



**GARISPANDUAN
SISTEM SALIRAN BIO-EKOLOGIKAL
(BIOECODS) BAGI KAWASAN
PEMBANGUNAN BARU
DI SEBERANG PERAI**

GARISPANDUAN SISTEM SALIRAN BIO-EKOLOGIKAL (BIOECODS) BAGI KAWASAN PEMBANGUNAN BARU DI SEBERANG PERAI

1.0 Latar Belakang

Peningkatan pertumbuhan ekonomi dan pembangunan kawasan perbandaran serta kawasan industri yang pesat di kebanyakan tempat di seluruh negara telah memberikan kesan yang buruk terhadap alam sekitar dengan peningkatan aliran puncak, penurunan kualiti air, penyingkiran tumbuhan riparian dan kepupusan habitat hidupan air yang membawa kepada kemerosotan persekitaran sungai, tasik dan pantai.

Pendekatan pengurusan air ribut yang tradisional telah diamalkan dengan meluasnya di Malaysia dengan membenarkan pemaju membina parit dan longkang, membesarkan dan meluruskan sungai dan parit untuk memenuhi keperluan akibat peningkatan aliran di kawasan tadahan. Parit tanah dinaiktarafkan dengan menggunakan saluran konkrit yang bertujuan untuk memaksimumkan kapasiti aliran telah mengubah sistem saliran semulajadi kepada saluran konkrit. Pendekatan tradisional ini tidak berkesudahan selagi pembangunan diteruskan dan sungai perlu dibesarkan untuk meningkatkan aliran air larian permukaan yang semakin bertambah.

Oleh yang demikian, kerajaan perlu membelanjakan jutaan ringgit untuk mengatasi banjir kilat disebabkan oleh amalan kaedah tradisional yang membenarkan air larian permukaan yang terhasil dari kawasan yang dibangunkan dibuang terus ke dalam longkang atau sungai di hilirnya. Jutaan ringgit telah dibelanjakan untuk projek tebatan banjir di Seberang Perai sehingga kini. Walaupun begitu, banjir kilat masih berlaku di Seberang Perai.

Disebabkan cabaran yang dihadapi, satu kaedah pengurusan air ribut yang lebih mampan perlu dibentuk untuk mengatasi masalah banjir dan isu-isu lain yang berkaitan dengan air larian ribut. Dengan itu, Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia (JPS Malaysia) telah mengorak langkah untuk memperkenalkan Manual Saliran Mesra Alam (*Urban Storm Water Management Manual for Malaysia*) pada tahun 2000 untuk menggantikan manual saliran sebelum ini iaitu "*Planning and Design Procedures No.1: Urban Drainage Design Standards and Procedure for Peninsular Malaysia*" yang telah diterbitkan pada tahun 1975.

Melalui pendekatan baru ini pemaju dikehendaki mengekalkan aspek kualiti dan kuantiti air larian pada tahap yang sama sebelum dan selepas pembangunan dijalankan (*uncontaminated zero contribution to peak discharge*).

2. Sistem Saliran Bio-Ekologikal (BIOECODS)

Konsep sistem saliran bio-ekologikal (BIOECODS) adalah sejajar dengan konsep Manual Saliran Mesra Alam iaitu pengekalan kitaran air hujan dalam sistem ekologi.

Kaedah ini menggunakan pendekatan kawalan pada punca, pengecilan aliran dan rawatan air dengan kaedah pembinaan sistem biologi seperti tasik, kawasan tanah lembap (paya) dan kemudahan-kemudahan rawatan lain. BIOECODS merupakan alternatif pengurusan air larian hujan yang lebih mesra alam dan mampan untuk memenuhi konsep kawalan kuantiti dan kualiti air larian hujan. Aspek kawalan kuantiti air larian hujan berteraskan pengurusan pada punca menerapkan elemen kejuruteraan penyusupan, penstoran dan melambatkan aliran.

Komponen penyusupan dan komponen penstoran dapat memperlambatkan aliran dan akan dapat meningkatkan proses pembersihan air larian. Oleh itu, kawalan kualiti air larian hujan akan dapat dicapai. Penyingkiran bahan pencemaran melibatkan rawatan air larian hujan melalui satu siri amalan pengurusan terbaik (BMPs) daripada punca air larian sehingga penyaliran ke parit utama dan sungai.

3. Komponen-Komponen Utama BIOECODS

Komponen-komponen BIOECODS ialah alur berumput atau *swale*, dan kolam takungan kering (*dry pond*) atau kolam basah (*wet pond*).

Komponen ini adalah kombinasi kepada proses penyusupan, melambatkan aliran, penyimpanan dan pembersihan sebagai perawatan awal sebelum ianya dialirkan ke parit atau sungai berhampiran.

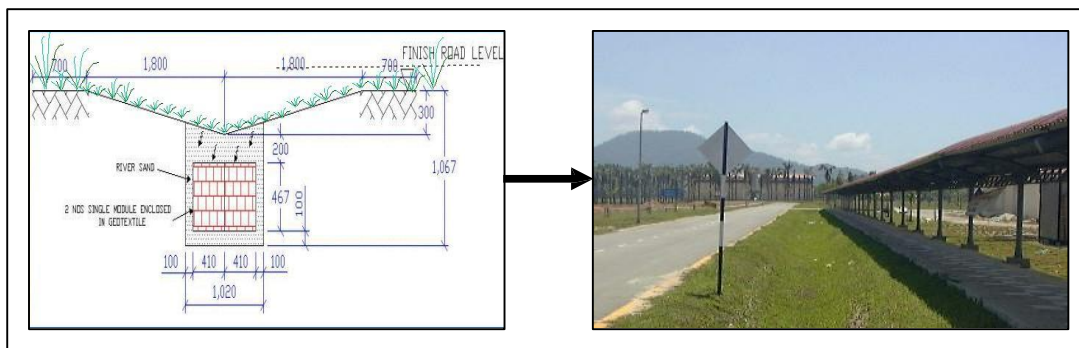
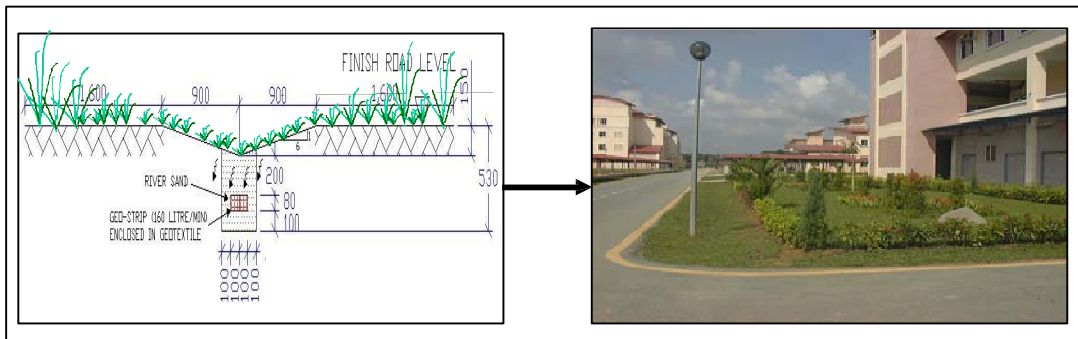
Air ribut daripada kawasan yang dibangunkan akan dihalakan ke *swale* sebagai saluran terbuka (*open conveyance swale*) yang ditanam dengan *native cow grass* dan aliran tambahan ditampung oleh saluran bawah tanah yang diperbuat daripada bahan polimer berbeza dengan sistem konvensional. *Swale* akan menyumbang kepada perawatan awalan, melambatkan aliran dan penstoran, penyusupan awalan dan pengendapan. Tanah terbuka landskap dan *dry ponds* adalah komponen kedua. Tanah terbuka yang dipenuhi landskap dan *dry pond* akan menyebarkan aliran dan aliran akan di bawa oleh *swale*, dan mengurangkan halaju air ribut, memaksimumkan pengendapan di sesuatu pembangunan, penyusupan dan penyejatan. Di tambah lagi dengan proses penjerapan oleh landskap tanah membolehkan tanah memegang lebih banyak banyak bahan pencemar. Keadaan aerobik tanah membolehkan pemecahan hidrokarbon.

Swale

Swale yang dipasang mempunyai permukaan berumput beserta saluran sub-permukaan menggunakan *geo-strip* dan *module* untuk memastikan tiada air bertakung selepas hujan dan bagi tujuan penyucian. *Geo-strip* dan *module* tersebut dibalut oleh *hydronet* bagi menghalang sistem ini dipenuhi oleh sedimen halus. *Hydronet* dapat meningkatkan penyusupan kerana bahan tersebut direkacipta untuk memudahkan aliran air.

Swale yang ditengah mempunyai seksyen berpasir dan bermodul ini berupaya untuk meningkatkan lagi kadar bahan penyingkiran bahan tercemar melalui proses penyusupan dan penyucian. Penyusupan ialah air meresap ke dalam tanah secara semulajadi. Kaedah penyusupan dapat menyingkirkan bahan pencemar secara efektif melalui penyerapan air ke dalam strata tanah. Zarah-zarah tanah akan memerangkap bahan cemar.

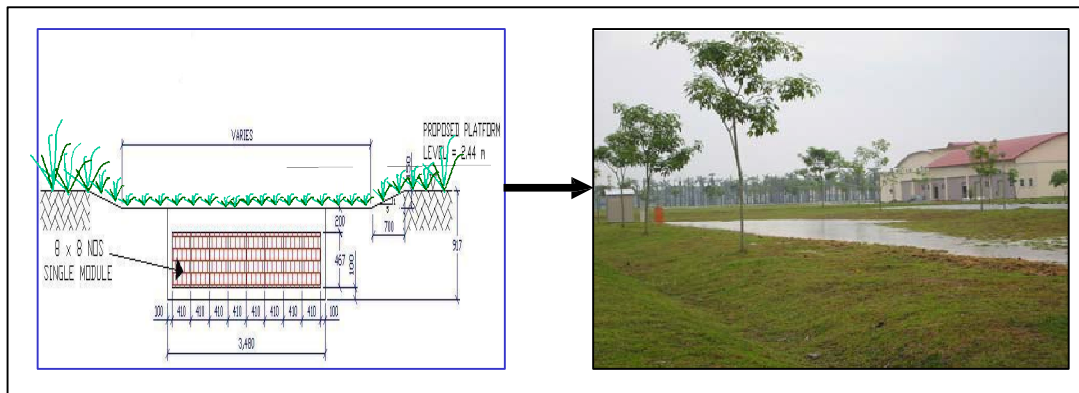
Contoh keratan rentas *swale* yang direkabentuk



Dry Pond

Kawalan kuantiti air ribut yang disediakan oleh Sistem Saliran Bio-Ekologikal terdiri daripada dua peringkat iaitu peringkat lot dan peringkat komuniti. Sebahagian air ribut daripada beberapa buah bangunan berdekatan akan dialirkan masuk ke dalam storan iaitu *dry pond* yang berfungsi untuk mengawal kuantiti air ribut pada peringkat lot bangunan. Pada peringkat komuniti kemudahan *detention pond* disediakan dengan tujuan untuk memenuhi sumbangan puncak aliran sifar.

ia berperanan untuk menakung air hujan yang turun ke atasnya dan melepaskan air takungan tersebut ke *ecological swale* secara perlahan-lahan apabila air takungan dalam *ecological swale* telah kosong. Dengan kata lain, ia berfungsi sebagai *off-line on site detention* yang mengurangkan puncak aliran.



4. Rekabentuk Komponen-Komponen Utama BIOECODS

Perimeter Swale

Kaedah *Rational* digunakan untuk anggaran puncak aliran bagi keluasan kawasan tadahan yang kecil sehingga 80 ha. Kriteria rekabentuk yang disarankan dalam MSMA (JPS, 2000) telah diringkaskan dalam Jadual 1 dan 2.

Jadual 1 Kriteria Rekabentuk Kuantiti Untuk *Perimeter Swale*.

Rujukan MSMA	Kriteria
26.2.2	Penghujung kedua-dua belah <i>swale</i> berumput haruslah diletakkan 0.5m daripada resab jalan atau sempadan hartabenda lain umumnya
26.2.4	Kedalaman <i>swale</i> berumput harus termasuk <i>freeboard</i> sedalam 50mm
26.2.5	Halaju purata aliran haruslah tidak melebihi 2m/s
Rajah 26.2	Cerun sisi = 1:4 min (batter); 1:50 (dasar)

Jadual 2 Kriteria Rekabentuk Kualiti Untuk *Perimeter Swale*.

Parameter Rekabentuk	Keperluan
Halaju purata	< 0.5m/s
Cerun memanjang	2%-4% < 2% guna saliran bawah tanah > 4% guna struktur penurun
Kedalaman air maksimum	150mm (kualiti air)
Pekali Manning untuk pengaliran air	0.1 (0.2 kalau rumput dipotong secara tidak kerap)
Lebar dasar (bawah)	0.6-3 m
Ketinggian freeboard	0.3m untuk ribut major
Masa residen hidraulik minimum	2 minit
Jarak minimim	60m
Cerun sisi maksimum	3H:1V 4H:1V (diutamakan)
Ketinggian rumput	150mm atau lebih
Kedalaman aliran	Kurang daripada 150mm untuk hujan 3 bulan

Untuk keselamatan kanak-kanak dan orang dewasa, *perimeter swale* harus direkabentuk supaya nilai rekabentuk untuk VD (halaju x kedalaman) harus berada dalam julat 0.2 m²/s ke 0.4 m²/s bagi kedalaman aliran 0.075m ke 0.42m untuk ribut tahunan purata.

Dari segi kawalan hakisan, halaju aliran haruslah tidak melebihi 1.5m/s untuk peristiwa 5 tahun kala ulangan.

Module saliran dan penyimpanan

Modul saliran danpenyimpanan hendaklah dalam saiz yang standard seperti jadual 3

Jadual 3 : Saiz modul saliran

Characteristics	Width (mm)	Length (mm)	Height (mm)
Single Module	400	715	440
Drainage Cell	500	600	30
Half Modular	400	715	240
Quarter Moduler	200	715	240
Turf Cell	500	600	50

Sifat-sifat modul penyimpanan dan sel saluran adalah seperti berikut:

Characteristics	Flow rate	Crush Strength / Compression Strength (ton/m ²) (ASTM D 1621)*
Storage Module	> 0.035 m ³ /s	>18.5
Drainage cell	> 18 l/m.s @ 1% Slope	> 40.0
Half Modular	> 0.035 m ³ /s	>18.5
Quarter Moduler	> 0.035 m ³ /s	>45.0
Turf Cell	> 20 l/m.s @ 1% Slope	>120.0

Rekabentuk *Dry Pond*

Prosedur Rekabentuk Kuantiti Untuk Kolam Tahanan jenis *dry pond*

- a) Menentukan Kriteria Hujan Rekabentuk Untuk Kolam Tahanan Ribut minor rekabentuk untuk *dry pond* ditentukan sebagai 50 tahun kala ulangan.
- b) Menentukan Had Aliran Keluar dari *dry pond*
dry pond direkabentuk untuk mengurangkan kadar aliran dan halaju aliran selain daripada merawat kualiti air ribut.
- c) Menentukan Luas kawasan tadahan
- d) Keadaan hidraulik di aliran keluar *dry pond* yang boleh menyebabkan fenomena airbalik.

Rekabentuk *Wet Pond*

Rekabentuk *wet pond* memerlukan hidrograf aliran masuk, lengkung kedalaman-storan dan lengkung kedalaman-kadaralir (lengkung kadaran). Hidrograf aliran masuk perlu dihalakan melalui kolan tahanan untuk satu julat tempoh hujan rekabentuk yang berlainan supaya isipadu maksimum dan paras air storan yang pada kadar aliran keluar maksimum yang dibenarkan dapat ditentukan.

Kerumitan dan bilangan hidrograf aliran masuk yang perlu dianggarkan dan dihalakan melalui kolam tahanan akan menyebabkan kaedah pengiraan manual menjadi sangat rumit dan mengambil masa yang panjang. Oleh itu, pengiraan ini adalah baik dilakukan dengan pemodelan komputer.

Kriteria rekabentuk yang diberikan dalam MSMA (JPS, 2000) adalah seperti dalam Jadual berikut

Rujukan MSMA	Kriteria Rekabentuk
20.5.2	Kedalaman maksimum kolam tahanan tidak harus melebihi 3.0m di bawah keadaan pengoperasian normal untuk aliran maksimum rekabentuk
20.5.4	Cerun sisi untuk benteng tanah berumput dan kawasan storan kolam tidak curam daripada 4(H):1(V). Cerun sisi 6(H):1(V) atau lebih rata adalah dicadangkan untuk meningkatkan keselamatan orang awam dan menyenangkan pemotongan rumput
20.5.6	300 mm minimum untuk <i>freeboard</i>
20.5.7	Bahan tambak untuk benteng tanah harus bebas daripada belukar, akar tumbuhan dan bahan organic lain daripada penguraian. Bahan tambak harus dipadatkan ke tahap sekurang-kurangnya 95% dalam kaedah <i>Proctor</i> Terubahsuai.

