



TAPAK DEMONSTRASI BIOKEJURUTERAAN CERUN

SLOPE BIOENGINEERING DEMO SITE (SBDS)



Pengenalan projek
Project introduction

Tapak Demonstrasi Biokejuruteraan Cerun ini adalah sebahagian daripada Projek Mengarusperdana Pemuliharaan Kepelbagaian Biologi ke dalam Pengurusan Sungai yang merupakan sebuah inisiatif oleh Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) Malaysia bersama Global Environment Facility (GEF) dan United Nation Development Programme (UNDP).

Slope Bioengineering is a part of Mainstreaming Biodiversity Conservation into River Management is an initiative by the Department of Irrigation and Drainage (DID) Malaysia together with Global Environment Facility (GEF) and United Nation Development Program (UNDP).

Projek ini telah dilaksanakan oleh GEC bersama JPS Perak dengan sokongan kemahiran teknikal daripada Jabatan Kerja Raya (JKR) Malaysia, Jabatan Perhutanan Negeri Perak, Jabatan Kemajuan Orang Asli (JAKOA) Negeri Perak dan Universiti Malaya (UM).

This project is implemented by GEC together with Perak DID also with the support of technical skills from the Malaysia Department of Public Works, Perak State Department of Forestry, Perak State Department of Orang Asli Development and University of Malaya (UM).

Biokejuruteraan tanah
Soil Bioengineering

"Biokejuruteraan tanah" ialah istilah yang dicipta untuk menggambarkan penggunaan tumbuh-tumbuhan, sama ada sebahagian atau keseluruhan tumbuhan, khususnya pada cerun berisiko rendah hingga sederhana untuk kemampunan dan kestabilan cerun (Coppin & Richards, 1990; Morgan & Rickson, 1992). Selalunya, biokejuruteraan tanah dan kejuruteraan bioteknik digunakan secara sinonim kadangkala juga dikenali sebagai biokejuruteraan air dan tanah (Schiechtl & Stern, 1992), melibatkan penggunaan tumbuhan atau sebahagian tumbuhan sama ada secara bersendirian atau digabungkan dengan bahan lengai seperti keluli, konkrit dan batu untuk perlindungan permukaan atau kawalan hakisan dan untuk meningkatkan kestabilan tanah (Schiechtl, 1980; Gray & Leiser, 1982). Pendekatan ini sangat mampan kerana tumbuh-tumbuhan tumbuh semula dan boleh menyesuaikan diri dengan persekitarannya. Pendekatan mesra alam ini mempunyai kos modal yang rendah berbanding struktur kejuruteraan awam dan penyelenggaraan yang mudah kerana penduduk tempatan boleh terlibat dalam pengurusan dan penyelenggaraan kerja (Giupponi et al., 2019).

"Soil bioengineering" is a term coined to describe the application of vegetation, either parts or whole plants, specifically on low to moderate risk slopes for sustainability and stability of the slope (Coppin & Richards, 1990; Morgan & Rickson, 1992). Oftentimes, soil bioengineering and biotechnical engineering are used synonymously but the latter, sometimes also known as water and soil bioengineering (Schiechtl & Stern, 1992), involves the use of plant, or plant parts, either alone or in conjugation with inert materials such as steel, concrete and rocks for surface protection or erosion control and to enhance the soil stability (Schiechtl, 1980; Gray & Leiser, 1982). This approach is highly sustainable as vegetation self-regenerates and could adopt and adapt to its environment. This environmentally friendly approach has low capital costs compared to civil engineering structures and low in maintenance since the local population can be involved in the management and maintenance of the works (Giupponi et al., 2019).

Prosedur Am
General Procedure

Terdapat pelbagai prosedur untuk menjalankan projek biokejuruteraan tanah di cerun atau tebing sungai yang terhakis. Berikut adalah contoh gambar rajah prosedur biokejuruteraan tanah. Terdapat enam langkah utama perlu dipertimbangkan semasa merencanakan projek biokejuruteraan tanah.

There are various procedures to undertake soil bioengineering project at a slope or eroded riverbank. Here is an example of a soil bioengineering procedure diagram. A total of six main steps need to be considered when designing soil bioengineering project.

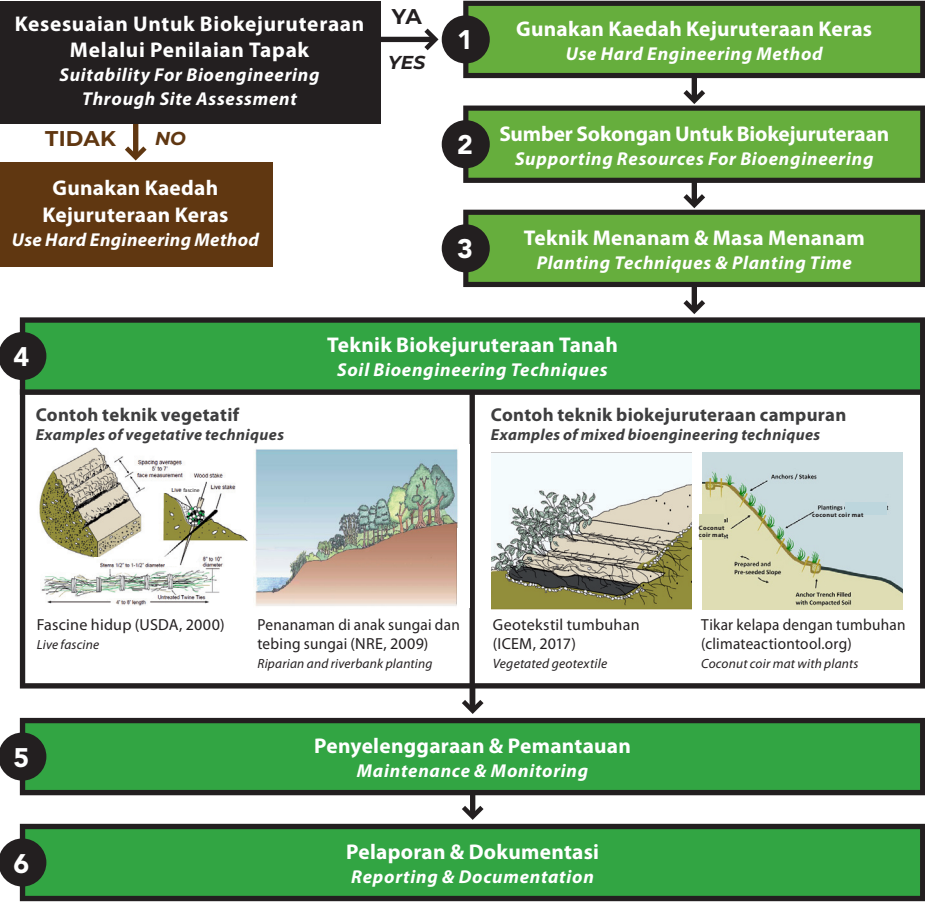


Diagram diadaptasi dan diubahsuai daripada garis panduan Biokejuruteraan Cerun oleh JKR (2011).

Diagram adapted and improvised from Slope Bioengineering guideline by JKR (2011).

a) Penilaian tapak
Site assessment

Tidak semua tapak bersesuaian bagi projek biokejuruteraan tanah. Bagi sesuatu cerun, risiko dan kelas cerun perlu ditentukan dan laluan akses juga perlu dikenalpasti bagi memudahkan kerja-kerja penyelenggaraan dan pemantauan jangka panjang (Normaniza et al., 2021). Untuk penanaman semula tebing sungai, ciri-ciri dataran banjir dan kawasan riparian perlu dinilai sebelum memulakan projek.

Not all sites are suitable for soil bioengineering project. For a slope, slope risk and class need to be determined and access route also needs to be identified to ease maintenance and long-term monitoring works (Normaniza et al., 2021). For riverbank revegetation, characteristic of the floodplain and riparian area need to be assessed before kick-starting a project.

b) Persampelan lapangan
Field sampling

Apabila memutuskan tapak yang sesuai untuk biokejuruteraan tanah, persampelan lapangan yang merangkumi pengumpulan data serta persampelan garis dasar perlu dijalankan. Geometri cerun, geologi, sifat geoteknik, ciri tanah, dan butiran tumbuh-tumbuhan adalah beberapa faktor penentu yang berpotensi untuk teknik biokejuruteraan tanah yang berkesan.

Upon deciding the suitable site for soil bioengineering, field sampling which includes data collection as well as baseline sampling need to be carried out. Slope geometry, geology, geotechnical properties, soil characteristics, and existing vegetation details are some of the potential deciding factors for a successful bioengineering technique.

c) Sumber sokongan untuk biokejuruteraan
Supporting resources for bioengineering

Tumbuh tumbuhan, bahan bukan tumbuhan dan sumber manusia dianggap sebagai sumber sokongan utama untuk inisiatif biokejuruteraan. Semua spesies tumbuhan sedia ada di kawasan cerun dan kawasan sekitarnya hendaklah disenaraikan. Jadual klasifikasi spesies tumbuhan sedia ada di kawasan kajian akan digunakan untuk membuat pemilihan spesies tumbuhan yang sesuai untuk ditanam di kawasan cerun. Antara butiran yang diperlukan ialah (JKR, 2011):

Plants, non-plant materials, and human resources are regarded as main supporting resources for bioengineering initiative. All existing plant species in slope areas and surrounding areas should be listed. The existing plant species classification table in the study area will be used to make the selection of suitable plant species to be planted in the slope area. Among the details needed are (PWD, 2011):

- i. Nama spesies
Species name
- ii. Asli atau invasif
Native or invasive
- iii. Kesesuaian dengan tanah/batu
Suitability with soil/rocks
- iv. Saiz/struktur
Size/structure
- v. Jenis akar
Type of root
- vi. Keupayaan akar untuk tumbuh selepas dipotong
The ability of roots to grow after cutting

Tumbuhan yang dikenal pasti boleh diperolehi dari alam liar manakala anak benih boleh ditanam di tapak semaian (Rajah 1). Anak benih juga boleh dibeli dari pasaran luar. Sumber manusia adalah komponen penting untuk inisiatif biokejuruteraan tanah yang berjaya. Komuniti tempatan atau OA boleh menjadi sumber manusia utama kerana mereka mengenali tapak dan tumbuhan. Mereka perlu diberi bimbingan dan mengetuai inisiatif. Tapak semaian juga boleh diwujudkan sebagai sebahagian daripada persediaan untuk projek bioengineering tanah di mana hak milik boleh diberikan kepada masyarakat. Anak benih yang diperolehi daripada tapak semaian akan memberikan pendapatan tambahan kepada masyarakat.

The identified plants can be sourced from the wild while seedlings can be grown in nurseries (Figure 1). Seedlings can also be purchased from external markets. Human resources is a vital component for a successful soil bioengineering initiative. Local communities or OA can be the main human resources as they know the site and the plants best. They need to be empowered during the initiative and must be guided. Nursery can also be established as part of the preparation for soil bioengineering project where the ownership can be given to the community. Seedlings can be sourced from the community-based nursery as it will also provide additional or alternative income for the communities.

Bahan bukan tumbuhan juga perlu diselitkan. Kawasan bercerun curam dan tanpa lapisan tanah permukaan yang mencukupi (Rajah 2) perlu menggunakan bahan bukan tumbuhan seperti ‘coil-rolls’, ‘fibre-mat’ atau sabut kelapa. Penggunaan bahan sokongan ini penting sebagai agen untuk membantu dan memastikan spesies tumbuhan tersebut dapat berkembang (PWD, 2011).

Non-plant materials also need to be infused. Areas of steep slope and without sufficient surface soil layer (Figure 2) need to use non-plant materials such as ‘coil-rolls’, ‘fibre-mat’ or coconut fibre. The use of this support material is important as an agent to help and ensure the survival of a plant species that is growing (PWD, 2011).



Rajah 1: Tapak semaian komuniti OA di Kampung Pawong, Perak. (GEC, 2021)
Figure 1: OA community nursery in Kampung Pawong, Perak.



Rajah 2: Tikar sabut kelapa sebagai sumber sokongan. (GEC, 2021)
Figure 2: Coconut coir mat as supporting resources.

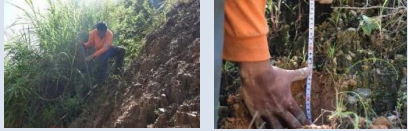
d) Teknik penanaman dan masa penanaman
Planting techniques and planting time

Teknik pembiakan tumbuhan mikroiklim dengan kedalaman tanah yang diubah suai boleh digunakan sebagai teknik penanaman yang sesuai (Normaniza & Barakbah, 2011). Penanaman serta teknik penanaman hendaklah mempunyai ciri-ciri berikut (Normaniza et al., 2021):

Microclimate plant propagation technique with modified soil depth can be used as a suitable planting technique (Normaniza & Barakbah, 2011). The planting as well as cultivation technique should have the following characteristics (Normaniza et al., 2021):

- i. Diameter lubang: 5 inci / 12.7 cm
Hole diameter: 5 inch / 12.7 cm

- ii. Kedalaman lubang (soil depth bergantung kepada tahap keasidan tanah (mendapatkan nasihat daripada perunding/pakar)
Depth of hole (soil depth) depends on the level of soil acidity (seek advice from consultants/experts)



- iii. Tambahan tanah: 15 g lumut sphagnum, 15 g baja NPK, dan 15 g fosfat batu
Soil supplements: 15 g sphagnum moss, 15 g NPK fertiliser, and 15 g rock phosphate



- iv. Ketinggian spesies tumbuhan perintis semasa penanaman: 0.3 - 1 meter (bergantung kepada jenis spesies tumbuhan perintis)
Height of pioneer plant species during planting: 0.3 - 1 meter (depending on the type of pioneer plant species)

e) Penyiraman dan baja
Watering and fertiliser

Air merupakan unsur utama yang diperlukan oleh tumbuhan untuk membesar. Saliran air yang betul boleh dibina untuk membawa air dari kawasan tinggi ke kawasan rendah menggunakan sistem graviti. Proses penyiraman adalah sangat penting terutamanya pada peringkat awal tempoh penanaman. Baja organik atau baja kimia (hanya jika diperlukan) hendaklah dicampur dengan tanah yang subur sebulan sekali untuk menggalakkan pertumbuhan pokok dan pengeluaran bunga. Bagi memudahkan penyelenggaraan proses pembajaan, beg-beg baja organik diletakkan di bahagian atas cerun dan disusun selari dengan kedudukan 'coil-roll'. Lubang kecil boleh ditebuk untuk membolehkan baja meresap keluar apabila hujan diaman ianya dapat membantu untuk memastikan sumber baja meresap ke dalam tumbuhan dengan sempurna. Baja organik atau baja kimia (urea, NPK) yang akan dibekalkan dengan pelepasan lambat akan diambil kira (JKR, 2011).

Water is the main element needed by plants to grow and ensure its survival. Proper water drainage can be constructed to carry water from high terrain to low terrain using gravitational system. Watering process is very important especially in the early stages of the cultivation period. Organic fertilisers or chemical fertilisers (only if needed) should be mixed with fertile soil once a month to promote tree growth and flower production. To facilitate the maintenance of the fertilisation process, bags of organic fertiliser are placed at the top of the slope and arranged parallel to the 'coil-roll' position. Small holes can be drilled to allow the fertiliser to leak out when it rains, which helps to ensure the source of fertiliser to the plants perfectly. The organic fertiliser or chemical fertiliser (urea, NPK) to be supplied with slow release taken in account (PWD, 2011).

f) Pemantauan dan penyelenggaraan
Monitoring and maintenance

Memantau dan menyelenggara kerja biokejuruteraan tanah adalah penting kerana ia adalah kunci kepada kemampunan jangka panjang. Enam bulan pertama projek adalah sangat penting di mana tumbuhan perlu dipantau secara berterusan. Ciri-ciri tanah, pertumbuhan, kadar kehidupan, kesan cerun matahari, kemasukan spesies, dan sedimen yang terperangkap pada perangkap kelodak adalah beberapa parameter pemantauan utama untuk mengukur kejayaan inisiatif ini. Semasa penggantian, pokok yang ditanam akan mula berasimilasi dengan kawasan sekitar dan memperkayakan lagi ekosistem sedia ada.

Monitoring and maintaining the soil bioengineering work is crucial as it is key to long-term sustainability. The first six months of the project is very important where plants need to be continuously monitored. Soil characteristics, plant growth, survival rate, the effect of sun slopes, species influx, and sediment trapped at silt trap are some of the key monitoring parameters to measure the success of this initiative. During succession, planted trees will begin to assimilate with the surrounding area and further enrich existing ecosystem.

Teknik Biokejuruteraan Tanah

Soil Bioengineering Techniques

Terdapat banyak teknik biokejuruteraan tanah yang digunakan di seluruh dunia. Teknik dibahagikan kepada dua kategori utama untuk tujuan garis panduan ini. Teknik biokejuruteraan vegetatif dan campuran adalah dua kategori yang akan dibincangkan lebih lanjut dalam bahagian berikut:

There are lot of soil bioengineering techniques used worldwide. The techniques are divided into two main categories for the purpose of this guideline. Vegetative and mixed bioengineering techniques are the two categories which will be discussed further in the following sections:

a) Teknik Vegetatif

Vegetative Techniques

Teknik perlindungan cerun vegetatif adalah sesuai apabila cerun terdedah kepada hakisan atau keruntuhan cerun yang sangat rendah. Untuk mengurangkan hakisan dan ketidakstabilan di cerun, tumbuhan hidup atau keratan digunakan. Walaupun terdapat beberapa penstabilan cerun dalam aplikasi ini, tumpuan utama adalah pada perlindungan permukaan cerun melalui pengukuhan. Tumbuhan dan akarnya melindungi permukaan cerun sambil menguatkan tanah. Tiga contoh teknik vegetatif iaitu pembenihan hidro, pagar hidup, dan penanaman pokok renek/pokok yang akan dibincangkan dengan lebih lanjut.

Vegetative techniques of slope protection are appropriate when a slope is prone to erosion or very shallow slope collapse. To decrease erosion and shallow-seated instability on slopes, living plants or cuttings are used. While there are some slope stabilisation in these applications, the primary focus is on slope surface protection through strengthening. Plants and their roots protect the slope surface while strengthening the soil. The three examples of vegetative techniques which are hydroseeding, live fence, and shrub/tree planting will be discussed further.

i) Pembenihan hidro

Hydroseeding

Pembenihan hidro yang melibatkan pengagihan benih di bawah tekanan dengan pembawaan air adalah kaedah penumbuhan tumbuhan di permukaan tanah. Pengertian asas pembenihan hidro adalah untuk menyembur benih yang telah dicampur dengan air atau kering di atas permukaan yang telah siap disediakan. Pembenihan hidro adalah satu proses yang melibatkan penggunaan peralatan pembenihan hidro untuk mengaplikasikan campuran benih, pelekat, sungkupan, baja, dan air ke dalam tanah (Emeka et al., 2021).

Hydroseeding which involves distributing seed under pressure with a water carrier is an efficient method of plant establishment on a ground surface. The basic notion of hydroseeding is to spray seed that has been blended with water or dry over a previously prepared surface. Hydroseeding is a process that involves utilising a hydroseeding equipment to apply a mixture of seeds, adhesives, mulch, fertilisers, and water to soils (Emeka et al., 2021).



(www.hydroseeding.com.my/photoalbum/index.html)

ii) Pagar hidup

Live fences/fascines

Teknik pagar hidup melibatkan penanaman keratan kayu keras dalam garisan merentasi cerun dengan dahan hidup ditenun secara mendatar disulami dengan menegak, mewujudkan pagar hidup. Pagar mengumpul bahan yang bergerak menuruni cerun dan melambatkan hakisan permukaan pada mulanya, kemudian menyediakan akar cengkam dengan keratan menegak dan beberapa akar cengkam mendatar (ICEM, 2017).

The live fences technique involves planting hardwood cuttings in lines across a slope with live branches woven horizontally between the verticals, creating a living fence. The fence collects material travelling downslope and delays surface runoff at first, then provides root reinforcement with vertical cuttings and some horizontals (ICEM, 2017).

- Pagar hidup boleh digunakan untuk menstabilkan tebing sungai dan mengelakkan hakisan kecil atau rendah.

Live fences can be used to stabilise riverbanks and prevent minor or shallow erosion.

- Ia boleh dipasang dan diselenggara dengan mudah pada pelbagai jenis tapak.

They can be easily installed and maintained on a wide variety of sites.

- Dapat meningkatkan penampilan estetik dan menyediakan habitat hidupan liar.

They can be easily installed and maintained on a wide variety of sites.

- Kos rendah menggunakan bahan yang tersedia.

Can improve the aesthetic appearance and provide wildlife habitat.

- Mewujudkan keadaan yang menggalakkan untuk penjajahan semula jadi tumbuh-tumbuhan daripada komuniti tumbuhan sekeliling.

Creates favourable conditions for natural colonisation of vegetation from the surrounding plant community.

- Menstabilkan kawasan perantaraan antara teknik biokejuruteraan tanah yang lain.

Stabilise intervening areas between other soil bioengineering techniques.



Memasang pagar hidup di tebing sungai.
Installing live fences on a riverbank.



3 bulan selepas pemasangan pagar hidup di tebing sungai.
Three months after planting live fences on a roadside embankment.



21 bulan selepas pemasangan pagar hidup di tebing sungai.
21 months after planting live fences on a riverbank.

iii) **Penanaman pokok renek dan pokok di tebing sungai/koridor riparian**
Shrub and tree planting on riverbanks/ riparian corridors

Selain cerun, teknik vegetatif juga boleh digunakan di tanah lembap termasuk kolam, tebing sungai, dan kawasan riparian. Tumbuhan asli boleh ditanam untuk menggalakkan biodiversiti sungai selain mengurangkan hakisan cerun dan hakisan tebing. Terdapat enam zon yang dikenal pasti apabila melibatkan penanaman riparian dan tebing sungai (JPS, 2012).

Besides slope, vegetative techniques also can be applied on wetlands including ponds, riverbanks, and riparian areas. Native plants can be planted to promote riverine biodiversity besides mitigating slope and bank erosion. There are six zones identified when it comes to riparian and riverbank planting (DID, 2012).

These highlights some of the plants that can be planted in each zones:



Zone 1 (Deep Water Pool):
Tube sedge
(*Lepironia articulata*)



Zone 2 (The shallow water bench):
Simpor Air
(*Dillenia suffruticosa*)



Zone 3 (Shoreline fringe):
Mexican primrose-willow
(*Ludwigia octovalvis*)



Zone 4 (Riparian fringe):
Common bamboo
(*Bambusa vulgaris*)



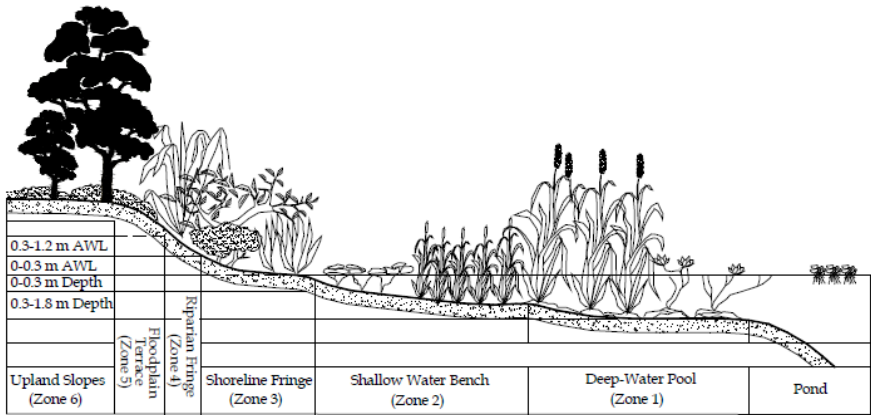
Zone 5 (Floodplain terrace):
Senduduk
(*Melastoma malabathricum*)



Zone 6 (Upland slopes):
Camphor tree
(*Dryobalanops aromatica*)



Sila imbas kod QR ini untuk senarai tumbuhan terperinci.
Scan this QR code for a detailed list of plants.



b) **Teknik Bioengineering Campuran**
Mixed Bioengineering Techniques

Dalam sesetengah kes, langkah drastic yang keras boleh diguna pakai jika ia digabungkan dengan tumbuh-tumbuhan sebagai sebahagian daripada penyelesaian kejuruteraan. “Kejuruteraan bio campuran” merujuk kepada gabungan teknik keras, lembut dan bercampur untuk menangani cerun atau tebing sungai yang terhakis. Dari segi cara menangani cerun, atau sekumpulan cerun, penyelesaian terbaik selalunya adalah gabungan teknik keras dan lembut dan Teknik bercampur untuk menangani bahagian cerun yang berbeza. Tiga contoh akan dibincangkan lebih lanjut mengenai teknik biokejuruteraan campuran.

In some cases, hard measures can be useful if they are combined with vegetation as part of the engineering solution. “Mixed bioengineering” is referring to a combination of hard, soft, and mixed techniques to deal with slope or eroded riverbank. In terms of how to deal with a slope, or a group of slopes, the best solutions are often a mix of hard, soft, and mixed techniques to deal with different parts of the slope. Three examples will be discussed further on the mixed bioengineering techniques.

i) **Gabion tumbuh-tumbuhan**
Vegetated gabions

Gabion ialah bakul dawai yang dipenuhi batu seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 18. Terdapat banyak cara yang berbeza gabion boleh digunakan kerana ia mempunyai kekuatan dan berat serta fleksibiliti yang berbeza. ‘Revetments’ boleh digunakan untuk membantu melindungi dasar sungai dan tebing sungai. Ia juga boleh digunakan untuk membina tembok penahan dan ‘abutment’ jambatan. Jika wayar pada gabion dicuri atau berkarat lebih awal, rumput, pokok, atau pokok renek boleh ditanam untuk memberikan kekuatan tambahan (ICEM, 2017).

Gabions are stone-filled wire baskets as shown in Figure 18. There are a lot of different ways gabions can be used as they have different strength and weight and flexibility. Revetments can be used to help protect the riverbed and riverbank. They can also be used to build retaining walls and bridge abutments. If the wire on the gabions is stolen or rusts early, grass, trees, or shrubs can be planted to provide extra strength (ICEM, 2017).



Memasang gabion tumbuh-tumbuhan.
Constructing vegetated gabions.



Gabion tumbuh-tumbuhan selepas sebulan dipasang.
Vegetated gabions wall, one month after construction.

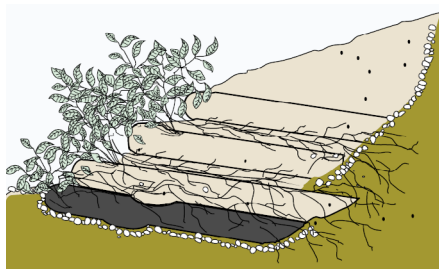


Gabion tumbuh-tumbuhan selepas setahun dipasang.
Vegetated gabions wall, one year after construction.

ii) Geotekstil tumbuh-tumbuhan *Vegetated geotextiles*

Geotekstil tumbuh-tumbuhan ialah geotekstil sintetik atau organik yang dibalut pada tanah dengan campuran dahan hidup diletakkan di antara lapisan. Terdapat banyak peluang untuk menggabungkan sistem kejuruteraan geoteknik dengan biokejuruteraan tanah. Ia melambatkan hakisan alur dan parit, menstabilkan tebing pengisi. Ia juga lebih murah berbanding dengan dinding penahan lain seperti gabion (USDA, 2000).

Vegetated geotextiles are synthetic or organic geotextiles wrapped around lifts of soil with a mix of live branches placed between layers. There are numerous opportunities of blending geotechnical-engineered systems with soil bioengineering. It retards rill and gully erosion, stabilises fill banks. It is also less expensive compared to other retaining walls like gabion (USDA, 2000).



iii) Bingkai konkrit tumbuh-tumbuhan *Vegetated concrete frames*

Perlindungan hakisan permukaan oleh bingkai konkrit yang ditutup dengan panel rumput. Bingkai batu atau konkrit tidak bertulang boleh digunakan untuk membina struktur. Konkrit bertulang boleh digunakan dalam beberapa keadaan, seperti apabila cerun perlu dikuatkan lebih daripada biasa. Oleh kerana langkah kejuruteraan keras dan biokejuruteraan lembut memerlukan kemahiran yang sangat berbeza, mereka memerlukan dua kumpulan orang yang berbeza untuk mengusahakannya. Semasa musim kemarau, rangka konkrit mesti dibina, dan penanaman rumput mesti dilakukan semasa musim hujan. (ICEM, 2017).

Surface erosion protection is provided by concrete frames that are covered with grass panels. Stone or unreinforced concrete frames may be used to construct the structures. Reinforced concrete may be utilised in some circumstances, such as when the slope needs to be strengthened more than usual. Because the hard engineering and soft bioengineering steps require very different skills, they need two different groups of people to work on them. During the dry season, the concrete frame must be built, and the grass planting must be done during the wet season. (ICEM, 2017).



Bingkai konkrit dengan rumput baru.
Concrete frame with newly planted grass.



Bingkai konkrit tumbuhan selepas 3 bulan dipasang.
Vegetated concrete frame, three month after construction.



Bingkai konkrit tumbuhan selepas 9 bulan dipasang.
Vegetated concrete frame, 9 month after construction.

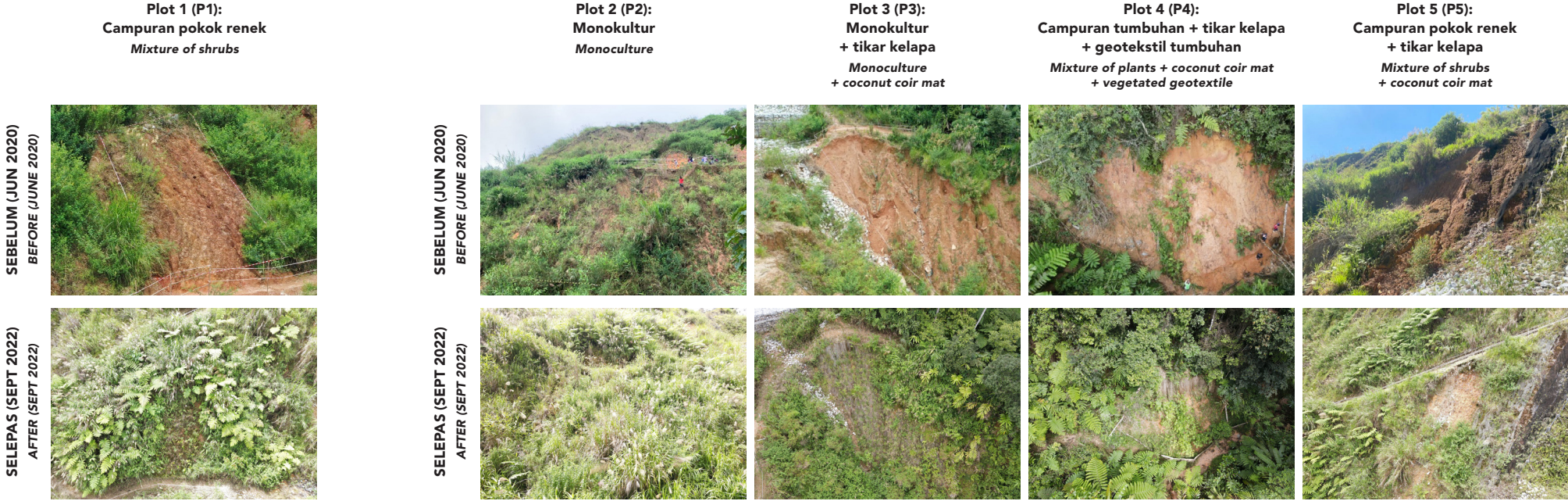
Kajian Kes Lembangan Hulu Sungai Kinta, Perak *The Case Study of Upper Kinta Basin, Perak*

Lembangan Hulu Sungai Kinta (Perak) meliputi kawasan seluas kira-kira 18,000 ha di bahagian atas bandaraya Ipoh di Perak. Tumpuan diberikan kepada pengurusan tadahan hulu Sungai Kinta yang penting untuk tujuan pemuliharaan biodiversiti dan bekalan air. Inisiatif perintis melalui Projek Mengarusperdanakan Pemuliharaan Biodiversiti ke dalam Pengurusan Sungai adalah menggunakan NbS, iaitu teknik biokejuruteraan untuk mengurangkan hakisan tanah dan seterusnya mencegah pemendapan di hilir, serta meningkatkan taraf hidup masyarakat orang asli di kawasan tersebut. Dengan tumbuh-tumbuhan menjadi elemen utama dalam biokejuruteraan tanah, projek ini telah dimulakan dengan tujuan untuk memulihkan dan menanam semula secara intensif bahagian cerun tanah tinggi terhakis yang terletak di Seksyen 45.9 FT185 Simpang Pulai – Lebuhraya Cameron Highlands. Secara umum, jenis tanah kawasan cerun adalah tanah bertekstur berpasir yang sangat terdedah kepada hakisan. Teknik biokejuruteraan tanah campuran digunakan semasa inisiatif ini. Oleh itu, tumbuhan perintis cerun yang sesuai, iaitu *Melastoma malabathricum* (senduduk), *Dillenia suffruticosa* (simpoh air), buluh, vetiver, dan tanaman penutup (legum) ditanam di cerun dengan struktur tanaman yang berbeza. Tikar sabut kelapa, geotekstil tumbuh-tumbuhan, dan lapisan berus adalah tiga teknik biokejuruteraan yang digunakan dengan perintis cerun. Sebanyak lima plot percubaan telah disediakan dalam dua fasa; Fasa 1 terdiri daripada empat plot percubaan (Plot 1 - 4) pada tahun 2020 dan Fasa 2 pada 2022 terdiri daripada satu plot rawatan (Plot 5). Kemajuan positif terhadap kemasukan spesies juga diperhatikan terutamanya dalam Plot 1, yang merupakan penunjuk penting sebagai peringkat penggantian awal dan peningkatan keadaan tanah.

*The Upper Kinta River Basin (Perak) covers an area of about 18,000 ha above Ipoh city in Perak. The focus is on the management of the upper catchment of Kinta River that is important for biodiversity conservation and water supply purposes. The pilot initiative through the Mainstreaming Biodiversity Conservation into River Management Project is to use NbS, i.e. bioengineering techniques to reduce soil erosion and subsequently to prevent sedimentation downstream, as well as improving the livelihoods of indigenous communities in the area. With vegetation being a central element in soil bioengineering, this project was initiated with the aim to rehabilitate and revegetate intensively a section of eroded highland slope located at Section 45.9 FT185 Simpang Pulai – Cameron Highlands Highway. In general, the soil type of the slope area is sandy textured soil that is highly susceptible to erosion. Mixed soil bioengineering techniques is used during this pilot initiative. Hence, the suitable slope pioneers, namely *Melastoma malabathricum* (senduduk), *Dillenia suffruticosa* (simpoh air), bamboo, vetiver, and cover-crop (legumes) were grown on slope with different planting designs. Coconut coir mat, vegetated geotextiles, and brush layering are the three bioengineering techniques used with slope pioneers. A total of five trial plots were set up in two phases; Phase 1 consists of four trial plots (Plot 1 - 4) in year 2020 and Phase 2 in 2022 consists of one treatment plot (Plot 5). Positive progress on the species influx was also observed especially in Plot 1, which was an important indicator as an early successional stage and improvement of soil conditions.*

Selain teknik biokejuruteraan, inisiatif ini juga menggunakan OA Kampung Pawong sebagai sumber manusia utama untuk melaksanakan projek tersebut. Penglibatan mereka amat penting bagi menjayakan projek di mana pertukaran ilmu tradisi berlaku selain menyediakan mata pencarian alternatif kepada mereka. Plot percubaan tapak biokejuruteraan berjaya menunjukkan gabungan atribusi tumbuhan dan reka bentuk komposisi yang berkesan sebagai langkah ke hadapan dalam program pemulihan cerun di cerun tanah tinggi. Pemerhatian yang membuahkan hasil boleh dianggap sebagai data asas untuk status semasa dan jalur bagi masa depan program tebatan dan pengurusan cerun (seperti yang ditunjukkan di bawah). Kejayaan awal tapak demonstrasi perintis boleh diambil sebagai kajian kes untuk melanjutkan lebih banyak inisiatif biokejuruteraan tanah di pelbagai cerun yang terhakis di negara ini.

Besides bioengineering techniques, the pilot initiative also used OA Kampung Pawong as key human resource to implement the project. Their involvement was very vital for the success of project where the exchange of traditional knowledge occurred besides providing alternative livelihood for them. The trial plots of bioengineering site successfully demonstrated an effective combination of plant attributions and composition designs as a way forward in slope restoration programme on highland slopes. The promising observations can be regarded as a baseline data for the current status and future prospects of the slope mitigation and management programme (as shown below). The initial success of pilot demonstration site can be taken as a case study to extend more soil bioengineering initiatives at various eroded slopes in the country.



Sila imbas kod QR ini untuk maklumat lanjut berkenaan projek.

Scan this QR code for further details on the project.

PERKEMBANGAN KESELURUHAN PROJEK OVERALL PROGRESS OF THE PROJECT



HUB PENDIDIKAN ALAM SEKITAR LEMBANGAN SUNGAI KINTA KINTA RIVER BASIN ENVIRONMENTAL EDUCATION HUB

