

LAPORAN CABARAN INOVASI JPS MALAYSIA TAHUN 2011

PROJEK INOVASI CERUCUK RAKIT MESRA ALAM (ERP SYSTEM)



DIPERSEMBAHKAN OLEH:

PASUKAN INOVASI ERP SYSTEM

**JPS SELANGOR DAN BAHAGIAN PENGURUSAN LEMBANGAN SUNGAI
DAN ZON PANTAI (SEKSYEN PANTAI), JPS MALAYSIA**

Kandungan

Kandungan	i
1 PENDAHULUAN.....	3
1.1 Nama Bahagian.....	3
1.2 Objektif	3
1.3 Saiz Organisasi	3
1.4 Carta Organisasi	4
1.5 Tajuk Projek	4
1.6 Ahli Kumpulan	4
2 PENGENALAN/ LATAR BELAKANG PROJEK INOVASI	5
3 TUJUAN PROJEK INOVASI.....	10
4 IMPLIKASI KEWANGAN.....	11
5 PROSES PELAKSANAAN (KRONOLOGI).....	12
6 IMPAK INOVASI TERHADAP KUMPULAN SASAR/ PERKHIDMATAN/ JABATAN/ AGENSI/ NEGARA.....	19
6.1 Output	19
6.2 Penjimatan Kos	22
6.3 Penjimatan Masa.....	26
6.4 Peningkatan Produktiviti	27
6.5 Replicability	30
6.6 Penjanaan Pendapatan	31
6.7 Mesra Pelanggan	31
7 PENGIKTIRAFAN DALAM/ LUAR NEGARA.	33
8 GAMBAR-GAMBAR KEADAAN SEBELUM DAN SELEPAS INOVASI BESERTA DENGAN TAJUK.....	34
9 PENUTUP	39
10 LAMPIRAN-LAMPIRAN	39

1 PENDAHULUAN

KERTAS KERJA CABARAN INOVASI

Persembahan Inovasi Peringkat JPS Malaysia 2011
Kategori Teknikal

1.1 Nama Bahagian

JPS Selangor dan Seksyen Pantai, Bahagian Pengurusan Lembangan Sungai dan Zon Pantai, JPS Malaysia.

1.2 Objektif

JPS Malaysia (Seksyen Pantai): Menyediakan perkhidmatan kejuruteraan yang diluar kemampuan sesuatu kumpulan sasar dan seterusnya memastikan penggunaan tanah yang optimum dan pengurusan air yang cekap.

JPS Selangor: Menyumbang ke arah pembangunan sosio ekonomi masyarakat dengan itu ia dapat menambahkan pendapatan petani, produktiviti dan taraf hidup rakyat negeri Selangor.

1.3 Saiz Organisasi

JPS Selangor (90 orang)

Seksyen Pantai, Bahagian Pengurusan Lembangan Sungai dan Zon Pantai,
JPS Malaysia (52 orang)

1.4 Carta Organisasi

CARTA ORGANISASI



1.5 Tajuk Projek

Sistem Cerucuk Rakit Mesra Alam atau juga dikenali sebagai *Eco-friendly Raft Pile Foundation System (ERP System)*.

1.6 Ahli Kumpulan

1. En. Mohd Abdul Nassir Bin Bidin (Penasihat)
2. Ir. Hj. Nor Hisham Bin Mohd Ghazali (Ketua)
3. Ir. Arman Bin Mokhtar
4. En. Ahmad Fazili Bin Abdul Hamid
5. En. Zainal Akamar Bin Harun
6. Pn. Lily Azyyati Binti Johar
7. Pn. Marenawati Binti Abd. Malek
8. En. Norfaizal Bin Jusoh
9. En. Mohd Haffiz Bin Mohd Yazid

2 PENGENALAN/ LATAR BELAKANG PROJEK INOVASI

Kerja-kerja pembinaan struktur di kawasan tanah lembut khasnya di kawasan pesisir pantai negara sering dikaitkan dengan masalah pemendapan dan keupayaan galas tanah. Memandangkan penyelesaian kepada masalah pembinaan tersebut lazimnya bergantung kepada peruntukan yang terhad, cerucuk bakau yang dihasilkan daripada batang pokok bakau seringkali digunakan sebagai alternatif yang murah berbanding kaedah lain. Namun begitu, penggunaan cerucuk bakau lazimnya akan menyebabkan penebangan hutan bakau yang tidak terkawal di sepanjang pesisiran pantai dan akan menyumbang kepada masalah hakisan pantai, kesan terhadap ekonomi setempat dan pelbagai kemusnahan alam sekitar yang lain.

Berdasarkan statistik dari Jabatan Perhutanan keluasan Hutan Paya Bakau di Malaysia adalah kira-kira 586,036 hektar. Luas kawasan ini meliputi kira-kira 17% di Semenanjung Malaysia, 57% di Sabah dan 26% di Sarawak. Pada masa ini Malaysia mengamalkan sistem penebangan secara 'clear-felling' mengikut giliran iaitu dalam jangka masa 20 hingga 30 tahun. Secara umumnya, sifat kayu bakau yang mempunyai daya tahan yang tinggi apabila terendam di dalam air menjadikannya amat berguna sebagai cerucuk pilihan yang murah bagi asas struktur-struktur kejuruteraan awam dan hidraulik berkapasiti kecil dan sederhana di kawasan tanah lembut.



Fig. 2.1 – Cerucuk bakau bagi kerja-kerja pembinaan di tanah lembut

Walau bagaimanapun, semenjak tragedi tsunami pada 26 Disember 2004, kerajaan telah menilai semula keperluan hutan bakau sebagai zon penampungan kepada impak tsunami yang melanda negara. Selain berfungsi sebagai zon penampungan, hutan bakau juga merupakan habitat kepada pelbagai biodiversiti flora dan fauna dan kemusnahan hutan bakau merupakan satu fenomena yang turut menyumbang kepada pelbagai masalah serius lain seperti hakisan pantai, krisis terhadap sektor perikanan, aktiviti penyeludupan kayu bakau, kepupusan spesis-spesis haiwan unik serta kesan langsung terhadap sumber ekonomi masyarakat setempat (ikan, ketam, udang dsb).

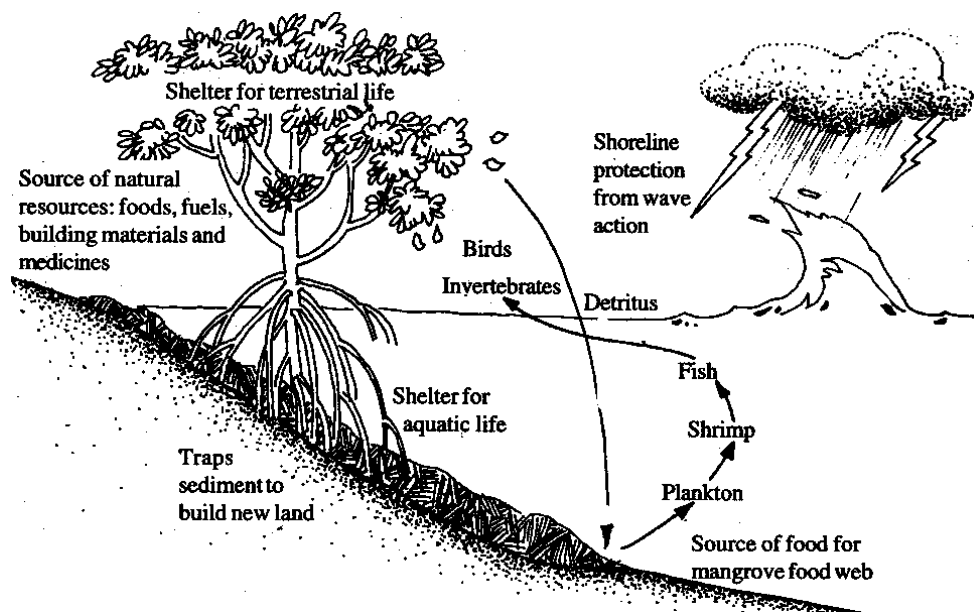


Fig. 2.2 – Kepentingan hutan bakau secara semulajadi

Bagi mengurangkan masalah kepupusan hutan bakau ini, kerajaan telah membelanjakan sejumlah peruntukan yang tinggi bagi beberapa program penanaman semula pokok bakau oleh agensi-agensi kerajaan seperti Jabatan Perhutanan Semenanjung Malaysia dan Institut Penyelidikan Perhutanan Malaysia (FRIM) untuk dilaksanakan. Selain itu, penggunaan kayu bakau di dalam bidang kejuruteraan awam juga mula dihentikan oleh pihak kerajaan dalam usaha melindungi hutan bakau. Namun begitu, penggunaan kayu bakau sebagai asas cerucuk masih lagi mendapat permintaan yang tinggi dalam sektor pembinaan kerana faktor kos, tiada alternatif sebanding dan pemahaman rekabentuk cerucuk bakau berdasarkan spesifikasi sediaada¹.

¹ Berdasarkan spesifikasi cerucuk bakau JKR/SPJ/1988 (lihat Lampiran B)

Selain cerucuk bakau, kaedah cerucuk konvensional lain yang sering digunakan sebagai asas struktur awam dan hidroliik adalah cerucuk konkrit. Namun begitu, cerucuk konkrit adalah lebih mahal, lebih sukar untuk dikendalikan dan mengambil masa untuk dibawa dan dipasang di tapak. Hal ini berikutan beban konkrit yang tinggi dan keadaan ini memerlukan peralatan dan mesin khas untuk kerja-kerja pemasangan cerucuk. Selain itu, cerucuk jenis konkrit juga kurang sesuai diaplikasikan di kawasan tanah lembut/ berpayau memandangkan kesukaran mesin-mesin beroperasi dalam keadaan ini. Cerucuk konkrit juga dilihat kurang mesra alam akibat aktiviti perlombongan batu/ batu kapur di kuari untuk menghasilkan simen dan konkrit. Daripada sudut teknikal, cerucuk konkrit adalah lebih berat dan memerlukan rekabentuk struktur yang lebih terperinci dan tidak kos efektif bagi struktur-struktur berkapasiti kecil dan sederhana (cth: pembinaan longkang, ban pantai, struktur penahan tebing dsb). Cerucuk konkrit juga cenderung untuk tenggelam (fenomena *negative skin friction*) akibat beban sendiri yang tinggi di kawasan tanah lembut (tanah lempung dan gambut) sekiranya ditanam dalam kedalaman dan kuantiti yang kecil. Hal ini boleh mendatangkan kesulitan kepada para jurutera untuk merekabentuk struktur di kawasan tanah lembut akibat faktor teknikal dan implikasi kos yang tinggi.



Fig. 2.3 – Cerucuk konkrit



Fig. 2.4 – Pemasangan cerucuk konrit menggunakan mesin khas

Akibat daripada masalah-masalah ini, maka satu sistem cerucuk yang dinamakan ***Sistem Cerucuk Rakit Mesra Alam (ERP System)*** telah dibangunkan oleh JPS Selangor dan Seksyen Pantai, JPS Malaysia. Sistem ini direkabentuk bagi memberikan satu alternatif pilihan selain cerucuk konvensional di kawasan tanah lembut khusus bagi struktur-struktur berkapasiti kecil dan sederhana. *ERP System* lazimnya direkabentuk sebagai satu sistem grid yang terdiri daripada elemen cerucuk (pile element) dan elemen rakit (raft element). Secara ringkasnya dari sudut teknikal, elemen cerucuk ini akan bertindak sebagai penahan beban (withstand the load) manakala elemen rakit pula akan bertindak menyebarkan beban secara sekata (distribution of the load). Satu penyumbat khas (ERP plug) akan dimuatkan pada kedua-dua hujung cerucuk bagi memberikan keadaan kedap udara (air tight) yang menyumbang kepada daya apungan (uplift force) *ERP System*. Elemen-elemen cerucuk dan rakit ini akan dihubungkan bersama dengan penyambung khas (ERP connectors) dan kemudian akan dipasang dengan skru penyambung (bolt & nut) pada setiap sambungan. Gambarajah yang menunjukkan *ERP System* dan pemasangannya di tapak adalah seperti yang ditunjukkan dalam **Fig. 2.5** dan **Fig. 2.6** di bawah:-

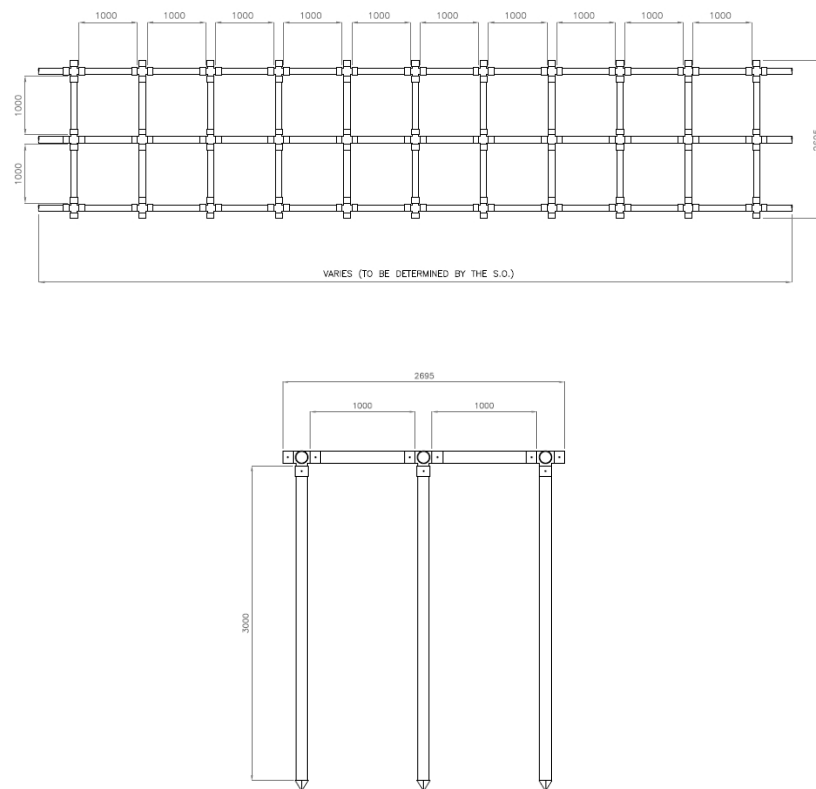


Fig. 2.5 – Pelan dan pandangan sisi ERP System



Fig. 2.6 – ERP System sebagai asas struktur

3 TUJUAN PROJEK INOVASI

Pada masa ini, walaupun masih terdapat permintaan terhadap cerucuk bakau dalam sektor pembinaan, terdapat beberapa masalah/ isu semasa lain yang timbul berkaitan penggunaan cerucuk bakau seperti berikut:-

- i) Sifat kayu bakau yang mereput apabila tidak terendam di dalam air.
- ii) Kesukaran mendapatkan bekalan cerucuk bakau.
- iii) Kualiti kayu bakau yang kian merosot.
- iv) Masalah berkaitan aktiviti penyeludupan kayu bakau
- v) Kesukaran pokok bakau untuk tumbuh di kawasan pesisiran pantai secara penanaman semula.
- vi) Kesedaran masyarakat mengenai kepentingan hutan bakau terhadap alam sekitar.

Bagi memenuhi agenda nasional iaitu pembangunan seimbang dan pemeliharaan hutan bakau serta alam sekitar, *ERP System* yang dibangunkan ini merupakan satu jawapan bagi menyokong sektor pembinaan tanpa perlu mengabaikan program lain yang dilaksanakan oleh kerajaan. Sistem ini direkabentuk bagi menyamai fungsi asas cerucuk bakau, berkonsepkan mesra alam dan lebih mudah dipasang sebagai asas struktur. Dengan menggunakan prinsip asas rakit bercerucuk (piled raft), *ERP System* dilihat mampu menampung bebanan yang lebih tinggi, mengurangkan pemendapan tanah, mempunyai kualiti, ketahananlasakan dan keboleherjaan (workability) yang tinggi, mempunyai ciri-ciri teknikal yang dipertingkatkan dan mesra alam.

Secara khususnya, objektif penghasilan atau penciptaan *ERP System* ini adalah:-

- a. Menghasilkan satu sistem cerucuk yang lebih kompetitif dan mempunyai ciri-ciri teknikal yang dipertingkatkan, mudah dan cepat dipasang di tapak, kos efektif dan mesra alam berbanding kaedah cerucuk konvensional lain yang digunapakai sekarang khasnya di kawasan tanah lembut.
- b. Mewujudkan satu sistem cerucuk sebagai alternatif sebanding kepada penggunaan cerucuk konvensional khasnya cerucuk bakau bagi mengurangkan kemusnahan hutan bakau, biodiversiti dan alam sekitar yang kini semakin terancam.

4 IMPLIKASI KEWANGAN

ERP System telah dibangunkan sendiri oleh jurutera-jurutera JPS berdasarkan pengalaman profesional dari sudut rekabentuk dan keadaan sebenar di tapak pembinaan. Oleh yang demikian, kos asas pembangunan *ERP System* ini adalah amat minimum dan tidak memerlukan peruntukan R&D yang tinggi. Memandangkan alternatif kepada cerucuk bakau adalah perlu bagi memenuhi agenda nasional iaitu pembangunan seimbang, konsep *ERP System* yang dibangunkan ini adalah satu usaha bagi menyokong sektor pembinaan tanpa perlu mengabaikan program lain yang dilaksanakan oleh kerajaan dalam memelihara alam sekitar.

Secara umumnya, *ERP System* ini dapat membantu memberikan penjimatan jangka panjang bagi kerja-kerja pembinaan di kawasan tanah lembut yang berisiko dari aspek pemendapan dan keupayaan galas tanah. Selain itu, *ERP System* juga mampu membantu meningkatkan sumber ekonomi negara disamping menjimatkan peruntukan kerajaan. Sistem ini wajar dimanfaatkan sepenuhnya oleh kerajaan dengan menerapkan konsep 'Building with Nature' dalam pembangunan yang dirancang.



Fig. 4.1 – *Pembangunan seimbang wajar dilaksanakan oleh kerajaan dalam usaha memastikan kelestarian alam sekitar*

5 PROSES PELAKSANAAN (KRONOLOGI)

Konsep *ERP System* bermula pada tahun 2004 apabila masalah runtuh struktur lapis lindung berlaku semasa kerja-kerja pengawalan hakisan pantai di Sabak Bernam, Selangor. Bermula dengan konsep awalan, pemilihan bahan yang sesuai untuk cerucuk, rekabentuk kejuruteraan dan analisis kos, pembangunan *ERP System* ini telah diteruskan sehingga tahun 2007 dengan mengambilkira faktor kos, keperluan teknikal masalah-masalah lazim di tapak. Secara umumnya, masalah pemendapan dan keupayaan galas tanah adalah punca kegagalan struktur-struktur yang bina.



Fig. 5.1 – Masalah runtuh struktur lapis lindung yang berlaku semasa projek pengawalan hakisan pantai.

Pada tahun 2010, inovasi ini dibangunkan semula secara intensif dan dilaksanakan di JPS Daerah Kelang, Selangor dibantu oleh Seksyen Pantai, Bahagian Pengurusan Lembangan Sungai & Zon Pantai, JPS Malaysia. Hal ini berikutan masalah kekurangan bekalan kayu bakau di Daerah Klang dan masalah-masalah lain seperti isu kualiti kayu bakau, penyeludupan kayu bakau, kos cerucuk sedia ada yang tinggi dan kesukaran untuk melaksanakan kaedah konvensional di kawasan tanah lembut. Hal ini ditambah dengan isu kebakaran hutan dan jerebu di kawasan paya gambut di Daerah Kelang yang menyebabkan struktur hidraulik '*Check Dam*' terpaksa dibina segera bagi

membolehkan pihak bomba memadamkan kebakaran. Oleh kerana faktor kesuntukan masa, isu penyeludupan serta bekalan kayu bakau yang terhad ketika itu dan kesukaran untuk mengaplikasikan kaedah konvensional di kawasan tanah lembut, *ERP System* telah tercipta dan digunakan bagi menggantikan cerucuk kayu bakau bagi tujuan asas struktur tersebut.



Fig. 5.2 – Masalah dan isu berkaitan penyeludupan kayu bakau



Fig. 5.3 – Pembinaan 'Check Dam' di kawasan tanah lembut menggunakan *ERP System* sebagai asas struktur.

Walau bagaimanapun, kesesuaian bahan cerucuk dilihat merupakan antara elemen terpenting bagi tujuan menggantikan cerucuk bakau ini. Terdapat beberapa kesukaran dalam menyediakan alternatif sebanding memandangkan sifat semulajadi kayu bakau yang mempunyai daya tahan yang tinggi apabila terendam di dalam air, ringan dan murah. Oleh yang demikian, bagi memastikan *ERP System* dapat diaplikasikan sebagai asas struktur dengan berkesan, pemilihan bahan bagi cerucuk juga telah mengambilkira keperluan aspek-aspek teknikal yang diperlukan. Data-data teknikal bahan-bahan yang digunakan bagi menghasilkan *ERP System* ini mematuhi aspek kawalan kualiti dan ujian-ujian oleh pihak makmal yang bertauliah¹ seperti SIRIM dan FRIM. Berikut adalah senarai data-data teknikal bagi bahan yang digunakan bagi *ERP System*:-

Jadual 5.1 – Data Teknikal bagi *ERP System*.

Property	Testing Protocol	Unit	Test Value
Bending Strength: Modulus of rupture	BS EN310:1993	MPa	52.20
Bending Strength: Modulus of elasticity	BS EN310:1993	MPa	52.10
Internal Bond	BS EN319:1993	MPa	6.64
Thickness Swelling	BS EN317:1993	%	0.13
Water Absorption	BS EN317:1993	%	0.58
Tensile Strength	ASTM D638m 1991a	MPa	31.7
Moisture Content	BS EN322:1993	%	0.44
Density	BS EN323:1993	kg/m ³	1513
Cyclic Test: Thickness Swelling	BS EN321:1993	%	-0.1
Cyclic Test: Internal Bond	BS EN321:1993	MPa	5.7
Acid Resistance	Japanese Industrial Standards	-	No discolouration
Alkali Resistance	Japanese Industrial Standards	-	No discolouration

¹ Tests are conducted by SIRIM and FRIM

Berdasarkan data-data di atas, rekabentuk *ERP System* akan disesuaikan dengan dengan keadaan di tapak. Contoh rekabentuk dan kaedah pemasangan *ERP System* adalah seperti yang ditunjukkan di dalam **Fig. 5.4** hingga **Fig. 5.11** di bawah.

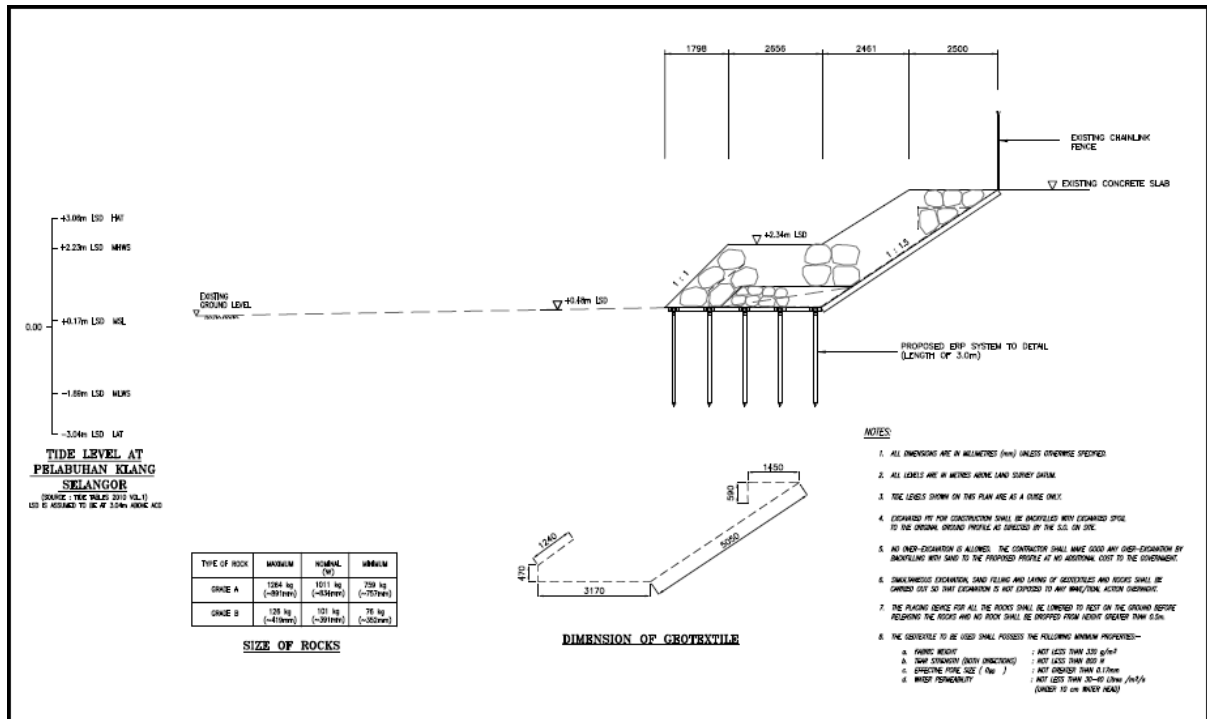


Fig. 5.4 – Rekabentuk *ERP System* bagi kerja-kerja pengawalan hakisan pantai.



Fig. 5.5 – Kerja-kerja pemasangan cerucuk *ERP System*.



Fig. 5.6 – Pemasangan elemen rakit kepada cerucuk menggunakan penyambung khas (ERP connectors).



Fig. 5.7 – Pemasangan ERP System dengan grid 1m x 1m di tapak.



Fig. 5.8 – Keadaan ERP System yang telah siap dipasang di tapak.



Fig. 5.9 – Kerja-kerja pemasangan geotextile.



Fig. 5.10 – Kerja-kerja pembinaan lapis lindung batu (rock revetment).



Fig. 5.11 – Lapis lindung batu yang telah siap dibina menggunakan ERP System
(ketika air surut)

6 IMPAK INOVASI TERHADAP KUMPULAN SASAR/ PERKHIDMATAN/ JABATAN/ AGENSI/ NEGARA

6.1 Output

ERP System yang dibangunkan ini adalah selaras dengan usaha kerajaan dalam memelihara hutan bakau dan alam sekitar dan merupakan yang pertama seumpamanya dan bukan diubahsuai dari mana-mana ciptaan sebelum ini. Sebagai alternatif cerucuk di kawasan tanah lembut, kegunaan *ERP system* adalah sebanding dengan kaedah konvensional lain. Beberapa kelebihan *ERP system* sebagai alternatif cerucuk di kawasan tanah lembut adalah seperti berikut:-

- i) Bekalan cerucuk yang tidak terhad
- ii) Diperbuat daripada bahan yang dikitar semula
- iii) Penggunaan sumber asli yang minimum
- iv) Mesra alam
- v) Kualiti yang terjamin
- vi) Mempunyai kekuatan, ketahanan dan kebolehkerjaan yang tinggi
- vii) Lebih ringan berbanding kaedah konvensional khususnya konkrit
- viii) Lebih kos efektif berbanding kaedah konvensional
- ix) Tahan terhadap air masin dan air bawah tanah
- x) Mudah untuk dipasang di tapak
- xi) Penjimatan masa pembinaan
- xii) Boleh dipindah alih (removable) dan boleh digunapakai semula (reusable)

Selain bahan yang digunakan bagi *ERP System* adalah mematuhi piawaian dan keperluan teknikal yang diperlukan (lihat **Jadual 5.1**), beberapa siri ujian¹ telah dilaksanakan di tapak bagi memastikan prestasi sebenar *ERP System*. Hasil ujian yang dilaksanakan mendapati yang *ERP System* telah berupaya mempertingkatkan keupayaan galas tanah dan adalah sebanding dengan kaedah konvensional lain seperti cerucuk bakau dan cerucuk konkrit. (**Fig. 6.1.1** dan **6.1.2**).

¹ **Plate Bearing Test** bagi mengukur keupayaan galas tanah dan **Soil Investigation Test** bagi ujian klasifikasi tanah

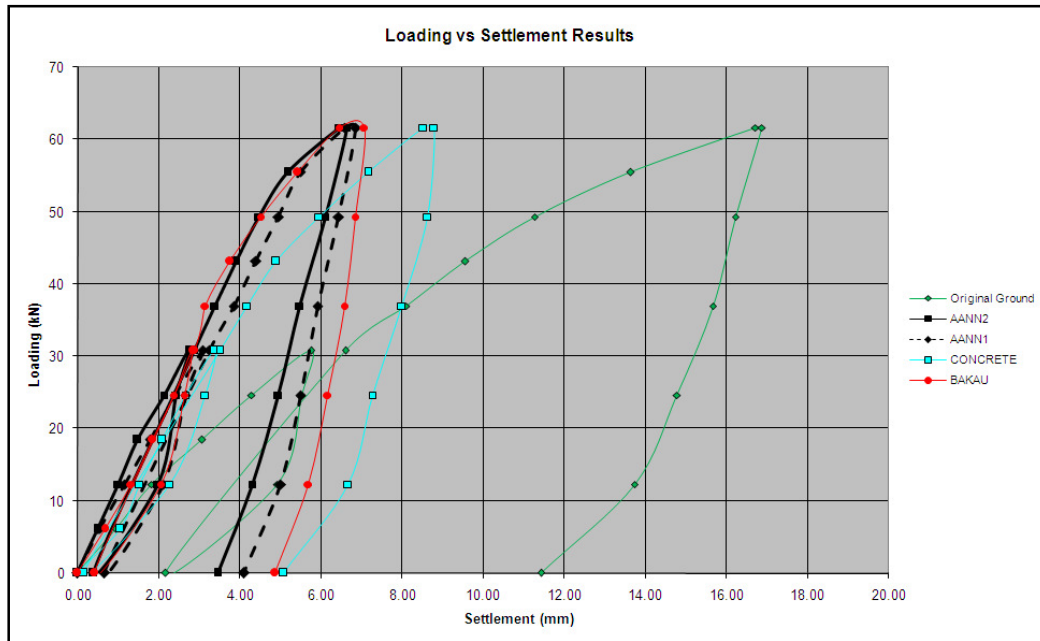


Fig. 6.1.1 – Perbandingan beberapa alternatif asas tapak bercerucuk yang diuji di kawasan tanah lembut.

Project : PROPOSED PLATE BEARING TEST AT RANTAU PANJANG KAPAR, KLANG UNTUK TETUAN JABATAN PENGAIRAN DAN SALIRAN MALAYSIA.
Date of testing : 26-10-2010 to 1-11-2010

TABLE 1 : SUMMARY OF PLATE LOADING TEST

Test No	1st Cyclic Max. Load		2nd Cycle Max. Load		Subgrade Modulus Ks, (MN/m ³)	Young's Modulus Es, (MPa)	Allowable Bearing Capacity (kN/m ²)
	Ultimate Load for 1st Cyclic (kN / ton)	Deflection at Loading state (mm)	Ultimate Load for 2nd Cyclic (kN / ton)	Deflection at Reloading state (mm)			
PBT-1	33kN/3.4ton	2.80	64kN/6.5ton	7.05	12.52	4.10	29.0
PBT-2	33kN/3.4ton	3.38	64kN/6.5ton	8.79	8.02	3.29	25.8
PBT-3	33kN/3.4ton	3.09	64kN/6.5ton	6.86	11.08	2.57	27.0
PBT-4	33kN/3.4ton	2.73	64kN/6.5ton	6.45	12.48	2.74	30.2
PBT-5	33kN/3.4ton	5.75	64kN/6.5ton	16.70	8.82	1.73	18.0

Note :

- (1) The plate size, area and weight of the plate for PBT-1, PBT2 & PBT-5 are 1.0mX1.0m, 1.0m² and 160kg respectively.
- (2) The plate size, area and weight of the plate for PBT-3 & PBT-4 are 1.0mX1.0m, 1.0m² and 320kg respectively.
- (3) PBT-1 was tested on Marine CLAY with 9 Nos. Bakau Piles.
- (4) PBT-2 was tested on Marine CLAY with 4 Nos. Concrete Piles.
- (5) PBT-3 was tested on Marine CLAY with ANN System (1.0mx1.0m) .
- (6) PBT-4 was tested on Marine CLAY with ANN System (1.0mx1.0m) .
- (7) PBT-5 was tested on Marine CLAY without any piles.
- (8) The weather was Sunshine and the surface was dry during the tests were done at PBT-1 & PBT-2.
- (9) The weather was Cloudy which was after flood and the surface was wet when the tests were done at PBT-3, PBT-4 and PBT-5.

Fig. 6.1.2 – Ringkasan keputusan ujian bagi alternatif asas tapak bercerucuk yang diuji di kawasan tanah lembut.

Berdasarkan analisis skor kriteria penting bagi cerucuk di kawasan tanah lembut, *ERP System* dilihat lebih berdaya saing dan 'value for money' berbanding kaedah konvensional yang lain. Berikut adalah analisis perbandingan *ERP System* dengan sistem cerucuk konvensional lain berdasarkan skor menggunakan konsep 'Blue Ocean Strategy' di kawasan tanah lembut seperti di bawah:-

Jadual 6.1.1 – Skor bagi kriteria-kriteria penting cerucuk di kawasan tanah lembut .

Criteria Alternative	Resistant to load	Environment friendly	Availability of the material	Easy handling & installation	Total Cost
Bakau Pile	5	1	2	4	1
Precast Concrete Pile	5	3	5	4	3
Sheet Pile	5	2	5	2	4
Micropile	5	3	5	3	4
ERP System	5	5	5	5	2
TARGET	5	5	5	5	1

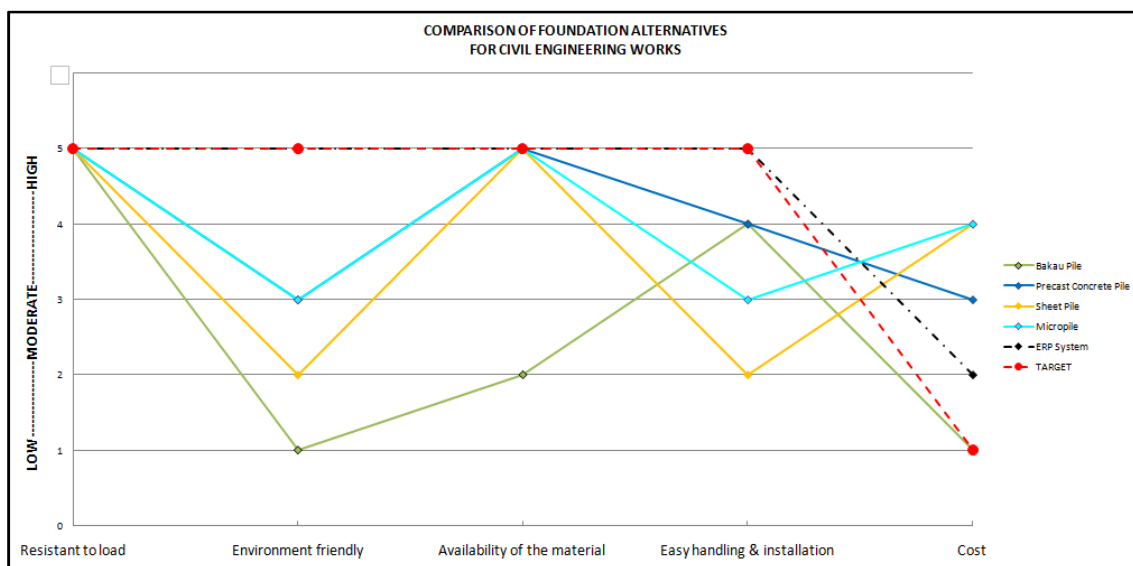


Fig. 6.1.3 – Graf skor perbandingan cerucuk di kawasan tanah lembut.

Selain itu, *ERP System* turut menerapkan konsep teknologi hijau (green technology) dan kitar semula. Bahan asas cerucuk *ERP System* adalah diperbuat daripada komposit polimer yang menggunakan 80% bahan-bahan kitar semula seperti sekam padi yang biasanya dibakar petani dan plastik kitar semula. Bahan komposit polimer cerucuk *ERP System* ini juga boleh diproses dan dikitar semula untuk dijadikan unit cerucuk *ERP System* yang baru menjadikannya lebih kompetitif dari segi kos.

Secara tidak langsung, konsep ini juga mampu menaikkan imej negara di dalam penghasilan teknologi dan pemeliharaan alam sekitar yang mampan.

6.2 Penjimatan Kos

Penjimatan kos menggunakan *ERP System* adalah signifikan jika dibandingkan dengan cerucuk konkrit. Ini memandangkan beban cerucuk konkrit adalah tinggi (+50kg bagi setiap unit cerucuk) dan keadaan ini memerlukan cerucuk ditanam dengan kuantiti yang lebih tinggi. Selain itu, peralatan dan mesin khas diperlukan untuk kerja-kerja pemasangan cerucuk. Cerucuk jenis konkrit juga adalah lebih mahal dan sukar diaplikasikan di kawasan tanah lembut/ berpayau memandangkan kesukaran mesin-mesin beroperasi dalam keadaan ini. Hal ini menyumbang kepada kenaikan kos bagi kerja-kerja pembinaan yang dilaksanakan. Berbeza dengan *ERP System*, sifat cerucuk yang ringan (+12kg bagi setiap unit cerucuk) membolehkannya boleh dikendalikan dan diaplikasikan dengan mudah di kawasan tanah lembut. Bagi kerja-kerja penanaman cerucuk *ERP System*, hanya mesin jengkaut (excavator) yang biasa digunakan di tapak diperlukan berbanding kaedah cerucuk konkrit dan penjimatan dapat dihasilkan menerusi pengurangan kos cerucuk dan sewa mesin-mesin khas yang berkaitan.



Fig. 6.2.1 – Perbandingan kaedah pemasangan *ERP System* (kiri) dan cerucuk konkrit (kanan) bagi asas struktur

Meskipun cerucuk bakau adalah murah dari segi kos, rekabentuk jarak antara cerucuk (pile spacing) adalah kecil dan ini menjadikan jumlah cerucuk yang diperlukan adalah tinggi. Jumlah cerucuk ini juga menjadikan tempoh pemasangan cerucuk adalah lebih lama dan boleh mengakibatkan kos pembinaan menjadi lebih tinggi (sewa mesin, kos buruh dsb.). Bagi sesuatu pesanan cerucuk, kemungkinan bagi sesetengah cerucuk bakau rosak dan tidak memenuhi spesifikasi yang ditetapkan juga adalah tinggi.

Oleh yang demikian, kos yang diperlukan bagi memastikan cerucuk bakau dalam keadaan sempurna (aspek bahan dan penyeliaan) juga akan meningkat.

Berbeza dengan *ERP System*, kualiti bahan *ERP System* adalah lebih terjamin, tempoh pemasangan dapat dipendekkan menerusi pengoptimuman keperluan mesin dan kos buruh seterusnya menjadikan *ERP System* lebih kos efektif.



Fig. 6.2.2 – Keadaan kayu bakau di tapak (kiri) dan kaedah penanaman cerucuk bakau bagi asas struktur yang memerlukan kuantiti yang tinggi (kanan).

Selain itu, kerajaan juga terpaksa menanggung kos yang tinggi akibat kemusnahan alam sekitar, krisis sumber perikanan dan ekosistem muara, pengawalan hakisan pantai dan pelbagai '*intangible cost*' yang lain akibat kemusnahan hutan bakau bagi penghasilan cerucuk bakau. Gambarajah di bawah menunjukkan keperluan bakau di dalam ekosistem muara:-

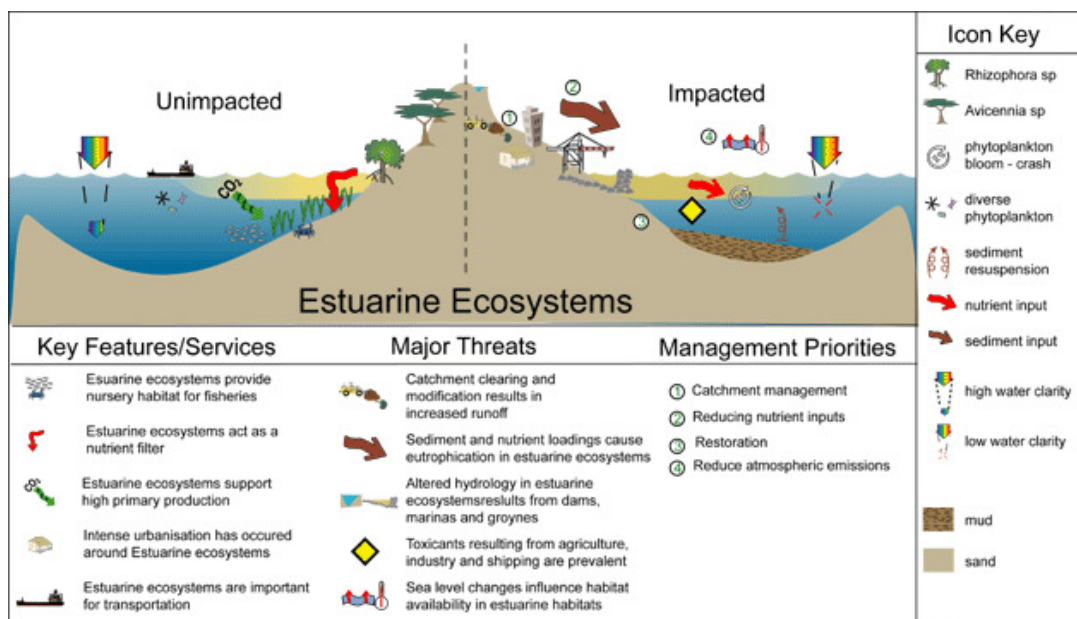


Fig. 6.2.3 – Kepentingan hutan bakau di dalam ekosistem muara

Secara ringkasnya, impak penggunaan cerucuk bakau kepada hutan bakau adalah seperti berikut:-

- Purata jarak antara pokok bakau : 3.0 meter c/c (Sumber: Jabatan Hutan Malaysia).
- Oleh itu, dianggarkan per hektar terdapat kira-kira $10,000/3.0 = 3300$ bakau/ha.
- Kegunaan cerucuk dalam pembinaan: 9 cerucuk bakau/m² (Sumber: JPS Malaysia).
- Bagi satu projek JPS seperti U-drain di kawasan tanah lembut sepanjang 100m x 5m = 500 m² memerlukan 500 x 9 batang = 4500 batang bakau.
- Oleh yang demikian, anggaran sebanyak $4500/3300 = 1.4$ **hektar** kawasan bakau terpaksa ditebang untuk projek tersebut. Jumlah ini tidak termasuk pembinaan struktur-struktur lain oleh JPS, agensi kerajaan lain dan pihak swasta di kawasan tanah lembut.



Fig. 6.2.4 – Penebangan hutan bakau merupakan punca masalah dalam keseimbangan ekosistem muara dan pelbagai masalah lain.

Analisis perbandingan berdasarkan kos turut dilaksanakan bagi menilai prestasi *ERP System* berbanding cerucuk konvensional lain. Analisis ini adalah berdasarkan satu contoh projek JPS (lebar struktur adalah 5m dan dibina sepanjang 100m) di kawasan tanah lembut. Ringkasan [analisis](#)^{1,2} tersebut menunjukkan *ERP System* memberikan penjimatan tertinggi seperti yang ditunjukkan dalam **Jadual 6.2.1** di bawah:-

Jadual 6.2.1 – Perbandingan anggaran kos alternatif cerucuk di kawasan tanah lembut

Jenis Cerucuk	Kos Cerucuk (RM)	Kos Mesin & Pemasangan (RM)	Jumlah Kos & % Penjimatan (RM)	Deskripsi
Cerucuk keping (sheet pile)	296,000	30,000	326,000 RM 3,260/m (tiada)	
Cerucuk konkrit	290,000	35,000	325,000 RM 3,250/m (0.3%)	
Cerucuk bakau	256,250	20,000	276,250 RM 2,760/m (15.3%)	
ERP System	250,000	20,000	270,000 RM 2,700/m (17.2%)	

¹ Analisis terperinci kos bahan dan mesin/peralatan bagi setiap alternatif adalah seperti yang dilampirkan dalam Lampiran A.

² Kos bahan dan pemasangan adalah berdasarkan Jadual Purata Kadar Harga 2010, Bahagian Ukur Bahan & Pengurusan Kontrak, JPS Malaysia. .

Berdasarkan anggaran kos yang dilaksanakan, *ERP System* dapat memberikan penjimatan yang signifikan dari segi kos cerucuk, kos mesin dan pemasangan cerucuk. Selain itu, penjimatan juga dapat diperolehi secara tidak langsung (intangible cost) menerusi penggunaan sumber alam sekitar yang optimum, pemeliharaan hutan dan habitat paya bakau, kelestarian sumber perikanan dan ekosistem muara, pengawalan hakisan pantai secara semulajadi dsb.

Secara keseluruhannya, rumusan penjimatan menerusi penggunaan *ERP System* dari segi kos adalah seperti berikut:-

Jadual 6.2.2 – Perbandingan kos keseluruhan antara cerucuk di kawasan tanah lembut

Jenis Cerucuk	Kos Cerucuk	Kos Mesin & Pemasangan	Intangible Cost	% Penjimatan	Ranking
Cerucuk keping 	Tinggi 	Tinggi 	Sederhana 	Rendah 	4
Cerucuk konkrit 	Tinggi 	Tinggi 	Sederhana 	Sederhana 	3
Cerucuk bakau 	Rendah 	Rendah 	Tinggi 	Sederhana 	2
<i>ERP System</i>	Sederhana 	Rendah 	Rendah 	Tinggi 	1

6.3 Penjimatan Masa

Bagi kerja-kerja menggunakan *ERP System*, penjimatan masa yang signifikan dapat dilaksanakan di tapak. Ini memandangkan pemasangan *ERP System* yang mudah, cepat dan efisien bagi tujuan kerja-kerja di kawasan tanah lembut. Pemasangan *ERP System* juga hanya memerlukan mesin jengkaut (excavator) yang biasa digunakan di tapak dan penjimatan masa dapat dihasilkan menerusi masa penghantaran dan pemasangan (setting-up) mesin-mesin di tapak. Oleh yang demikian, kerja-kerja pembinaan mampu dilaksanakan dengan lebih cepat dan efisien.

Selain itu, penggunaan *ERP System* juga mampu menjimatkan masa dari segi penyeliaan memandangkan aspek kawalan kualiti cerucuk telah dilaksanakan dari peringkat awal lagi. Ini membantu mengurangkan jumlah masa yang diperlukan untuk penyeliaan dan pengesahan kualiti bahan di tapak (site inspection). Masa yang terluang ini boleh digunakan bagi tujuan kerja utama yang lain. Berikut adalah analisis perbandingan anggaran penjimatan masa *ERP System* (grid 1m x1m) berbanding sistem cerucuk konvensional lain bagi satu projek JPS (lebar struktur adalah 5m dan dibina sepanjang 100m) di kawasan tanah lembut (**lihat Jadual 6.3.1**) :-

Jadual 6.3.1 – Perbandingan penjimatan masa beberapa alternatif cerucuk di kawasan tanah lembut

Jenis Cerucuk	Tempoh pengesahan cerucuk ¹ (hari)	Tempoh pemasangan cerucuk ² (hari)	Jumlah masa yang terlibat (hari)	Penjimatan Masa (%)
Cerucuk konkrit	2	14	16	- (tiada)
Cerucuk keping (sheet pile)	3	12	15	1 hari (6.3%)
Cerucuk bakau	4	10	14	2 hari (12.5%)
<i>ERP System</i>	2	8	10	6 hari (37.5%)

¹ Tempoh pengesahan adalah bagi kerja-kerja rutin semakan kualiti dan spesifikasi cerucuk di tapak.

² Tempoh pemasangan adalah bagi kerja-kerja penanaman cerucuk termasuk penghantaran dan pemasangan (setting-up) mesin-mesin yang diperlukan di tapak.

6.4 Peningkatan Produktiviti

Secara umumnya, penggunaan *ERP System* akan membantu meningkatkan sumber ekonomi negara disamping menjimatkan peruntukan kerajaan. Selain itu, penggunaan *ERP System* akan meningkatkan budaya kerja yang cepat, produktif dan mesra alam. Oleh yang demikian, imej dan kualiti perkhidmatan Jabatan serta kerajaan menerusi konsep '*Building with Nature*' yang dilaksanakan akan lebih dihormati dan dihargai oleh masyarakat yang kini semakin prihatin.

Dari aspek teknikal, kombinasi elemen cerucuk dan rakit *ERP System* membolehkan beban struktur diagihkan secara seragam dan dapat mengurangkan masalah pemendapan struktur. Penggunaan *ERP System* juga akan mengurangkan masalah '*negative skin friction*' di kawasan tanah lembut yang biasanya akan menyebabkan kos penyelenggaraan struktur yang tinggi. Pada kebiasaannya, masalah kegagalan asas struktur cerucuk bakau adalah akibat pereputan cerucuk disebabkan oleh perubahan aras air tanah (drawdown of water table) dan serangan makhluk perosak seperti anai-anai. Berbeza dengan *ERP System*, bahan cerucuk (polimer komposit) yang

digunakan adalah tidak mereput dan tidak terdedah kepada serangan makhluk perosak. Oleh yang demikian, jangka hayat cerucuk dan struktur yang dibina akan lebih terjamin dan lebih kos efektif.

Bagi menentukan kebolehpayaan *ERP System*, analisis geoteknikal bagi menentukan faktor keselamatan (FOS) telah dilaksanakan bagi keadaan sebelum dan selepas pemasangan *ERP System* di kawasan tanah lembut. Hasil analisis tersebut adalah seperti yang ditunjukkan dalam **Fig. 6.4.1** dan **6.4.2** di bawah.

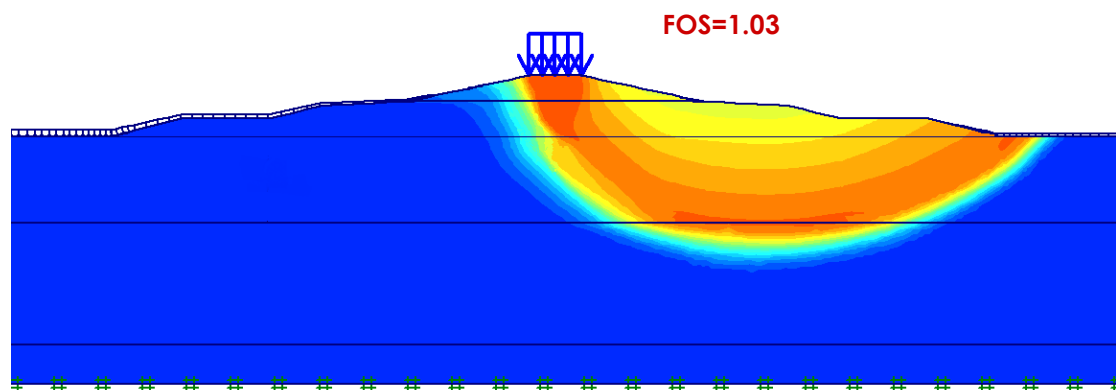


Fig. 6.4.1 – Analisis faktor keselamatan (FOS) sebelum pemasangan *ERP System*

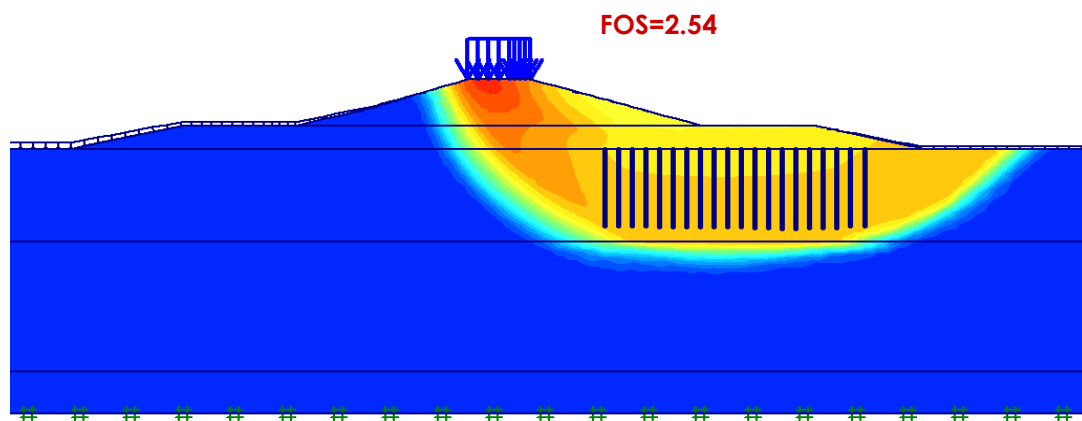


Fig. 6.4.2 – Analisis faktor keselamatan (FOS) selepas pemasangan *ERP System*

Hasil analisis geoteknikal yang dilaksanakan, didapati bahawa penggunaan *ERP System* telah berupaya meningkatkan faktor keselamatan (FOS) struktur sebanyak dua kali ganda berbanding sebelum pemasangan *ERP System*. Oleh yang demikian, penggunaan *ERP System* dijangka mampu untuk meningkatkan keupayaan, ketahanan dan jangka hayat struktur yang dibina di kawasan tanah lembut.



Fig. 6.4.3 – Penggunaan *ERP System* telah berjaya meningkatkan prestasi dan jangka hayat struktur yang dibina di kawasan tanah lembut.

Pembangunan *ERP System* juga memberi impak positif terhadap produktiviti dan pembangunan modal insan khususnya bagi pegawai-pegawai JPS. Sehingga kini, beberapa perisian¹ mula dibangunkan bagi tujuan rekabentuk dan pengiraan kos *ERP System*. Beberapa program kerja ukur pemantauan *ERP System* dan latihan dalaman tentang spesifikasi dan pengiraan kuantiti turut diadakan bagi pegawai-pegawai JPS bagi meningkatkan pengetahuan teknikal tentang sistem ini. Dengan itu, pembangunan *ERP System* ini akan dapat menyumbang ke arah mutu perkhidmatan yang lebih cemerlang dalam perkhidmatan awam.

Selain itu, pembangunan *ERP System* juga dapat mempertingkatkan jalinan kerjasama dan usahasama antara agensi dengan penglibatan pelbagai pihak yang berkepentingan seperti Jabatan Kerja Raya, Jabatan Pengairan dan Saliran, Jabatan Alam Sekitar, Jabatan Hutan, Kementerian Pertanian dan Industri Asas Tani, Institusi Penyelidikan seperti FRIM dan NAHRIM, pihak univerisiti, dsb, di dalam mahupun di luar negara. Dengan ini, pelbagai lagi inovasi, teknologi dan produk baru mampu dihasilkan hasil percambahan idea dan perkongsian maklumat di antara agensi-agensi terbabit.

6.5 Replicability

Berdasarkan kemampuan dan potensi *ERP System* sebagai cerucuk di kawasan tanah lembut, penggunaannya boleh diperluaskan kepada agensi-agensi kerajaan khususnya bagi pihak-pihak yang terlibat secara langsung di dalam kerja-kerja kejuruteraan seperti berikut:-

Jadual 6.3.1 – Senarai beberapa agensi dan skop kerja bagi penggunaan *ERP System* di kawasan tanah lembut

Agensi	Skop kerja	Deskripsi
Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS)	-Asas kerja-kerja infrastruktur awam -Pembinaan ban dan asas struktur pengawalan hakisan pantai -Asas struktur hidraulik	
Jabatan Kerja Raya (JKR)	- Asas kerja-kerja infrastruktur awam -Pembinaan jalan di kawasan tanah lembut (road embankment & ground improvement) -Asas struktur perlindungan cerun	
Jabatan Perkhidmatan Pambetungan (JPP)	-Asas kepada jajaran pambetung di kawasan tanah lembut bagi mengurangkan masalah pemendapan dan kerosakan struktur paip pambetung.	
Kementerian Pertanian & Industri Asas Tani, FELDA, FELCRA	-Asas kerja-kerja infrastruktur pertanian -Pembinaan jalan ladang di kawasan tanah lembut - 'Culvert crossing' di kawasan jalan ladang	

ERP System juga mampu diperluaskan kepada pihak swasta seperti pemaju dan kontraktor yang melaksanakan kerja-kerja infrastruktur berkapasiti kecil dan sederhana di kawasan tanah lembut. Sehingga kini, terdapat permintaan yang menggalakkan daripada pihak swasta untuk menggunakan kaedah *ERP System* ini di tapak (lihat **Lampiran D**).

6.6 Penjanaan Pendapatan

ERP System yang dibangunkan ini dilihat dapat menjana peluang pekerjaan dari sektor perkilangan dan pembuatan, pembinaan, pemasaran dan aktiviti kitar semula. Dengan ini, peluang pekerjaan di Malaysia akan meningkat dan pendapatan Negara juga akan turut meningkat hasil daripada cukai yang diperolehi.

ERP System juga dilihat berpotensi untuk dipromosi dan mampu dieksport ke negara-negara lain bagi mengurangkan penembangan hutan untuk kerja-kerja pembinaan struktur-struktur berkapasiti kecil dan sederhana di kawasan tanah lembut. Ini boleh menambah kadar pengaliran wang masuk ke dalam negara di samping menaikkan imej negara di dalam penghasilan teknologi dan pemeliharaan alam sekitar.

Selain itu, *ERP System* yang diperkenalkan ini juga mampu menjana pendapatan kerajaan dengan hasil royalty dan cukai yang diperolehi. Dengan ini, hasil pendapatan kerajaan khususnya menerusi sektor awam juga akan turut meningkat.

6.7 Mesra Pelanggan

Bekalan cerucuk bagi *ERP System* adalah tidak terhad dan perlu mematuhi aspek kualiti dan spesifikasi yang ditetapkan. Dengan itu, pelanggan akan berasa lebih yakin dengan kualiti cerucuk dan dapat merancang serta melaksanakan kerja dengan lebih berkesan kerana aspek kualiti telah diambilkira di peringkat awal penghasilan cerucuk lagi. Ini berbeza dengan cerucuk bakau yang mana kualiti cerucuk mungkin berbeza-beza dan peluang untuk cerucuk rosak serta tidak mematuhi spesifikasi adalah tinggi. Oleh yang demikian, penggunaan *ERP System* dilihat lebih mesra pelanggan dan kos efektif berbanding cerucuk bakau bagi kerja-kerja yang dilaksanakan.

Kaedah pemasangan yang mudah, ringkas dan boleh disesuaikan mengikut keadaan di tapak serta tidak memerlukan mesin-mesin khas adalah kelebihan bagi *ERP System* khususnya di kawasan tanah lembut. Ini berbeza dengan cerucuk konkrit yang lebih berat, sukar dikendalikan dan memerlukan mesin khas bagi tujuan pemasangan. Selain itu, *ERP System* juga dapat digunakan sebagai landasan (platform) bagi mesin-mesin seperti jengkaut (excavator) untuk bekerja di kawasan tanah lembut memandangkan keupayaan galas tanah telah dipertingkatkan. Dengan ini, pelanggan akan mendapat lebih manfaat dari segi penjimatan masa dan kos bagi kerja-kerja yang dilaksanakan.

Aspek alam sekitar juga dapat dipelihara dengan penggunaan *ERP System*. Memandangkan sistem ini menggunakan konsep kitar semula dan '*Building with Nature*', pembangunan seimbang dapat dilaksanakan oleh pihak kerajaan dan swasta tanpa perlu menjejaskan sektor-sektor lain seperti perikanan, eko-pelancongan, alam sekitar dsb. Konflik dan bantahan masyarakat yang kini semakin prihatin terhadap isu-isu membabitkan alam sekitar dan kemusnahan hutan juga akan dapat dielakkan.



Fig. 6.7.1 – Bantahan masyarakat terhadap aktiviti penebangan hutan bakau.

Selain itu, taraf hidup dan sosio-ekonomi masyarakat juga akan dapat dipertingkatkan dari segi pendapatan, peluang pekerjaan, pembangunan seimbang dan kelestarian alam sekitar selaras dengan hasrat kerajaan untuk menjadikan Malaysia sebagai negara berpendapatan tinggi. Sokongan masyarakat terhadap aktiviti pembangunan dan program yang dilaksanakan oleh kerajaan juga akan meningkat memandangkan pembangunan yang dilaksanakan lebih efisien dan turut mengambilkira keperluan alam sekitar.

7 PENGIKTIRAFAN DALAM/ LUAR NEGARA.

ERP System telah dipatenkan di bawah Perbadanan Harta Intelek pada tahun 2010 (lihat **Lampiran C**). Pada masa ini beberapa pihak seperti agensi kerajaan, pihak perunding dan universiti telah mula menunjukkan minat terhadap sistem ini. Sokongan pihak pengurusan atasan juga adalah satu pengiktirafan kepada potensi *ERP System*. Ini terbukti dengan lawatan khas Dato' Ketua Pengarah JPS Malaysia ke tapak projek bagi melihat sendiri pemasangan *ERP System* yang dilaksanakan.



Fig. 7.1 – Lawatan Dato' Ketua Pengarah JPS Malaysia ke tapak projek bagi melihat sendiri pemasangan *ERP System*.

ERP System juga berjaya mendapat sokongan dan permintaan yang menggalakkan daripada pihak swasta untuk menggunakan kaedah *ERP System* ini di tapak (lihat **Lampiran D**). Memandangkan sistem ini berpotensi untuk digunakan secara meluas, langkah-langkah promosi dan taklimat teknikal kini sedang giat dirancang dan dilaksanakan bagi meningkatkan lagi penggunaan *ERP System* di dalam sektor kerajaan dan swasta.

8 GAMBAR-GAMBAR KEADAAN SEBELUM DAN SELEPAS INOVASI BESERTA DENGAN TAJUK

Beberapa contoh projek yang telah dilaksanakan menggunakan *ERP System* adalah seperti yang disenaraikan di bawah:-

- i) Projek 'Check Dam' (Struktur Hidraulik) Bagi Memadam dan Mencegah Kebakaran Hutan
- ii) Projek Membaiki Runtuhan Tebing
- iii) Projek Pengawalan Hakisan Pantai
- iv) Projek Membaiki Tebing Runtuh Di kawasan Pintu Air

- i) Projek 'Check Dam' (Struktur Hidraulik) Bagi Memadam dan Mencegah Kebakaran Hutan.

Sebelum Inovasi	Semasa pembinaan
	
Keadaan tapak sebelum kerja-kerja pembinaan	Keadaan <i>ERP System</i> yang digunakan sebagai asas struktur 'Check Dam'
Semasa pembinaan	Selepas Inovasi
	
Proses menuang dan meratakan konkrit bagi asas struktur	Struktur hidraulik 'Check Dam' yang telah dilaksanakan menggunakan <i>ERP System</i>

ii) Projek Membaiki Runtuhan Tebing

Sebelum Inovasi	Semasa pembinaan
	
Keadaan tapak sebelum kerja-kerja pembinaan	Pemasangan <i>ERP System</i> sebagai asas struktur penahan tebing
Semasa pembinaan	Selepas Inovasi
	
Keadaan <i>ERP System</i> yang digunakan sebagai asas struktur penahan tebing	Struktur penahan tebing yang dilaksanakan menggunakan <i>ERP System</i>

iii) Projek Pengawalan Hakisan Pantai

Sebelum Inovasi	Semasa pembinaan
	
Keadaan tapak sebelum kerja-kerja pembinaan	Pemasangan <i>ERP System</i> sebagai asas struktur pengawalan hakisan pantai
Semasa pembinaan	Selepas Inovasi
	
Keadaan <i>ERP System</i> yang digunakan sebagai asas struktur pengawalan hakisan pantai	Struktur pengawalan hakisan pantai yang dilaksanakan menggunakan <i>ERP System</i>

iv) Projek Membaiki Tebing Runtuh Di kawasan Pintu Air

Sebelum Inovasi	Semasa pembinaan
	
Keadaan tapak semasa awal kerja-kerja pembinaan	Pemasangan <i>ERP System</i> sebagai asas struktur penahan tebing (Geobag)
Semasa pembinaan	Selepas Inovasi
	
Pemasangan struktur penahan tebing menggunakan Geobag.	Keadaan tebing selepas pembinaan menggunakan <i>ERP System</i>

9 PENUTUP

ERP System ini merupakan satu inovasi telah dibangunkan oleh Seksyen Pantai, JPS Malaysia dan JPS Selangor bagi memberikan satu alternatif pilihan (preferred alternative) selain cerucuk konvensional, khusus bagi struktur-struktur berkapasiti kecil dan sederhana di kawasan tanah lembut. Selain membantu menjimatkan peruntukan kerajaan bagi kerja-kerja pembinaan di kawasan tanah lembut yang berisiko dari aspek pemendapan dan keupayaan galas tanah, sistem ini diharap mampu membantu meningkatkan sumber ekonomi negara serta menyumbang kepada kelestarian alam sekitar. Sistem ini wajar dimanfaatkan sepenuhnya oleh pihak kerajaan dan swasta dengan menerapkan konsep 'Building with Nature' dalam pembangunan yang dilaksanakan.

10 LAMPIRAN-LAMPIRAN

Senarai lampiran bagi Laporan Inovasi *ERP System* ini adalah seperti di bawah:-

- i) LAMPIRAN A - Anggaran Kos Terperinci Bagi Alternatif Cerucuk Di kawasan Tanah Lembut
- ii) LAMPIRAN B – Spesifikasi Cerucuk Bakau JKR (JKR/SPJ/1988)
- iii) LAMPIRAN C – Dokumen Paten Bagi *ERP System*
- iv) LAMPIRAN D – Surat Penghargaan/ Permohonan Menggunakan *ERP System* daripada pihak perunding/ kontraktor
- v) LAMPIRAN E – Spesifikasi dan Senarai Kuantiti (BQ) *ERP System*

LAMPIRAN A

Anggaran Kos Terperinci Alternatif Cerucuk Di kawasan Tanah Lembut

Jadual A.1 – Anggaran Kos Bagi Cerucuk Konkrit (5m x 100m)

Item	Description	Unit	Qty	Rate (RM)	Amount (RM)
1	Mob. & Demob.	L.Sum	-	10,000.00	10,000.00
2	Mobilisation and rental of piling machine	L.Sum	-	15,000.00	15,000.00
3	Mobilisation and rental of hydraulic excavator	L.Sum	-	10,000.00	10,000.00
4	Supply of Concrete piles (150mm x 150mm) @ 0.5m c/c	m	6,000	30.00	180,000.00
5	Pitching, driving & cutting of Concrete piles	m	6,000	15.00	90,000.00
6	Concrete base (lean concrete)	m ²	500	40.00	20,000.00
Total (RM) Cost per m = RM 3,250/m					325,000.00

Jadual A.2 – Anggaran Kos Bagi Cerucuk Bakau (5m x 100m)

Item	Description	Unit	Qty	Rate (RM)	Amount (RM)
1	Mob. & Demob.	L.Sum	-	10,000.00	10,000.00
2	Mobilisation and rental of hydraulic excavator	L.Sum	-	10,000.00	10,000.00
3	Supply and install Bakau piles	m	22,500	10.00	225,000.00
4	Allow for 5% pile wastages	m	1,125	10.00	11,250.00
4	Concrete base (lean concrete)	m ²	500	40.00	20,000.00
Total (RM) Cost per m = RM 2,760/m					276,250.00

Jadual A.3 – Anggaran Kos Bagi Cerucuk Keping (5m x 100m)

Item	Description	Unit	Qty	Rate (RM)	Amount (RM)
1	Mob. & Demob.	L.Sum	-	10,000.00	10,000.00
2	Mobilisation and rental of piling machine (vibratory type)	L.Sum	-	10,000.00	10,000.00
3	Mobilisation and rental of hydraulic excavator	L.Sum	-	10,000.00	10,000.00
4	Supply of steel sheet piles (Class Z or approved equivalent)	m ²	600	400.00	240,000.00
5	Pitching & Driving of Sheet piles	m ²	600	60.00	36,000.00
6	Concrete base (lean concrete)	m ²	500	40.00	20,000.00
Total (RM) Cost per m = RM 3,260/m					326,000.00

Jadual A.4 – Anggaran Kos Bagi ERP System (5m x 100m)

Item	Description	Unit	Qty	Rate (RM)	Amount (RM)
1	Mob. & Demob.	L.Sum	-	10,000.00	10,000.00
2	Mobilisation and rental of hydraulic excavator	L.Sum	-	10,000.00	10,000.00
2	Supply and install the ERP System:				
	i) Pile Element	nos	606	135.00	81,810.00
	ii) Raft Element	nos	1,105	45.00	49,725.00
3	Supply and install ERP pile plugs	nos	1,212	10.00	12,120.00
4	Supply and install ERP connectors and shoes	nos	606	130.00	78,780.00
5	Supply and install ERP fasteners	nos	3,636	2.00	7,272.00
6	Concrete base (lean concrete)	m ²	500	40.00	20,000.00
Total (RM) Cost per m = RM 2,700/m					269,707.00

LAMPIRAN B

Spesifikasi Cerucuk Bakau JKR (*JKR/SPJ/1988*)

LAMPIRAN C

Dokumen Patent Bagi *ERP System*

LAMPIRAN D

Surat Penghargaan/ Permohonan Menggunakan *ERP System* daripada Perunding/ Kontraktor

LAMPIRAN E

Spesifikasi dan Senarai Kuantiti (BQ) *ERP System*

LAMPIRAN F

Contoh-contoh Rekabentuk *ERP System*