual 2: Ringkasan maklumat analisis ketakselajaran batuan cerun FT159/0/037/C/L (CH00 - CH60).

Set Kekar (J)	Purata Orientasi (miring/arah miring)(°)	Set Kekar (J) / Set Sesar (Ft)	Purata Orientasi (miring/arah miring)(°)
J1	84°/270°	J7	62°/322°
J2	66°/234°	J8	28°/306°
J3	76°/209°	J9	29°/212°
J4	86°/225°	J10	52°/158°
J5	73°/066°	Ft	74°/204°
J6	51°/274°	Ft	82°/282°

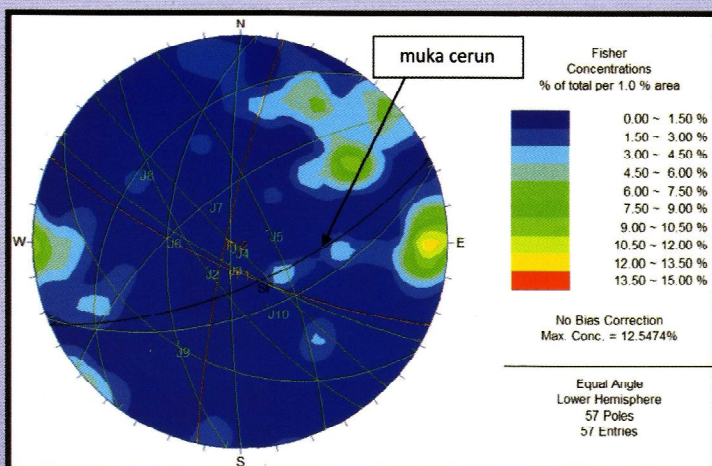
KEPUTUSAN ANALISIS KINEMATIK KESTABILAN

Rajah stereografik (Rajah 3) dianalisa lebih lanjut bagi mendapatkan kepastian dan maklumat potensi mod kegagalan satah dan baji.

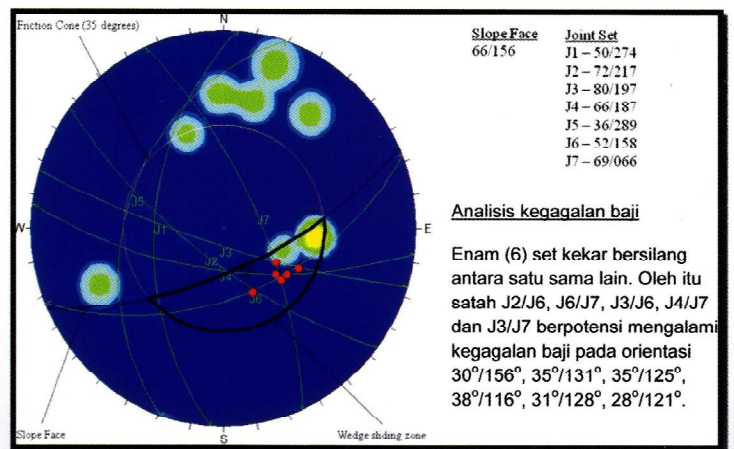
Dua analisa kinematik mod kegagalan telah dilaksanakan pada data ketakselajaran batuan cerun ini iaitu mod kegagalan satah dan mod kegagalan baji (Rajah 4 dan Rajah 5).

KAEDAH TEBATAN / PENGUKUHAN

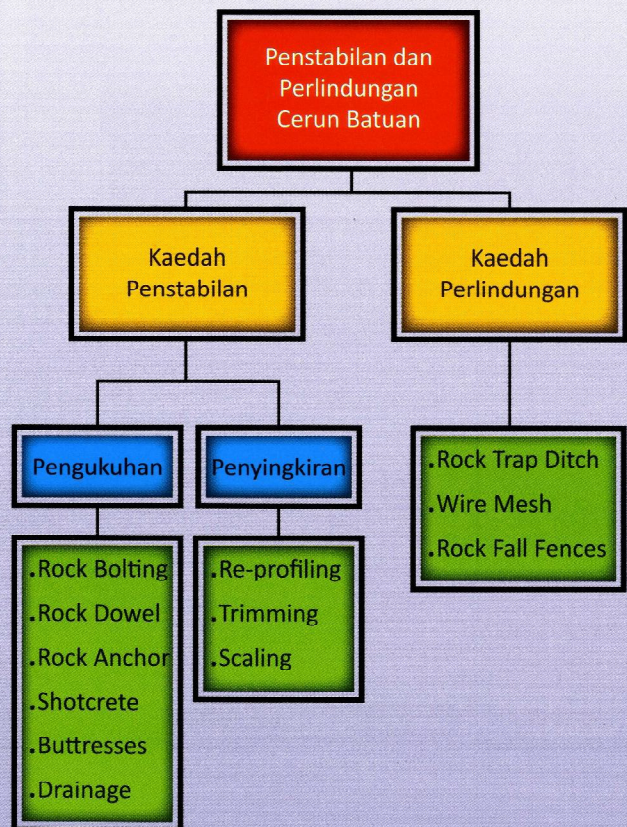
Terdapat banyak jenis dan kaedah tebatan yang boleh digunakan pada cerun batuan dan kesesuaiannya adalah bergantung kepada mod kegagalan yang dikenalpasti dan keadaan fizikal seperti tahap luluhawanya, kekar, rekahan dan lain-lain. Kaedah penstabilan cerun batuan boleh dibahagikan kepada tiga kategori iaitu pengukuhan, penyingkiran dan perlindungan (Rajah 6 dan Rajah 7).



Rajah 4: Analisa mod kegagalan satah bagi cerun FT159/0/037/C/L.



Rajah 5: Analisa mod kegagalan baji bagi cerun FT159/0/037/C/L.



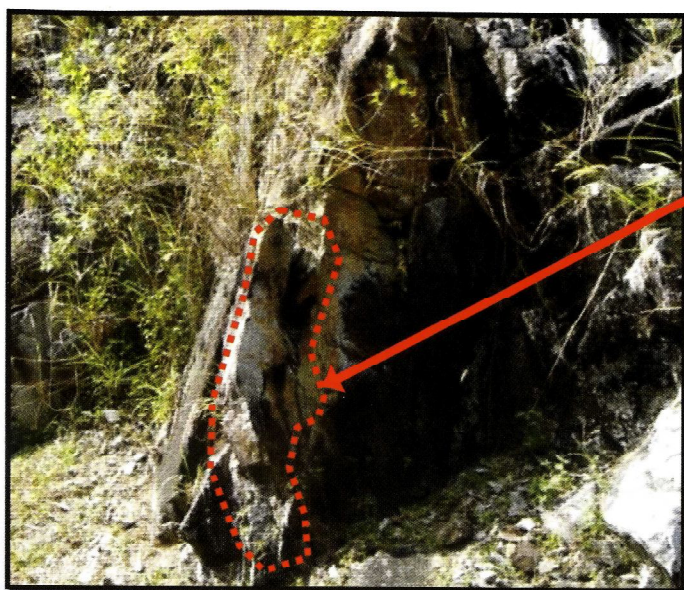
Rajah 6: Kaedah umum kategori penstabilan dan perlindungan cerun batuan.

KESIMPULAN

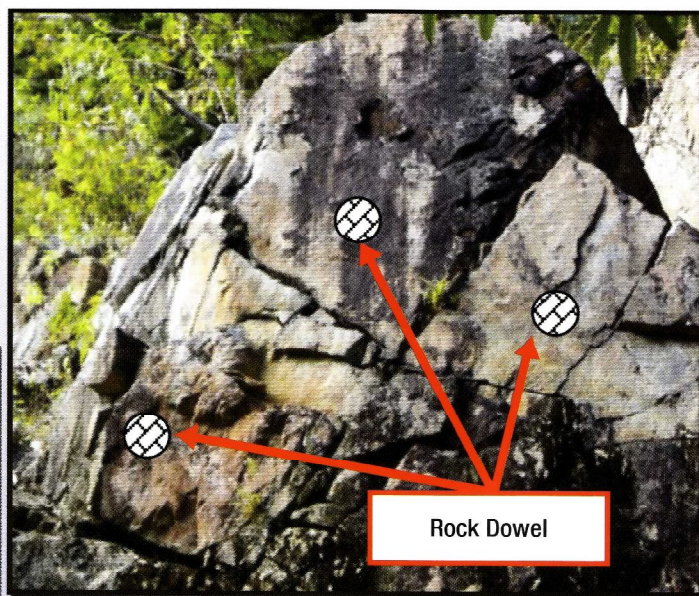
Dari siasatan kajian yang telah dijalankan didapati cerun FT159/0/037/C/L terdiri dari batuan granit porfiritik dengan gred luluhawa II - III. Zon sentuhan batu marmar dan granit kelihatan pada cerun ini.

Potensi kegagalan dijangka berlaku di sepanjang garis ketakselajaran utamanya yang didominasi oleh fitur kekar dan sesar.

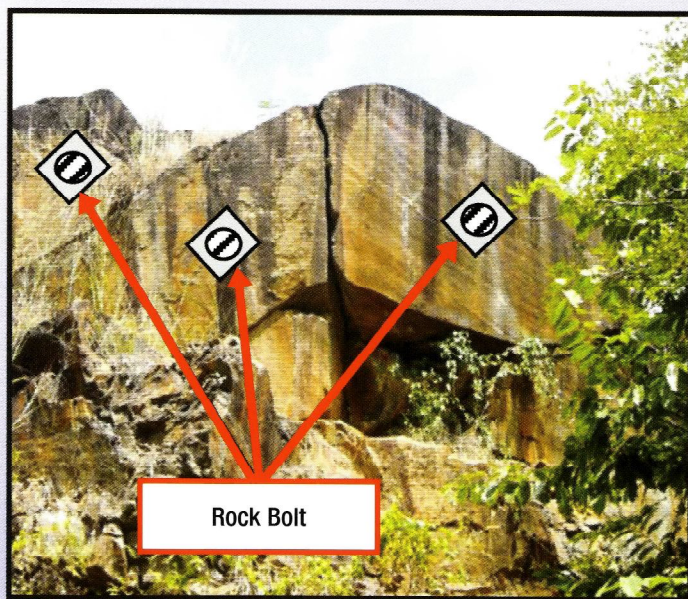
KEJURUTERAAN CERUN



Blok batu longgar
yang perlu
disingkirkan/ditanggalkan



Rock Dowel



Rock Bolt



Kawasan kosong yang
perlu dirawat

