



P A N D U A N K E R J A BIO-KEJURUTERAAN C E R U N

Disediakan oleh

**Unit Kajian dan Pembangunan
Cawangan Kejuruteraan Cerun (CKC)
Ibu Pejabat JKR Malaysia, Kuala Lumpur**

Jun 2012

PENGHARGAAN

Panduan Kerja Bio-kejuruteraan Cerun ini disediakan adalah bertujuan memberi panduan dan sebagai rujukan untuk digunapakai dalam kerja penanaman spesies tumbuhan di kawasan cerun potongan. Kaedah berkonsepkan secara Bio-Kejuruteraan, digunakan sepenuhnya dalam kerja pemulihan cerun potongan yang gondol berkeadaan separa berbatu dan mudah terhakis. Keadaan ini kebiasaannya adalah sukar untuk ditumbuhi oleh tumbuhan pokok secara tersendiri. Akan tetapi ianya boleh bertukar menjadi satu proses pertumbuhan yang subur dan menghasilkan keadaan suasana penghijauan semula kepada cerun berkenaan melalui kaedah bersesuaian.

Unit Kajian dan Pembangunan, Bahagian Kejuruteraan Cerun merakamkan penghargaan dan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat samada langsung ataupun tidak dalam memberi sumbangan sehingga Panduan Kerja ini dapat disiapkan. Mereka yang terlibat secara langsung dalam penyediaan Panduan Kerja ini adalah terdiri daripada, Dr. Che Hassandi B. Abdullah, Saffen B. Baharuddin, Azmi B. Mohd Saaid dan juga Mohd Azhari B. Ibrahim.

Panduan Kerja Bio-Kejuruteraan Cerun ini merupakan satu hasil kerja yang telah dijalankan ke atas beberapa lokasi pilihan mengikut tatacara kerja yang bersistematik dalam pengendalian kerja dan pengurusan secara Bio-Kejuruteraan yang bersepadu, bagi proses kerja pemuliharaan cerun dan juga untuk mengembalikan suasana penghijauan semula cerun potongan yang dibina.

Pengarah

Bahagian Kejuruteraan Cerun

	ISI KANDUNGAN	MUKA SURAT
	PENGHARGAAN	i
	ISI KANDUNGAN	ii
	PRAKATA	iii
1.0	PENDAHULUAN	1
	1.1 Definasi	1
	1.2 Objektif	2
	1.3 Skop Panduan Kerja Bio-Kejuruteraan	2
2.0	PROSEDUR UMUM KERJA BIO-KEJURUTERAAN	3
	2.1 Kepelbagaian Litologi	3
	2.2 Masa Penanaman	3
	2.3 Bahan Sokongan Bio-Kejuruteraan	4
	2.4 Penyediaan Penanaman	4
3.0	PERSAMPELAN DAN INVENTORI SPESIES	7
	3.1 Persampelan dan Analisa Makmal	8
	3.2 Inventori dan Pemilihan Spesies di Lokasi	8
4.0	KERJA-KERJA FIZIKAL	10
	4.1 Rekabentuk Landskap Penanaman	10
	4.2 Pemilihan Bahan Sokongan	10
	4.3 Penyediaan Tapak Semaian	12
5.0	KAEDAH PENANAMAN	14
6.0	PENYIRAMAN DAN PEMBAJAAN	17
7.0	PEMANTAUAN DAN PENYELENGGARAAN	20
8.0	HASIL KAJIAN (KES KAJIAN YANG DIBUAT)	21
9.0	ULASAN DAN PERBINCANGAN	25

PRAKATA

Panduan Kerja Bio-Kejuruteraan Cerun ini disediakan sebagai garis panduan kearah meningkatkan lagi keberkesanan dan pemahaman mengenai teknik serta konsep Bio-Kejuruteraan yang perlu dipraktikkan di tapak dalam kerja-kerja pemuliharaan dan kestabilan cerun. Panduan Kerja Bio-Kejuruteraan Cerun ini juga diharap dapat membantu dalam membuat pemilihan kaedah yang sesuai untuk pelaksanaan kerja yang berkaitan dalam bidang ini.

Di samping itu juga, penggunaan kaedah Bio-Kejuruteraan cerun perlu digunakan secara lebih meluas, sebagai suatu langkah alternatif dalam kerja pembaikan dan pemuliharaan cerun potongan. Semoga pelaksanaan kaedah ini akan menghasilkan kejayaan yang lebih bermakna dalam sesuatu projek baikpulih yang dilaksanakan, selain daripada kaedah konvensional sediaada yang dijadikan sebagai rujukan dan panduan.

PANDUAN KERJA BIO-KEJURUTERAAN CERUN

*Oleh
Unit Kajian dan Pembangunan
Bahagian Kejuruteraan Cerun, Ibu Pejabat JKR, Kuala Lumpur.*

1.0 PENDAHULUAN

Adalah menjadi sesuatu yang tidak dapat dielakkan, di mana sekiranya projek kejuruteraan awam seperti pembinaan jalan raya di kawasan hutan, ataupun yang terpaksa melalui kawasan perbukitan dan pergunungan yang dilaksanakan, sudah tentu sedikit sebanyak akan menjejaskan keadaan semulajadi landskap muka bumi di kawasan berkenaan. Kerja-kerja pengorekan, pemotongan yang melibatkan isipadu tanah yang besar boleh menyumbangkan kepada fenomena berlaku tanah runtuh dan pencemaran tanah atau gangguan alam sekitar. Kaedah kerja Bio-Kejuruteraan cerun adalah merupakan salah satu alternatif kaedah penyelesaian bagi mengurangkan kesan terhadap permasalahan kestabilan cerun, dan seterusnya menghijaukan semula muka cerun yang gondol akibat daripada pemotongan cerun bukit semasa pembinaan jalan raya. Ianya bukan sahaja terhad kepada aspek teknikal malah merangkumi aspek estetik, ekologi dan juga ekonomi. Panduan Kerja Bio-Kejuruteraan Cerun ini juga adalah merupakan olahan daripada beberapa penemuan kajian atau hasil daripada kerja yang dilakukan dalam tempoh Projek Rancangan Malaysia Ke-9, oleh Unit Kajian dan Pembangunan, Bahagian Kejuruteraan Cerun, JKR Ibu Pejabat Kuala Lumpur.

1.1 Definasi

Bio-Kejuruteraan cerun adalah suatu kaedah yang dipraktikan di mana elemen kejuruteraan geoteknik serta penggunaan perkara berkaitan tumbuhan digabungkan bersama untuk memantapkan kerja baikpulih atau penstabilan terhadap sesuatu pembinaan struktur cerun potongan yang dibina. Unsur-unsur tumbuhan juga akan menambahkan lagi nilai estetik dan landskap. Pada masa yang sama ia juga memberikan

kekuatan dan perlindungan serta mencegah gejala hakisan pada bahagian permukaan cerun yang terdedah.

1.2 Objektif

Mengenalpastikan akan jenis spesies tumbuhan yang dipilih dan ditanam adalah berdaya tahan serta tumbuh subur pada muka cerun yang berpelbagaian keadaan litologi serta cuaca, tanpa memerlukan kerja pemantauan berpanjangan, bagi proses penghijuan semula dan meningkatkan tahap kestabilan cerun.

Antara lainnya objektif adalah :-

- mengurangkan aktiviti hakisan dan penghasilan bahan sedimen
- mengurangkan kawasan terdedah
- meningkatkan daya aesthetik
- memperkayakan persekitaran luaran
- meningkatkan kestabilan binaan

Di samping itu juga, hasil dan rumusan yang akan diperolehi melalui pelaksanaan kaedah kerja Bio-Kejuruteraan cerun ini, adalah dapat dipastikan spesies-spesies tumbuhan, serta bahan bantuan Bio-kejuruteraan berkenaan adalah sesuai untuk digunapakai, dan boleh membantu supaya spesies pokok tumbuhan itu dapat tumbuh dengan baik, dalam jenis-jenis batuan tertentu di kawasan muka cerun potongan atau gondol yang terdedah, tanpa kerja-kerja penyelenggaraan intensif yang berterusan pada tempoh masa yang agak lama.

1.3 Skop Panduan Kerja Bio-Kejuruteraan

Panduan Kerja Bio-Kejuruteraan ini dihasilkan berdasarkan kajian yang dibuat oleh Unit Kajian dan Pembangunan Bahagian Kejuruteraan Cerun (BKC) JKR. Kajian dilakukan pada permukaan cerun potongan berbatu dan separa berbatu (luluhawa gred IV hingga gred VI) di beberapa lokasi tapak yang dipilih, serta mewakili juga pelbagaian jenis batuan yang terdapat di seluruh Semenanjung Malaysia.

Dokumen ini disediakan untuk dijadikan sebagai salah satu daripada kaedah alternatif yang boleh digunapakai dalam kerja-kerja yang melibatkan kestabilan cerun berbanding dengan kaedah konvensional yang biasa dipraktikkan.

Daripada pengamatan yang dibuat berdasarkan kajian yang telah dijalankan, adalah jelas menunjukkan kaedah-kaedah penanaman biasa kurang sesuai dipraktikkan pada permukaan cerun yang bermasalah. Maklumat dan rangka kerja yang dinyatakan dalam panduan ini, akan memberikan pendekatan bagi setiap permasalahan yang khusus dalam melaksanakan secara kaedah Bio-Kejuruteraan. Adalah juga diharapkan dokumen ini mampu menjelaskan proses pelaksanaan yang perlu diambil kira bagi tujuan kerja ini.

2.0 PROSEDUR UMUM KERJA BIO-KEJURUTERAAN

Sebelum memulakan proses kerja Bio-kejuruteraan cerun ini, terdapat beberapa faktor yang perlu difahami, dan ditentukan bagi memastikan pelaksanaan kaedah ini berjalan dengan lancar, antaranya ialah :-

2.1 Kepelbagaian Litologi

Kepelbagaian litologi berlainan yang ditemui dan berkeadaan seperti cerun berbatu, cerun bertanah atau cerun yang mempunyai campuran keduanya, adalah di antara situasi dan keadaan di mana kajian awal perlu dijalankan terlebih dahulu bagi memastikannya, seperti butiran yang terdapat di dalam Jadual 2.1.

2.2 Masa Penanaman

Kerja-kerja penanaman yang hendak dilaksanakan adalah sebaiknya mengikut tempoh masa yang bersesuaian bagi kawasan berkenaan. Data cuaca seperti taburan hujan tahunan sebelumnya seharusnya digunakan sebagai panduan bagi memilih masa penanaman yang sesuai. Biasanya kerja-kerja penanaman dilakukan ketika mempunyai taburan hujan yang sederhana tinggi, ia bergantung kepada data di kawasan yang terlibat, manakala kerja-kerja penyediaan tapak dilakukan pada musim kering. Walau bagaimanapun, pengaruh ini boleh diatasi dengan langkah program penyiraman yang intensif dan diatur mengikut kepada keperluannya.

2.3 Bahan Sokongan Bio-Kejuruteraan

Kawasan muka cerun yang curam dan tiada mempunyai lapisan tanah permukaan yang mencukupi untuk kerja penyemaian, adalah perlu menggunakan bahan bantuan Bio-kejuruteraan seperti 'coil-rolls', 'fibre-mat' atau sabut kelapa seperti di dalam Jadual 2.3. Pemilihan bahan sokongan adalah bergantung kepada keserasian dan bentuk muka bumi serta jenis batuan di kawasan cerun yang hendak ditanam. Penggunaan bahan sokongan ini adalah sebagai agen bagi membantu dan memastikan kelangsungan untuk boleh hidup sesuatu spesies tumbuhan yang ditanam.

2.4 Penyediaan Penanaman

Terdapat beberapa cara penyediaan penanaman yang biasa digunapakai dalam pelaksanaan kaedah Bio-Kejuruteraan ini. Sudut kecerunan, jenis batuan, dan cuaca setempat diambil kira untuk memilih cara penyediaan penanaman yang sesuai. Keterangan mengenai penyediaan penanaman adalah seperti yang dinyatakan dalam Jadual 2.4

BIL	LOKASI TAPAK	JENIS BATUAN
1	KM 16, Jalan Bentong – Lipis,	Batuan sedimen berjenis syal yang terdapat di sini menunjukkan ciri kandungan mineralnya berbeza, iaitu syal biasa dengan warna kuning-kecoklatan dan syal bergrafit yang berwarna hitam.
2	KM 36.2 Jalan Gerik – Jeli	Batuan Metamorfik yang mempunyai gred tinggi. 4 komponen batuan terdiri; - - filit - kuartza berbutiran halus sederhana - syis berhornblend - syis bermika
3	KM 23, Jalan Kuala Kubu Baru – Gap	Tanah granit dan bongkah granit yang terluluhawa tinggi
4	KM 12 Jalan Seremban – Kuala Klawang	Batuan granit terluluhawa tinggi yang mengandungi mineral kuartza, feldspar (Na plagioclase dan K feldspar), Mineral lain termasuk biotit, muscovit, amphibole dan mineral sampingan (mafik) yang terdapat dalam kuantiti yang kecil.
5	KM 20 Jalan Simpang Pulai – Cameron Highland	Batuan metamorfik yang terluluhawa tinggi berjenis syis kuarza dan berlapis dengan filit
6	KM 21 Jalan Cameron Highland – Gua Musang	Batuan metasedimen terluluhawa tinggi terdiri daripada pelapisan syal dan filit.

Jadual 2.1: Lokasi tapak kajian dengan kepelbagaian litologi

BIL	JENIS BAHAN SOKONGAN	KETERANGAN
1	Coil Roll 	➤ 'Coil-roll' pada permukaan bagi mengelakkan bahan-bahan nutrien dalam tanah tersebut mengalir keluar bersama aliran air ketika hujan lebat. Ini perlu bagi memastikan tumbuhan yang ditanam memperoleh nutrien yang mencukupi bagi membolehkan tumbuhan tersebut terus hidup.
2	Fibre- Mat 	➤ Aplikasi penggunaan <i>Geo-Materials</i> seperti 'fibre-mat' yang diperbuat daripada sabut kelapa atau kelapa sawit perlu digunapakai pada kawasan cerun curam, nipis tanah permukaan, atau kawasan alami proses hakisan teruk seperti <i>rill</i> dan <i>gully</i>.
3	Sabut Kelapa 	➤ Bagi memerangkap biji benih, humus dan tanah yang dibawa oleh aliran air dari bahagian atas cerun. ➤ Mewujudkan persekitaran tanah yang sesuai bagi pertumbuhan yang berkesan terhadap tumbuhan dan biji benih yang ditanam.

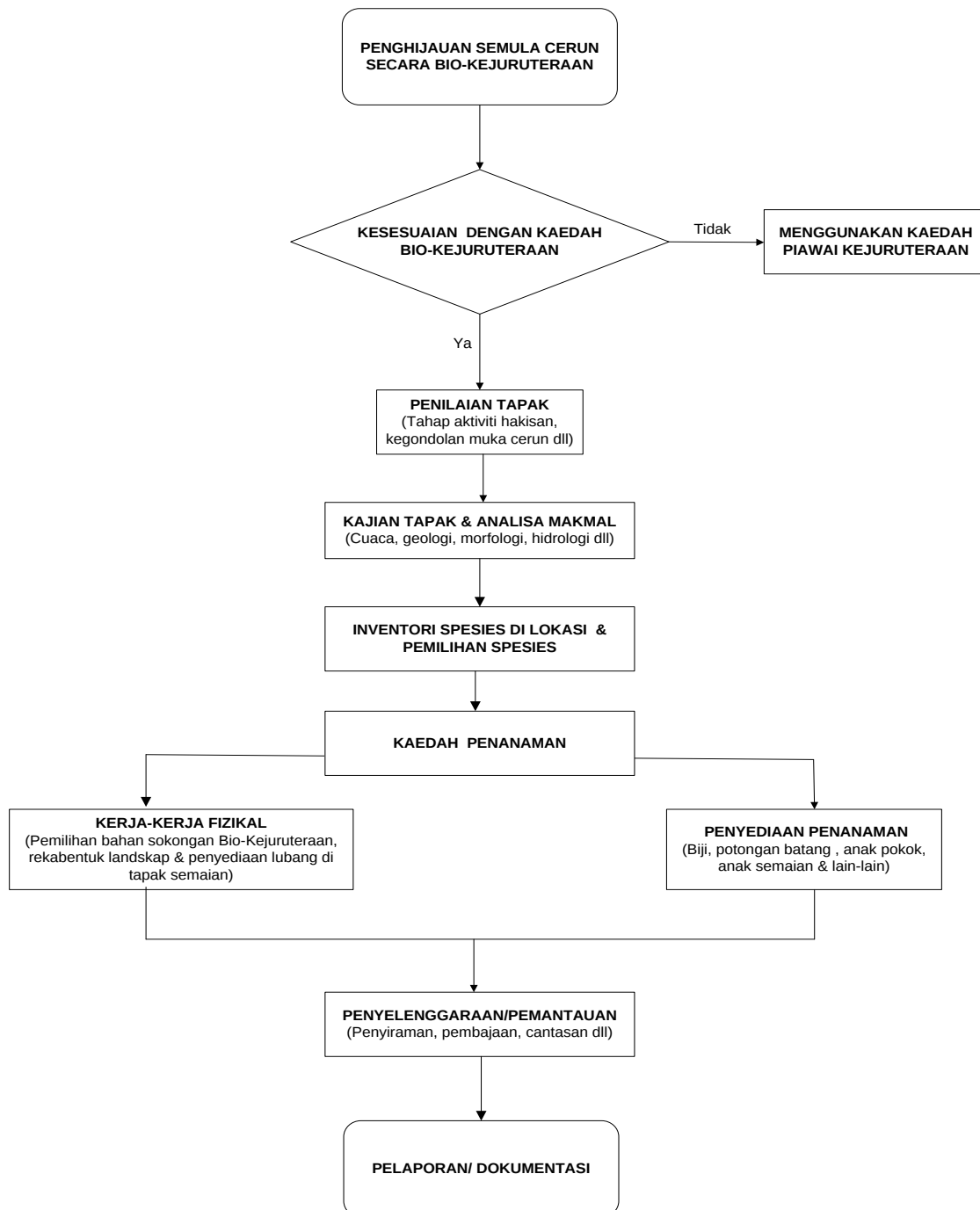
Jadual 2.3 : Contoh Bahan Sokongan Bio-Kejuruteraan yang digunakan.

BIL	PENYEDIAAN PENANAMAN	KESESUAIAN DI TAPAK	BAHAN DIPERLUKAN
1	Penanaman rumput <i>(grass feeding)</i> 	➤ Boleh ditanam pada permukaan cerun yang mempunyai kecerunan antara 45° - 65°. ➤ Bantuan dari bahan sokongan akan menghalang biji benih daripada di bawa bersama air larian permukaan.	➤ Biji benih terpilih (kering atau direndam). ➤ Bahan sokongan Bio-Kejuruteraan. ➤ Alatan menyediakan permukaan untuk kerja penanaman.
2	Keratan batang dan cantasan. 	➤ Boleh dilaksanakan pada cerun yang mempunyai kecerunan sehingga 70° (tanpa melibatkan kerja-kerja pengorekan).	➤ Keratan dari bahagian batang yang terpilih. ➤ Bahan sokongan Bio-Kejuruteraan. ➤ Alatan menyediakan permukaan untuk kerja penanaman. ➤ Peralatan keselamatan.
3	Tanaman melalui anak pokok (dari polybag) 	➤ Sesuai ditanam pada bahagian permukaan yang rata dan pada permukaan yang mempunyai kecerunan < 50°.	➤ Bahan sokongan Bio-Kejuruteraan. ➤ Anak-pokok yang terpilih. ➤ Peralatan keselamatan.

Jadual 2.4 : Antara Kaedah Penyediaan Penanaman

3.0 PERSAMPELAN DAN INVENTORI SPESIES

Secara amnya prosedur umum kerja Bio-Kejuruteraan adalah dirumuskan seperti carta alir pada Rajah 3.1 di bawah.



Rajah 3.1: Carta Alir bagi proses kerja Bio-Kejuruteraan Cerun

3.1 Persampelan dan Analisa Makmal

Sampel tanah atau batuan yang telah dipilih dan diambil sampelnya adalah dianggapkan dapat mewakili sifat kawasan berkenaan, ianya perlu terus dihantar ke makmal untuk tujuan penganalisaian. Maklumat bagi sifat kimia tanah akan diperolehi iaitu seperti pH, *Organic and inorganic Content*, dan *Cation Exchange*. Manakala ujian seperti *Atterberg Limit*, *PSD*, *Specific Gravity* dan *Moisture Content* adalah pula dilakukan bagi tujuan mendapatkan sifat fizikal tanah berkenaan.



Kerja-kerja pengukuran morfologi cerun dan pemetaan geologi am dilaksanakan bagi mendapatkan kedudukan dan kecerunan serta keadaan geologi tapak pada setiap cerun yang terlibat. Kutipan data ini dipersembahkan dalam bentuk laporan berpeta geologi lengkap dengan skala sesuai.

3.2 Inventori dan Pemilihan Spesies di Lokasi

Semua spesies tumbuhan yang sedia ada di kawasan cerun dan kawasan sekitar akan disenaraikan dalam bentuk jadual. Jadual pengkelasan spesies tumbuhan sedia ada di kawasan kajian akan digunakan untuk membuat pemilihan spesies tumbuhan yang sesuai untuk ditanam di kawasan cerun tersebut. Antara butir-butir yang terdapat dalam jadual tersebut adalah seperti:

- i) Nama tumbuhan
- ii) Kesesuaian dengan tanah/batuan
- iii) Saiz/bentuk
- iv) Jenis akar
- v) Kebolehan akar terbentuk selepas dipotong

Walau bagaimanapun terdapat juga keadaan spesies-spesies pokok tertentu, yang sesuai ditanam dan tumbuh subur dengan dipengaruhi oleh faktor lain, iaitu ada spesies pokok sesuai dengan keadaan tanah bersifat asid (dengan nilai pH <4) ataupun bersifat alkali (nilai pH >8). Keadaan ini adalah berdasarkan kepada keputusan hasil analisa makmal terhadap sifat-sifat fizikal dan kimia tanah atau batuan serta juga tumbuhan asal yang telah tumbuh subur di kawasan berkenaan

Antara contoh spesies terpilih yang biasa ditanam :-



Pokok Senduduk (*Melastoma*)



Pokok buluh (*Bambusa*)



Resam (*Gleicheniaceae*)



Penutup bumi (*Wedelia trilobata*)



Periuk kera (*Nepenthes gracilis*)



Kekacang (*Pueraria P*)

Spesies-spesies yang dipilih juga mengambil kira faktor tarikan agen-agen pembiakan seperti serangga dan burung yang akan membawa benih-benih lain dan menjadikan ianya sebagai tumbuhan mendatang ke lokasi berkenaan.

4.0 KERJA-KERJA FIZIKAL

Berikut adalah langkah-langkah yang harus dilaksanakan dalam proses kerja Bio-Kejuruteraan cerun.

4.1 Rekabentuk Landskap Penanaman

Kedudukan dan susunan struktur penahan 'coil roll' dan juga spesies tanaman yang ditanam adalah perlu disusun mengikut kesesuaian dengan keadaan tapak supaya nampak lebih kemas dan menarik seperti Gambar 4.1 di bawah;



Gambar 4.1: Susun atur 'coil-roll' bersama spesies tanaman secara berlandskap.

4.2 Pemilihan Bahan Sokongan Bio-Kejuruteraan

Setelah ditentukan rekabentuk di mana lokasi tumbuhan yang hendak ditanam, bahan sokongan Bio-Kejuruteraan ditentukan berdasarkan bentuk muka bumi, jenis batuan dan cuaca setempat. Bahan sokongan yang terpilih mengikut keperluan landskap yang dikehendaki dipasang pada bahagian permukaan cerun yang terlibat. Gambar 4.2 (a) , (b), (b), (c), dan (d) di bawah menunjukkan jenis-jenis bahan sokongan Bio-Kejuruteraan yang dipasang mengikut kesesuaian di tapak.



Gambar 4.2(a): Penggunaan struktur penahan jenis 'coil roll'



Gambar 4.2(b):
Penggunaan secara
hamparan 'fibre-mat'
jenis sabut kelapa.



Gambar 4.2(c):
Penggunaan bahan
secara pengisian
sabut kelapa.



Gambar 4.2(d):
Penggunaan 'fibre-
mat' dari jenis jerami
padi.

Penggunaan bahan sokongan Bio-kejuruteraan ini adalah untuk mengurangkan kadar kelajuan aliran air permukaan (air hujan), memegang serta membekalkan tanah permukaan di tapak semaian, mengurangkan tahap kadar hakisan tanah di bahagian muka cerun, dan juga untuk mengekalkan keadaan kelembapan tapak pada bahagian di mana spesies tumbuhan yang ditanam.

4.3 Penyediaan Tapak Semaian

Berdasarkan kepada keputusan kajian analisa makmal yang telah dibuat terhadap sampel tanah atau batuan, dan juga inventori serta penilaian terhadap tumbuh tumbuhan yang telah sedia hidup tumbuh secara semulajadi di kawasan kajian berkenaan, akan memberikan suatu kesimpulan samada perlu atau tidak dibawa masuk tanah permukaan (top soil) yang berbaja bagi dijadikan sebagai tapak penyemaian spesies tumbuhan seperti dalam gambar 4.3(a) dan (b). Atau juga adakah perlu tambahan bahan lain iaitu kepada penggunaan bahan sokongan bantuan Bio-Kejuruteraan seperti *coir rolls*, *fibre-mat*, ataupun sebagainya untuk menambahkan kestabilan tapak semaian serta memberikan kehidupan serta kesuburan kepada spesies pokok yang ditanaman. Pada peringkat ini, rekabentuk landskap yang sesuai perlu ditentukan bagi memastikan spesies yang ditanam mempunyai nilai estetik. Lakaran pada permukaan cerun yang telah di laksanakan kerja-kerja Bio-Kejuruteraan adalah seperti Rajah 4.3(c), (d) dan (e)



Gambar 4.3 (a):

Kerja-kerja pengorekan pada permukaan cerun.

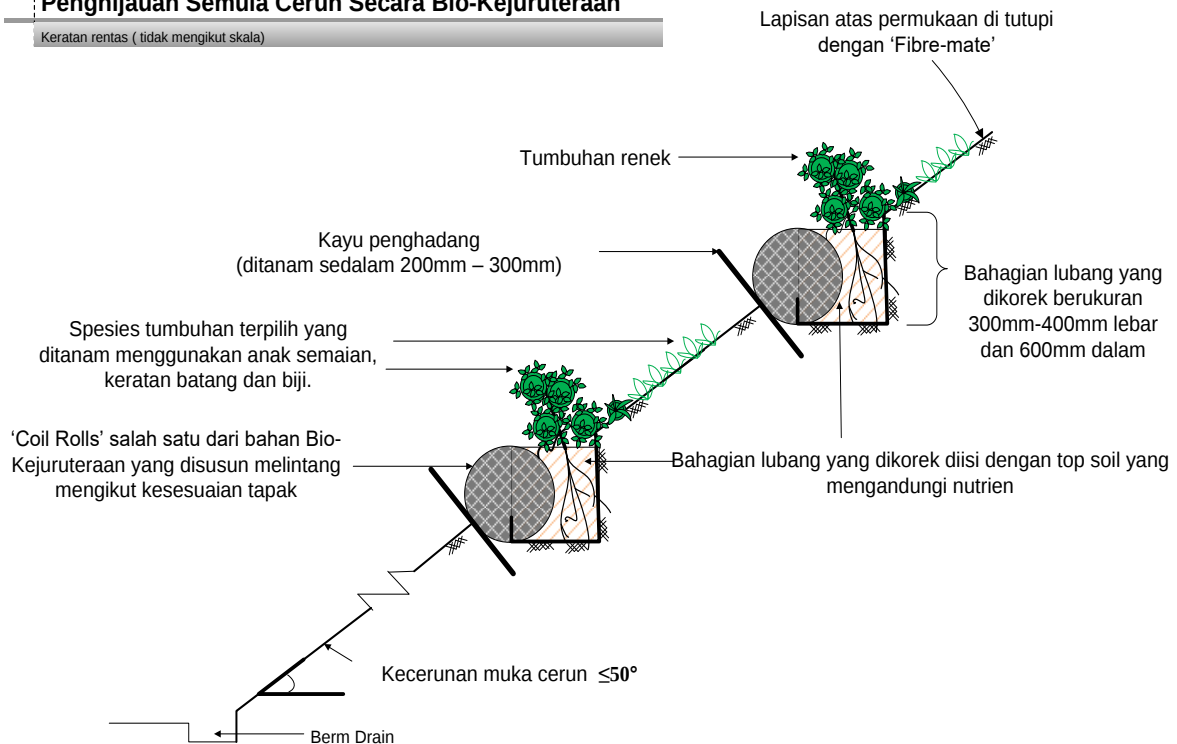


Gambar 4.3 (b):

Lubang semaian untuk diisi dengan tanah permukaan yang berbaja.

Penghijauan Semula Cerun Secara Bio-Kejuruteraan

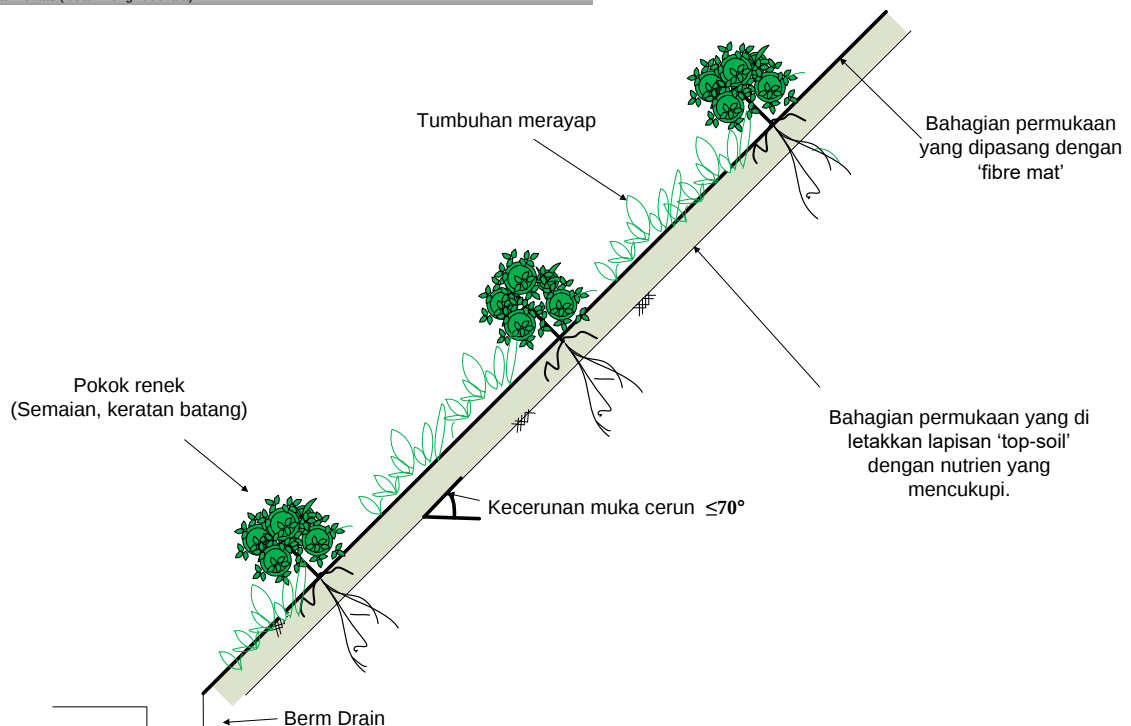
Keratan rentas (tidak mengikut skala)



Rajah 4.3(c) : Keratan rentas pada bahagian cerun yang di laksanakan kaedah Bio-Kejuruteraan dengan pengorekan lubang tapak semaian di muka cerun.

Penghijauan Semula Cerun Secara Bio-Kejuruteraan

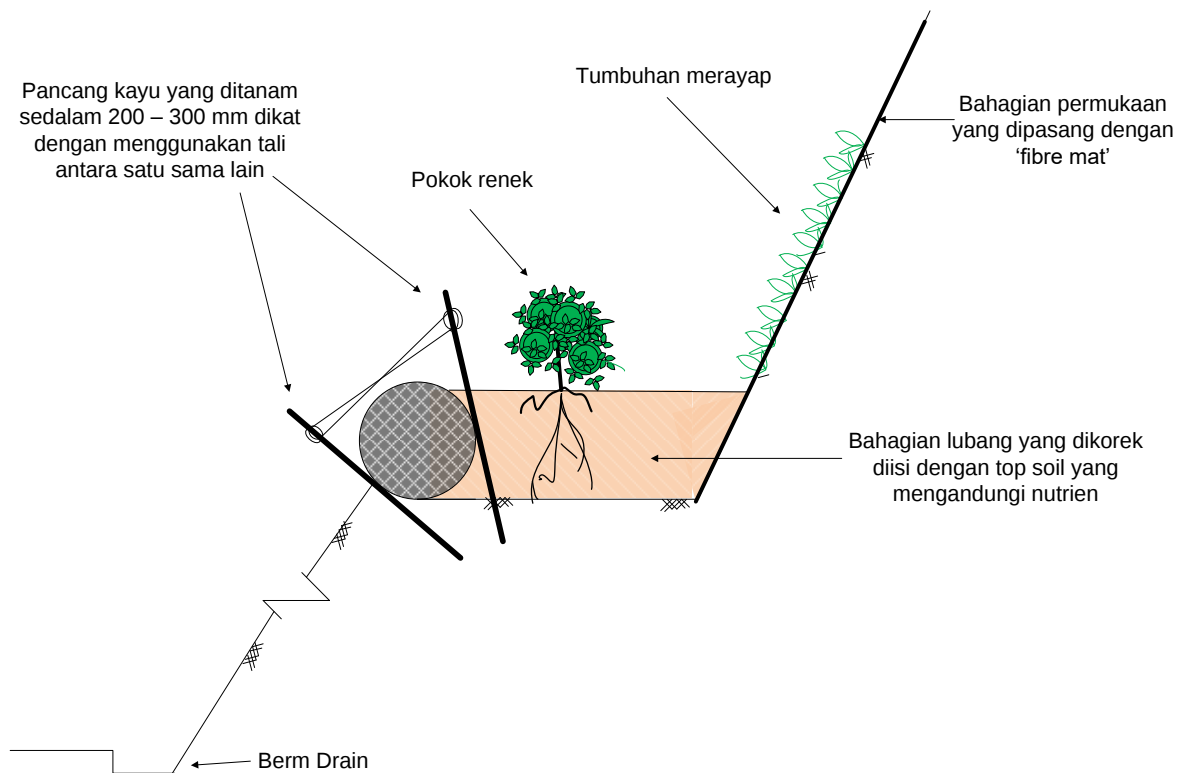
Keratan rentas (tidak mengikut skala)



Rajah 4.3(d) : Keratan rentas pada bahagian cerun yang dilaksanakan kaedah Bio-Kejuruteraan secara tanaman keratan batang dan hamparan 'fibre-mat'

Penhijauan Semula Cerun Secara Bio-Kejuruteraan

Keratan rentas (tidak mengikut skala)



Rajah 4.3(e) : Keratan rentas bagi kawasan kaki cerun atau bahagian atas berm dilaksanakan baikpulih dengan kaedah Bio-Kejuruteraan cerun.

5.0 KAEDAH PENANAMAN

Setelah tapak penyemaian di lokasi permukaan cerun telah siap disediakan untuk proses penanaman, kerja-kerja penanaman dilakukan mengikut jenis spesies yang telah dikenalpastikan. Dan juga bagaimana kaedah penanaman perlu dilakukan bagi kawasan berkenaan. Sebagai contoh jenis spesies dan kaedah penanaman adalah seperti nyatakan dalam Jadual 5.0

Jenis tanaman	Saiz lubang	Campuran bahan	Catatan
<i>Centrosema pubescens</i>	10 x 10 x 5 cm	CIRP, NPK, baja organic, cocopeat, binding agent, biji benih	Centrosema ditanam menggunakan biji. Selepas ditanam, permukaan cerun ditutup dengan 'Fibre-mat'. Pucuk kacang ini berupaya melalui lubang-lubang pada jaring 'Fibre-mat'. Biji benih perlu disuntik dengan bakteria <i>Rhizobium</i> yang bersimbiosis dengan <i>centrosema</i> .
<i>Wedelia</i> dari keratan batang	10 x 10 x 5 cm	Seperti di atas	Keratan batang dipungut daripada sumber berdekatan, keratan berukuran 10 – 20 cm digulung dan dimasukkan ke dalam lubang penanaman dan disiram/ penyiraman mencukupi pada peringkat awal. Keratan mula berakar selepas seminggu.
<i>Wedelia</i> dari benih yang disemai dalam polybag	10 x 10 x 15 cm	Seperti di atas	100 % Berjaya. Perlu disiram di peringkat awal.
<i>Sansevieria trifasciata</i>	20 x 20 x 15 cm	Seperti di atas	Ditanam di kiri dan kanan "cascade drain". Pokok mampu tahan pada musim kemarau. Benih dalam polybag 8 x 12 cm. Minimum 3 pokok ditanam di setiap lubang.
<i>Leucaena glauca</i> (Petai Belalang)	20 x 20 x 20 cm	Seperti di atas	Dipungut anak liar dan disemai dalam polybag. Tumbuh dengan baik dan mengeluarkan buah dalam masa 6 bulan. Perlu dibuat pemantauan/ cantasan bagi kesesuaian saiz pokok yang diperlukan.
<i>Acacia mangium</i>	20 x 20 x 20 cm	Seperti di atas	Benih dalam polybag 8 x 10. Tumbuh dengan baik dan agresif. Sangat sesuai untuk kawasan kaki cerun yang lapang dan mendatar.

Jadual 5.0 : Kaedah penanaman mengikut jenis spesies

Jenis tanaman	Saiz lubang	Campuran bahan	Catatan
<i>Melastoma malabathricum</i> (Senduduk)	15 x 15 x 15 cm	Seperti di atas	20 x 20 x 20 cm anak benih liar ditanam di dalam polybag 6 x 8 cm. Ditanam sebagai pokok hiasan (berbunga warna ungu) di sepanjang berm drain yang dialas dengan 'coil roll'. Pokok yang subur selalu diserang serangga makan daun. Dirawat dengan semburan <i>Malathion</i> (sebulan sekali jika diperlukan).
<i>Turnera</i> (Kembang Pukul Sepuluh)	15 x 15 x 15	Seperti di atas	Pokok renek hiasan berbunga putih dan kuning. Sesuai untuk kawasan cerun. Bunga kembang setiap hari antara jam 10 pagi hingga 12 tengah hari. Mengeluarkan biji benih dan senang bercambah serta boleh bersaing dengan lain-lain spesies.
<i>Allamanda cathartica</i>	15 x 15 x 15	Seperti di atas	Pokok renek berbunga kuning seperti loceng. Tahan kemarau. Tidak diganggu serangga dan penyakit. Berbunga sepanjang masa.
<i>Musa spp</i> (Pisang Hutan)	50 x 50 x 50	Seperti di atas	Dikorek dari rumpun liar dan diambil umbinya sahaja. Diberi sungkupan dari rumput kering. Tumbuh dengan baik.
<i>Heliconia</i>	50 x 50 x 50	Seperti di atas	Dari benih semaian polybag. Sekurang-kurangnya 3 pokok satu lubang. Diberi sungkupan. Tumbuh dengan baik.

Jadual 5.0 : Kaedah penanaman mengikut jenis spesies (*sambungan*)

6.0 PENYIRAMAN DAN PEMBAJAAN

Air adalah unsur utama yang diperlukan oleh tumbuhan yang ditanam bagi memastikan kelangsungan hidup bagi tanaman tersebut. Proses ini sangat penting terutama di peringkat awal tempoh penanaman.

Baja organik dan baja kimia yang dapat menggalakkan pertumbuhan pokok dan pengeluaran bunga perlu ditabur sebanyak sekali sebulan berserta campuran tanah yang subur. Bagi memudahkan penyelenggaraan proses pembajaan, beg baja organik diletakan pada bahagian atas cerun dan disusun selari dengan kedudukan 'coil-roll'.

Lubang-lubang kecil ditebuk bagi membolehkan baja melarut resap keluar ketika hujan, ianya dapat membantu memastikan sumber baja kepada tanaman dengan sempurna. Baja organik atau baja kimia (*urea*, *NPK*) yang dibekalkan itu pengeluaranya secara perlahan-lahan disebar.

Jadual 6.0(a) menjelaskan kaedah penyiraman yang sesuai dan Jadual 6.0(b) menjelaskan tatacara pembajaan mengikut jenis spesies. Gambar 6.0(a), (b), (c) dan (d) menunjukkan kerja-kerja dan kaedah penyiraman dan manakala Gambar 6.1(a), (b), (c) dan (d) pula menunjukkan kerja-kerja pembajaan yang dilaksanakan.

Cara penyiraman	Pilihan	Catatan
Bergantung kepada hujan	Dapatkan data taburan hujan dari stesen-stesen berdekatan. Kumpul air hujan secara tadahan (sumber untuk menyiram)	Tanam pada musim hujan dan elakkan musim kemarau.
Sumber air bukan hujan	Cari mata air, longkang-longkang atau anak sungai. Buat takungan.	Gunakan pam dan paip yang bersesuaian. Lakukan siraman jika tidak hujan dua hari berturut-turut. Siram sekurang-kurangnya 1 liter air bagi setiap lubang pokok. Siram secara menyeluruh di permukaan tanah mungkin tidak berkesan dan memerlukan air yang banyak. Gunakan sungkupan (<i>mulching</i>) untuk menjaga kelembapan.

Jadual 6.0(a): Kaedah Penyiraman



Gambar 6.0 (a) : Kerja-kerja penyiraman



Gambar 6.0 (b) : Kerja-kerja penyiraman



Gambar 6.0 (c) : Penggunaan pam untuk proses siraman



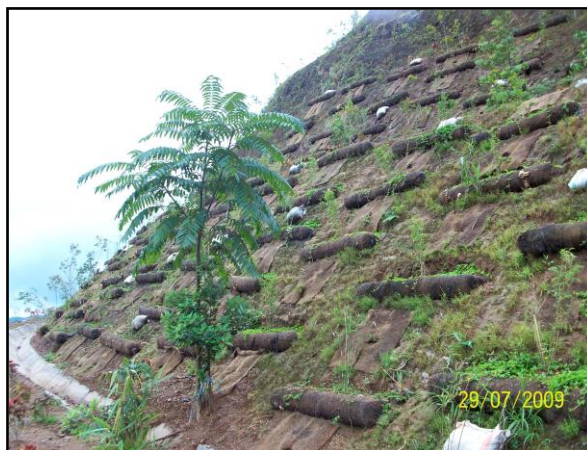
Gambar 6.0 (d) : Kaedah tadahan menggunakan tangki air

Jenis pokok	Cara pembajaan	Catatan
Tutup bumi, <i>Centrosema</i> dan <i>Wedelia</i>	Ditabur baja butir NPK 15 : 15 : 15 anggaran 50 gm / sq. dengan kekerapan sebulan sekali. Diberi baja semburan "Foliar" NPK + TE sebulan sekali.	Baja butir mudah terperangkap dan tidak dinyahkan oleh air kerana disekat oleh gelung-gelung 'fibre-mat' dan 'coil roll'. Baja ini sesuai bagi menyokong baja butir yang mungkin kurang mencukupi. Racun perosak juga boleh dicampur bersama baja ini jika perlu.
Pokok hiasan <i>Turnera</i> , <i>Allamanda</i> , <i>Melastoma</i> , <i>Sansevieria</i>	Diberi baja organik 50gm dan dicampur 20gm NPK 15 : 15 : 15 pada setiap pokok sebulan sekali. Baja semburan dan racun serangga juga diberi seperti di atas.	Tanah di sekeliling pokok dikorek anggaran 5cm dalam untuk diletakkan baja. Ranting-ranting yang tidak sesuai dicantas untuk mendapatkan bentuk dan menggalakkan pembungaan.

Jadual 6.0 (b) : Kaedah Pembajaan



**Gambar 6.1 (a) : Kerja
pembajaan secara manual**



**Gambar 6.1 (b) : Kerja
pembajaan secara larut resap**



Gambar 6.1 (c) : Antara contoh baja yang digunakan



Gambar 6.1 (d) : Beg baja diletakkan pada cerun.

7.0 PEMANTAUAN DAN PENYELENGGARAAN

Pemantauan dan Penyelenggaraan bagi kerja penanaman spesies tumbuhan secara Bio-Kejuruteraan ini adalah perlu dalam tempoh **enam bulan pertama**. Setelah tempoh ini, iaitu di mana pokok yang ditanam sudah mula berasimilasi dengan kawasan sekitar, dan ianya akan terus berkembang melalui ekosistem di kawasan berkenaan.

8.0 HASIL KAJIAN (KES KAJIAN YANG DILAKUKAN)

Bil	LOKASI KAJIAN	SEBELUM
1	KM 12 Jalan Seremban – Kuala Klawang	 SELEPAS 

Bil	LOKASI KAJIAN	SEBELUM
2	KM 20, Jalan Simpang Pulai - Cameron Highlands	 SELEPAS 

Bil	LOKASI KAJIAN	SEBELUM
3	KM 21, Jalan Cameron Highlands – Gua Musang	SELEPAS

Bil	LOKASI KAJIAN	SEBELUM
4	KM 23, Jalan Kuala Kubu Baru – Gap	 SELEPAS 

9.0 ULASAN DAN PERBINCANGAN

Kerja-kerja penghijauan semula cerun potongan yang dilaksanakan adalah melibatkan kawasan jenis batuan yang sukar untuk dijajahi atau ditumbuhi oleh tumbuhan dalam keadaan semulajadi. Namun demikian, dengan menggunakan spesies tumbuhan yang telah dikenalpasti dan melalui kaedah penanaman berkonsepkan Bio-Kejuruteraan cerun serta dengan sokongan bahan bantuan yang sesuai, objektif penghijauan semula cerun potongan yang gondol atau berbatu telah dapat dicapai. Didapati 80% daripada kawasan kajian telah diliputi oleh pokok tumbuhan selepas tempoh enam (6) bulan penanaman dilakukan. Langkah-langkah kawalan dan penyelenggaraan juga perlu diberi perhatian supaya spesies yang ditanam dapat terus hidup dan seterusnya berasimilasi dengan alam sekeliling yang akhirnya akan membentuk atau menjana suatu hubungan ekosistem yang seimbang di antara haiwan dan tumbuhan-tumbuhan lain dan mengembalikan semula persekitaran.

Inventori tumbuhan sedia ada dan yang mendatang dirujuk bagi mengenalpasti spesies-spesies yang baru ditanam mampu menarik perhatian agen-agen pendebungaan dan perkembangan tumbuh-tumbuhan seterusnya di kawasan persekitaran terbabit. Ia juga penting bagi mengenalpasti spesies yang ditanam itu juga mampu menjadi landskap yang menarik di samping menstabilkan kawasan cerun potongan yang terlibat.

Dalam mengaplikasikan kaedah ini di tapak secara yang lebih meluas, maklumat tambahan serta latihan lanjutan adalah perlu diberikan kepada mereka yang terlibat secara langsung dalam aspek kerja kestabilan cerun secara penggunaan kaedah Bio-kejuruteraan ini. Segala data dan analisis yang diperolehi adalah penting bagi mengenalpasti sifat-sifat tanah/batuan di lapangan, supaya pemilihan spesies yang sesuai berjaya ditanam di sekitar kawasan yang terlibat. Alat atau pemakaian bahan sokongan Bio-kejuruteraan yang diaplikasikan dalam kaedah ini seperti gentian sabut (kelapa/sawit/padi), *coil-rolls* dan *fibre-mate*, adalah menjadi suatu perkara sebagai pemangkin dalam mempercepatkan pokok tumbuh subur dalam konteks proses penghijauan semula cerun.

Sebelum kejayaan penanaman spesies pokok tumbuhan ini dalam konteks penghijauan semula cerun (seperti contohnya di lokasi KM 20, Jln. Simpang Pulai – Cameron Highlands, lokasi KM 12, Jln. Seremban – Kuala Kelawang, dan juga lokasi KM 21, Jln. Cameron Highlands – Gua Musang), Unit Kajian dan Pembangunan Bahagian

Kejuruteraan Cerun lebih dahulu telah alami kegagalan dalam percubaan penanaman spesies tumbuhan bagi menumbuh subur pokok setelah ditanam. Dan beberapa faktor yang menyebabkan kegagalan ini telah dikenalpasti. Di antara salah satu faktor utama menyebab gagalnya untuk spesies pokok itu tumbuh adalah proses kerja dalam menyediakan tapak semaian yang sesuai di lokasi muka cerun, serta jumlah keperluan tanah permukaan untuk dijadikan asas tapak dalam proses penyemaian benih spesies pokok ataupun juga penyemaian anak benih, dan juga pengekalan kadar kelembapan tanah dalam tempoh tertentu.

Panduan kerja Bio-Kejuruteraan Cerun ini bukanlah suatu yang konklusif, tetapi ianya perlu dikaji semula dan ditambahbaik nilainya serta diperbaiki lagi dari semasa ke semasa selaras dengan penemuan terbaru dan juga perkembangan teknologi serta perubahan dalam pengurusan kejadian tanah runtuh.