

## Hakisan Muara dan Pantai Kuala Kemaman, Terengganu: Permasalahan Dimensi Fizikal dan Sosial Erosion in the Estuary and Coastal Area in *Kuala Kemaman*, *Terengganu: A Physical and Social Dimension Setback*

MOHD. EKHWAN HJ. TORIMAN

### ABSTRAK

*Makalah ini menyorot kesan hakisan muara sungai dan pantai yang berlaku di Kuala Kemaman daripada dua dimensi. Pertama, dimensi fizikal melibatkan pencerapan profil muara sungai dan pantai akibat hakisan dan kedua dimensi sosial dengan tumpuan kepada permasalahan dan dilema komuniti pesisir Kuala Kemaman mengenai masalah hakisan, khususnya melibatkan soal keselamatan dan perpindahan mereka ke Paya Berenjut. Hasil analisis yang menggunakan gambar ukur tahun 1997, foto udara tahun 2000 dan gambar ukur tahun 2004 menunjukkan muara Sungai Kemaman telah mengalami hakisan yang serius. Usaha Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) mengawal hakisan melalui program penyuburan pasir pantai (beach nourishment) pada tahun 1998 didapati kurang berjaya mengawal bencana tersebut. Hakisan yang berlaku turut memberikan impak yang besar kepada komuniti pesisir di Kuala Kemaman. Selain dari kehilangan tempat tinggal, tapak rumah dan kawasan perkuburan, hakisan pesisir menimbulkan beberapa masalah kepada nelayan di sini. Walaupun kerajaan menyediakan tapak alternatif di Paya Berenjut, isu perpindahan, keselamatan peralatan bot dan kemudahan infrastruktur yang kurang sempurna di situ menyebabkan kebanyakan nelayan enggan berpindah. Pelan perancangan jangka panjang hendaklah melihat isu hakisan di sini bukan sahaja daripada perspektif fizikal seperti membina sangkar batu, tempoh penahan ombak dan penyuburan pasir pantai, tetapi juga kesejahteraan golongan nelayan sepenuh masa di sini.*

### ABSTRACT

*This article deals with the impacts of erosion in the estuary and coastal area at the Kuala Kemaman from two dimensions. Firstly, physical dimension which involves the estuary and coastal monitoring due to severe erosion, and second the human dimension which focus on the problem and dilemma among the coastal community in the Kuala Kemaman particularly the issues of security and their migration to Paya Berenjut. Results analysed using photo survey year 1997, aerial photo year 2000 and photo survey year 2004 indicate that the Kemaman River estuary face severe erosion. Efforts carried out by the Drainage and Irrigation Department (DID) to control the erosion using beach nourishment technique in 1998 was unable to control the disaster. The erosion*

*also hugely impacted the coastal community. Apart from having lost their shelters, house lots and grave area, coastal erosion also created problems to the fisherman in Kuala Kemaman. Although the government provided alternative housing lots in Paya Berenjut, problems such as migration, boat equipments security and lack of infrastructure facilities instigated most of the fishermen to refuse to move to the new residential area in Paya Berenjut. Long term planning on erosion issues must accordingly address the physical aspect such as building gabion, wave retention wall and beach nourishment, as well as the well-being of the full time fisherman.*

## PENGENALAN

Isu mengenai hakisan muara sungai dan pantai merupakan perkara yang sudah lama dihadapi oleh negara Malaysia setiap kali musim tengkujuh bermula. Di pantai timur khususnya, di negeri Terengganu, masalah hakisan bukan sahaja menjadi topik penting di kalangan pentadbir, tetapi juga di kalangan anggota masyarakat yang mendiami pesisiran pantai dan sepanjang muara sungai. Lazimnya, kejadian hakisan sering kali disusuli dengan kemusnahan tempat tinggal, kehilangan tanah serta kerosakan infrastruktur seperti jalan raya, tembok pemecah ombak, dan benteng.

Tidak seperti bentuk muka bumi di daratan, pertemuan dan pertembungan proses pinggir pantai dan muara sungai menyebabkan bahagian persisir dan muara sungai membentuk satu morfologi persekitaran yang dinamik. Hal ini boleh dilihat melalui beberapa definisi yang diberikan berkaitan muara sungai. Misalnya, Kamus Istilah Geologi (1990) mendefinisikan muara sungai sebagai lembah sungai yang berdekatan dengan laut, dipengaruhi oleh arus pasang surut yang membawa air masin atau air payau. Leeder (1982) pula mendefinisikan muara sungai sebagai sebahagian daripada morfologi pantai yang melibatkan pertemuan air tawar dan air laut. Pertemuan ini lazimnya membentuk ciri morfologi hakisan seperti teluk dan pantai tergantung ataupun ciri morfologi pemendapan pesisir, umpamanya pembentukananjung dan beting serta tombolo di muka muara sungai.

Di muara sungai, pertemuan di antara ombak, arus, pasang surut dan aliran sungai sering kali menimbulkan konflik. Pertembungan ini kerap kali memberikan impak ketidakstabilan terhadap profil muara sungai sehingga mewujudkan hakisan yang serius di kiri dan kanan muara sungai tersebut. Walaupun dianggap sebagai zon penapisan dan pemendapan semulajadi bagi sedimen yang diangkut oleh aliran sungai (Bird 1969), seringkali isipadunya ditokok oleh kautan sedimen yang dihasilkan oleh ombak di pesisiran muara menyebabkan kawasan ini mengalami hakisan sepanjang tahun. Kajian mengenai hakisan di muara sungai mendapati proses timbal balik berlaku di antara bahan yang dihakis, diangkut dan dimendapkan ke sesuatu kawasan. Umpamanya, kerja penambakan laut yang dilaksanakan di Pantai Padang Temu, Melaka pada tahun 1996 telah

mengakibatkan persisiran muaranya mengalami hakisan. Sedimen yang dihakis kemudiannya dimendapkan oleh aliran sungai di bahagian muka muara Sungai Duyong menjadikan kawasan ini cetek dan mendatangkan masalah ke atas navigasi nelayan (Jabatan Pengairan dan Saliran Melaka 1998).

Kajian tempatan turut mendapati hakisan di muara sungai adalah lebih aktif berbanding kejadian hakisan di sepanjang pinggir pantai. Bergantung kepada saiz sedimen, agen pengangkut seperti ombak dan arus mampu memindahkan bahan-bahan ini jauh daripada kedudukan asalnya. Walaupun beberapa kajian terkini mendapati sumber sedimen lebih banyak diperolehi daripada hulu dan pertengahan segmen sungai (Wan Ruslan 1996; Mohd Ekhwan et al. 2004; 2005), sumbangan sedimen pesisir dari muara sungai turut meningkatkan jumlah isipadu sedimen yang diangkut. Kuasa hakisan yang dihasilkan melalui aliran sungai, ombak dan arus menyebabkan kawasan muara sungai lebih terdedah kepada risiko hakisan. Hal ini menjadi suatu konflik pertembungan persekitaran semulajadi dan manusia apabila hakisan yang berlaku tidak mampu dikawal secara teknikal. Struktur binaan yang berhampiran gigi air, asas tapak di atas lapisan pasir longgar serta mutu rumah yang rendah menjadi pemangkin kepada bencana hakisan.

Menjadi satu pemandangan biasa di Semenanjung Malaysia, terutamanya di bahagian Pantai Timur di mana kebanyakan rumah yang dibina terletak di pesisiran muara sungai, zon rasuk pantai dan berhampiran gigi air. Fenomena ini wujud disebabkan kedudukan muara sungai itu sendiri yang menjadi penghubung laluan ke pendalaman sungai. Faktor sejarah jelas membuktikan komuniti pesisir menjadikan muara sungai sebagai pusat petempatan dan perdagangan. Oleh itu, kawasan ini berkembang daripada sebagai sebuah petempatan nelayan menjadi sebuah pusat perdagangan ataupun pelabuhan utama. Konflik di antara manusia dan persekitaran muara sungai akhirnya timbul apabila proses fizikal semulajadi seperti hakisan melampaui kadar yang sepatutnya dihadapi oleh masyarakat berkenaan. Wujud keperluan untuk membendung fenomena tersebut menyebabkan timbul dua pendekatan umum untuk menghadapinya. Pertama, secara 'bertahan' melalui kaedah kawalan struktur seperti pembinaan groin, tembok penghalang ombak, penyuburan pasir pantai (beach nourishment) dan pengorekan berkala muara sungai. Kaedah penyuburan pasir pantai umpamanya telah banyak dilaksanakan di beberapa muara sungai di Semenanjung Malaysia, misalnya di muara Sungai Kemang di Negeri Sembilan, muara Sungai Beserah di Pantai Cherating Pahang dan muara Sungai Danga di Pantai Lido Johor. Pendekatan kedua pula melibatkan kaedah 'mengelak' yang menjurus kepada usaha-usaha menempatkan semula komuniti pesisir muara sungai. Misalnya melalui perpindahan kekal ataupun sementara. Kaedah ini lazimnya melibatkan komuniti yang menjadi mangsa hakisan pesisir dengan kebanyakan kos perpindahan ditanggung bersama oleh pihak kerajaan (misalnya oleh Pejabat Daerah, Agensi Bencana Alam Kebangsaan dan sebagainya) (Mohd Ekhwan et al. 1997).

Fenomena hakisan pesisir dan impaknya ke atas kedinamikan profil muara sungai dan komuniti pesisir di muara Sungai Kemaman, Kuala Kemaman merupakan komponen utama yang cuba dirungkai di dalam makalah ini. Objektif utamanya ialah mengkaji perilaku ombak dan profil pantai serta kaitannya dengan kadar hakisan pantai yang berlaku. Elemen perubahan profil pantai, ciri-ciri hidraulik ombak, dan sifat sedimen turut dibincangkan. Kesemua proses dan faktor pemangkin hakisan dibincangkan daripada perspektif ruang dan masa. Melalui permasalahan fizikal yang diperolehi, dimensi sosial diketengahkan dalam konteks huraian latar belakang penduduknya, persepsi dan pendapat mengenai hakisan serta kesannya kepada cadangan perpindahan ke petempatan baru di Paya Berenjut yang dilaksanakan pada tahun 1997 dan 1998.

## FENOMENA HAKISAN DI MUARA SUNGAI DAN PANTAI MALAYSIA

Sebagai sebuah negara yang dikelilingi oleh samudra luas, Malaysia tidak dapat mengelak daripada mengalami ketidakseimbangan fenomena semulajadi seperti hakisan sungai dan pinggir pantai. Daripada keseluruhan 4,809 km pantai yang mengelilingi Malaysia, dianggarkan hampir 1,400 km pesisiran muaranya dikesan mengalami masalah hakisan yang kritikal. Jumlah tersebut membabitkan 65 kawasan pesisir pantai dengan kebanyakan lokasi utama terletak di bahagian pantai timur Semenanjung Malaysia. Walaupun jumlah yang ditunjukkan agak besar, tidak semua pesisir muara boleh dikategorikan sebagai hakisan yang kritikal. Apa yang boleh diistilahkan sebagai tahap kritikal ialah apabila hakisan tersebut sudah sukar atau tidak boleh dibendung sehinggakan memberi impak yang serius kepada kestabilan profil fizikal muara sungai dan seterusnya mengancam keselamatan dan kegiatan ekonomi penduduk setempat.

Prioriti terhadap pengurusan pesisir pantai dan muara sungai di Malaysia secara umumnya kurang diberi perhatian pada awal tahun-tahun 1970-an. Sebelumnya, hanya pihak Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) Malaysia yang bertanggungjawab menguruskan pesisiran muara dan pantai negara. JPS bertindak memantau dan melaksana kerja-kerja kawalan dan mitigasi hakisan dengan bantuan Pejabat Daerah dan Majlis Daerah atau Perbandaran. Hanya pada awal tahun 1980-an, usaha ke arah memantapkan pengurusan pesisiran muara sungai menjadi lebih aktif melalui penubuhan Pusat Teknikal Kejuruteraan Pantai pada bulan Januari 1987 yang berfungsi melaksanakan pengawalan hakisan pantai yang kritikal dan memberi nasihat teknikal mengenai projek pembinaan yang melibatkan komponen pesisiran muara sungai dan pinggir pantai.

Selain itu, Majlis Kawalan Hakisan Pantai Negara (MKHPN) juga telah ditubuhkan di bawah Unit Penyelarasan dan Pelaksanaan (UPP), Jabatan Perdana Menteri bagi menetapkan had piawai kerja pengawalan pesisiran muara sungai dan pantai, merumuskan panduan kebangsaan menentukan pengagihan dan tanggungjawab pembiayaan kos dan sebagainya. Pecahan kos bagi keseluruhan

perbelanjaan yang digunakan bagi mengawal hakisan pesisir di bawah Rancangan Malaysia Ke-5 ialah RM17.2 juta dan meningkat kepada RM131 juta pada Rancangan Malaysia Ke-6. Jumlah peruntukan yang besar ini diperolehi daripada pinjaman Bank Pembangunan Asia berjumlah US 43 juta yang diperuntukkan di bawah projek Sektor Pengawalan Hakisan Pantai Negara. Pada Rancangan Malaysia ke-8, peruntukan ke atas kawalan hakisan muara sungai dan pantai meningkat kepada RM470 juta. Kajian Hakisan Pantai Negara mendapati kebanyakan kemusnahan yang berlaku adalah kerana pembangunan telah dilaksanakan di kawasan yang berpotensi untuk terhakis, menyebabkan kerja-kerja kejuruteraan untuk pengawalan hakisan memerlukan perbelanjaan yang tinggi. Kemusnahan berlaku juga akibat pembinaan struktur yang tidak dirancang di muara sungai dan sepanjang pantai serta aktiviti di luar pantai yang telah menyebabkan berlakunya hakisan pesisir (*General Administrative Circular No 5, 1987*).

Justeru itu, kawalan hakisan muara sungai dan persisir pantai telah diperkenalkan melalui satu garis panduan mengawal hakisan untuk pembangunan pesisir pantai. Walaupun hanya satu garis panduan dan bukan bersifat undang-undang (akta atau enakmen), garis panduan ini memberikan panduan yang lengkap mengenai apa juga bentuk pembangunan yang hendak dilaksanakan dengan mengambil kira kestabilan profil muara sungai, pesisiran pantai serta kepentingan masyarakat setempat. Keperluan Kesan Penilaian Alam Sekitar (EIA) adalah mandatori bagi projek pembangunan melibatkan persekitaran muara dan sepanjang persisir pantai negara (Jadual 1).

JADUAL 1. Aktiviti Pembangunan di kawasan muara sungai dan pantai yang memerlukan garis panduan mengawal hakisan untuk pembangunan pesisir pantai di bawah *General Administrative Circular No 5 (1987)*

Pembangunan kawasan muara sungai dan pantai	Aktiviti muara sungai dan pantai
Pembinaan jeti	Penambakan tepi laut
Pembinaan pelabuhan	Pengambilan pasir pantai/muara/Laut
Pembinaan dermaga	Pengorekan dasar laluan kapal di muara
Pembinaan struktur pemecah ombak	Pengubahsuaian muara sungai
Pembinaan groin (kemola kekubah)	
Pembinaan ponton	
Pembinaan tembok penahan ombak	
Pembukaan kawasan perumahan dan rekreasi	
Pembinaan pelantar dan paip minyak/air/kabel	
Pembinaan tambak	
Pembinaan saluran keluar	

*Sumber:* Garis panduan pembangunan muara sungai dan pantai negara 1987

Majoriti kelompok yang menerima kesan daripada hakisan adalah komuniti pesisir yang tinggal di sepanjang muara sungai dan pinggir pantai. Kebanyakan mereka adalah nelayan pinggir pantai dan mempunyai status ekonomi yang rendah dan sederhana. Kajian yang telah dilakukan oleh Mohd Ekhwan dan Fuad (1997) mendapati di Kuala Kemaman dan Kemasin, golongan yang terlibat adalah nelayan Melayu yang mempunyai taraf hidup yang sederhana rendah dengan pendapatan kurang dari RM500 sebulan, mempunyai isi keluarga antara 4-9 orang, mendiami rumah yang bersenibina rumah kayu dan separuh batu yang dibina di atas tanah berstatus 'tanah tol' sungguhpun ada sebahagian kecil tanah yang bergeran individu. Rata-rata penduduk pesisir pantai menjana ekonomi melalui kegiatan perikanan pinggir pantai dan laut dalam. Kebanyakan mereka adalah nelayan tradisi melainkan di beberapa kawasan perkampungan nelayan yang menjalankan aktiviti penangkapan ikan laut dalam, misalnya 65 peratus nelayan Kuala Selangor adalah nelayan laut dalam (Jabatan Perikanan Malaysia 2004).

#### KAWASAN KAJIAN DAN METODOLOGI

Secara umum, kawasan kajian terletak di negeri Terengganu pada garis lintang  $4^{\circ} 16'$  dan  $4^{\circ} 38'$  U dan garis bujur  $103^{\circ} 23'$  dan  $103^{\circ} 31'$  T. Bukaan keratan rentas muara Sungai Kemaman ialah 378 m daripada jeti Kuala Kemaman manakala panjang pesisir pantai daripada Jeti ke Pantai Chendoh ialah 7.3 km. Semenjak 1970-an lagi, beberapa kawasan di sekitar Kuala Kemaman sehingga ke Pantai Kemasin dilaporkan mengalami masalah hakisan. Bagaimanapun, musim tengkujuh pada tahun 1996 menyaksikan kawasan tersebut semakin tidak ampuh kepada hakisan kuat yang dijana oleh ombak dan arus daripada Sungai Kemaman. Seperti laporan sebuah akhbar tempatan pada 12 hb. Januari 1997, masalah hakisan muara Sungai Kemaman telah memusnahkan sebahagian perkampungan nelayan di kawasan tersebut. Pada 16 hb. Januari 1997 pula, sebuah stesen televisyen swasta telah menyiarkan keluhan penduduk setempat mengenai masalah tersebut yang didakwa sebagai "terabai dan tidak mendapat pembelaan daripada kerajaan". Keadaan ini dapat digambarkan dengan jelas melalui rakaman dan ulasan mengenai beberapa rumah penduduk tempatan, kawasan sekolah dan perkuburan Islam di kawasan Kuala Kemaman yang musnah dan terhakis akibat tindakan ombak monsun yang kuat.

Respon segera kerajaan melalui Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia (JPS) dan Pejabat Daerah Kuala Kemaman ialah melaksanakan kerja-kerja penyuburan pasir pantai bertujuan menambahkan jarak horizontal profil pesisir muara. Namun begitu, setelah hampir enam tahun projek ini dilaksanakan, muara Sungai Kemaman kembali mengalami hakisan yang lebih serius berbanding sebelumnya. Walaupun teknik ini berjaya mengekang masalah hakisan dalam jangka masa pendek, ketiadaan susulan pelaksanaan projek yang lebih efisien

menyebabkan penduduk di sini berterusan terdedah kepada bencana tersebut. Hakikatnya, usaha perpindahan ke Paya Berenjut dianggap kurang berjaya kerana kebanyakan mereka telah kembali semula ke sini selepas kerja penyuburan pasir dilaksanakan.

Kajian semula yang dilaksanakan pada tahun 2004 mendapati antara tahun 1998 dengan 2004 adanya perubahan daripada aspek guna tanah. Bancian dilakukan daripada bahagian rasuk muara dan pantai sehingga satu km ke belakang muara. Jadual 2 menunjukkan perubahan tersebut terutamanya daripada segi bilangan rumah dan gerai. Kebanyakan binaan rumah baru dilakukan selepas kerja penyuburan pasir dijalankan.

JADUAL 2. Perbandingan bilangan rumah dan gerai bagi tempoh tujuh tahun (1998-2004)

Bilangan rumah dan gerai	1998	2004
Rumah kayu	86	54
Rumah separuh batu	18	11
Taman perumahan	02	03
*Rumah yang musnah	23	05
Rumah ditinggalkan	-	08
Gerai kekal	07	12
*Gerai yang musnah	05	-
Gerai baru	-	06

Sumber: Kerja lapangan 1998 dan 2004

Nota: \*Rumah dan gerai yang musnah semasa musim tengkujuh sebelum kerja penyuburan pasir pantai

Metodologi penyelidikan umumnya boleh dibahagikan kepada dua dimensi. Dimensi fizikal melibatkan pencerapan profil muara dan pesisir pantai serta perilaku ombak. Tiga daripada lima plot yang dicerap pada April 1997 digunakan sebagai perbandingan dengan gambar foto udara tahun 2000 dan hasil pencerapan yang dijalankan pada Disember 2004. Ketiga-tiga plot terletak di muara sungai (plot 1) dan pesisiran pantai Kuala Kemaman (plot 2 dan 3). Kerja-kerja pengukuran bathimetrik yang dilaksanakan pada bulan Ogos 2004 telah digunakan bagi merangka model perubahan sedimen muara dan pesisir pantai di kawasan berkenaan. Selain itu, analisis perilaku ombak turut dijalankan di lapangan dan sebarang perubahan dari segi kekuatan dan ketinggian ombak di bahagian muara dibincangkan dalam konteks hakisan yang berlaku di kawasan kajian.

Dimensi sosial pula membabitkan temubual yang berpandukan soalselidik di kalangan 30 orang responden yang dipilih secara rawak. Mereka terdiri daripada wakil atau ketua isi rumah penduduk Kuala Kemaman yang tidak ataupun enggan berpindah ke petempatan yang disediakan oleh kerajaan di Paya Berenjut, kira-

kira 10 km daripada Kuala Kemaman. Jumlah ini meliputi hampir 52 peratus bilangan rumah yang terletak di zon rasuk muara dan pantai. Tiga bahagian utama soal selidik melibatkan (i) perkara berkaitan hakisan; (ii) masalah berkaitan hal perpindahan; dan (iii) aspek peningkatan taraf hidup. Profil responden dinyatakan dalam Jadual 3.

JADUAL 3. Profil responden di Kuala Kemaman

Profil responden	Bilangan (n= 30)	%
Gender:		
Lelaki	23	76.7
Perempuan	07	23.3
Umur:		
20-30	05	16.7
31-40	16	53.3
41-50	04	13.3
>50	05	16.7
Pekerjaan:		
Nelayan	21	70.0
Berniaga kecil-kecilan	08	26.7
Suri rumah	01	03.3
Pendapatan:		
< RM 300	16	53.3
301-500	10	33.3
> 501	04	13.4
Pendidikan:		
Sekolah rendah	13	43.3
Sekolah menengah	06	20.0
Tidak bersekolah/ tiada Pendidikan formal	11	36.7

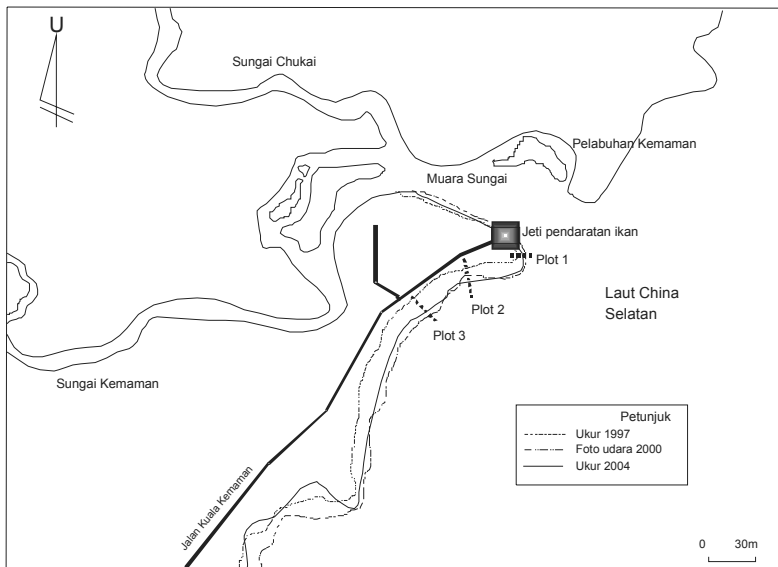
Sumber: Kerja lapangan Ogos 2004

## DIMENSI FIZIKAL

### HAKISAN DI KUALA KEMAMAN

Muara Sungai Kemaman mempunyai sistem fizikal yang agak kompleks berbanding muara-muara sungai lain di pantai timur Semenanjung Malaysia. Di sini, terdapat dua muara yang terbentuk bersebelahan, iaitu muara Sungai Kemaman dan Sungai Chukai. Kedua-dua muara hanya dipisahkan oleh Tanjung Mat Amin sejauh 3.5 km membentuk profil pantai yang terdiri daripada tanjung dan teluk yang besar. Kedudukan muaranya yang menghadap ke laut lepas menyebabkan kawasan ini sentiasa terdedah kepada ancaman hakisan terutama semasa musim tengkujuh. Fenomena ini ditunjukkan di dalam Rajah 1 menggunakan teknik pertindihan





RAJAH 1. Profil muara Sungai Kemaman dan pesisir pantai yang mengalami hakisan berdasarkan interpretasi ukur tahun 1997, gambar foto udara tahun 2000 dan ukur tahun 2004

gambar ukur tahun 1997, foto udara tahun 2000 dan gambar ukur tahun 2004. Pengukuran yang dibuat pada tahun 1997 mendapati hakisan telah memusnahkan sebahagian muara sungai dan pesisiran pantai Kuala Kemaman. Sebagaimana yang dapat dilihat pada garis muara dan pantai, kawasan berhampiran jeti pendaratan ikan di Plot 1 dan 2 menunjukkan pengunduran pantai yang jelas. Di Plot 3, hakisan menyebabkan garis pantai mengundur sejauh 20.5m daripada kedudukan asalnya. Keadaan ini menyebabkan bahagian pantai hadapan hilang akibat dihakis. Di kawasan ini, sebanyak tiga buah rumah, 0.52 hektar tanah perkuburan serta sebahagian padang bola sepak telah dihakis kekal (Mohd Ekhwan et al. 1999).

Kerja-kerja penyuburan pasir pantai telah dijalankan pada tahun 1997 bagi mengatasi masalah hakisan yang serius di kawasan ini. Anggaran pasir yang digunakan bagi penambakan semula kawasan daripada jeti pendaratan ikan Kuala Kemaman sehingga ke Sekolah Rendah Kuala Kemaman ialah 1.2 juta m<sup>3</sup> pasir bagi setiap 70 m kawasan muara dan pesisir pantai. Anggaran ini didasarkan kepada rumus penyuburan pasir pantai, Institut Penyelidikan Pantai Amerika Syarikat di mana:

$$h = Ax^{2/3}$$

dengan kedalaman profil diberikan oleh parameter *A* (bergantung kepada saiz pasir), jarak hadapan pantai, *x* didarabkan dengan kuasa 2/3 (Jadual 3).

JADUAL 3. Input data bagi menganggarkan isipadu pasir yang digunakan bagi kerja penyuburan pasir di Kuala Kemaman

Input data	Nilai
Saiz butiran pasir (mm)	0.52
Saiz pasir yang diisi dalam kawasan (mm)	0.21
Lebar pantai yang diisi (m)	70.00
Tinggi rasuk muara dan pantai (m)	1.00
Dalam ombak pecah berhampiran (m)	5.00

Sumber: Mohd Ekhwan 2005

Dalam tempoh enam tahun (1998-2004), sebahagian besar pasir yang digunakan semasa kerja penyuburan pantai telah dihakis. Malahan hakisan yang terbentuk adalah lebih kuat sehinggakan di beberapa bahagian pesisir pantai, kelihatan pasir hanyut yang membentuk diun pantai. Pengukuran yang dijalankan pada Ogos dan Disember 2004 jelas menunjukkan hakisan aktif yang berlaku. Sekali lagi, plot 2 dan 3 menunjukkan hakisan pesisir yang ketara. Garis muara dan pantai didapati mengundur lebih jauh ke belakang melepasi rasuk pantai dan muara. Keadaan ini ditunjukkan dengan jelas apabila jarak yang diukur antara jalan raya dengan garis pantai menjadi semakin kecil. Pengukuran yang dijalankan mendapati ombak besar mampu melepasi jalan raya dan melimpah masuk ke enam tapak rumah yang musnah semasa musim tengkujuh 2004. Di sini, jarak garis pantai dan jalan raya hanya kira-kira dua meter. Itupun dihalangi oleh sangkar batu yang dibina oleh pihak Pejabat Daerah Kemaman bagi mengekang hakisan daripada memusnahkan jalan raya yang menghubungkan jeti Kuala Kemaman dengan Geliga.

Faktor ombak besar dikenalpasti sebagai punca utama hakisan berlaku di muara Sungai Kemaman. Hal ini dibuktikan melalui perbezaan parameter hidraulik ombak yang dicerap bagi bulan Ogos dan Disember 2004 (Jadual 4). Dari segi tempoh dan tinggi ombak, didapati nilainya adalah lebih tinggi daripada data yang dicerap di luar dari musim tengkujuh. Purata tempoh dan tinggi ombak pada bulan Disember adalah masing-masing 67 dan 81 peratus lebih tinggi berbanding bulan Ogos 2004. Di muara Sungai Kemaman, tempoh kedatangan ombak adalah cepat dan ini telah mempengaruhi kekuatan ombak yang datang. Misalnya, tempoh ombak pada jam 11.30 pagi ialah lapan kali bagi setiap dua minit pada bulan Disember. Tempoh ombak menurun kepada enam kali pada jam 12.00 dan meningkat semula dengan tempoh pasang surut berlaku pada kira-kira jam 1.00 tengahari. Pada waktu ini, tempoh ombak menjadi lebih pendek. Hal ini menyebabkan kewujudan gelombang ombak yang lebih besar berbanding sewaktu air surut yang lebih tenang. Keadaan ini juga menyebabkan ombak pecah lebih cepat dan kerap berlaku di kawasan ini.

JADUAL 4. Perbezaan parameter ombak dan halaju sedimen yang diangkut antara bulan Ogos dengan Disember 2004

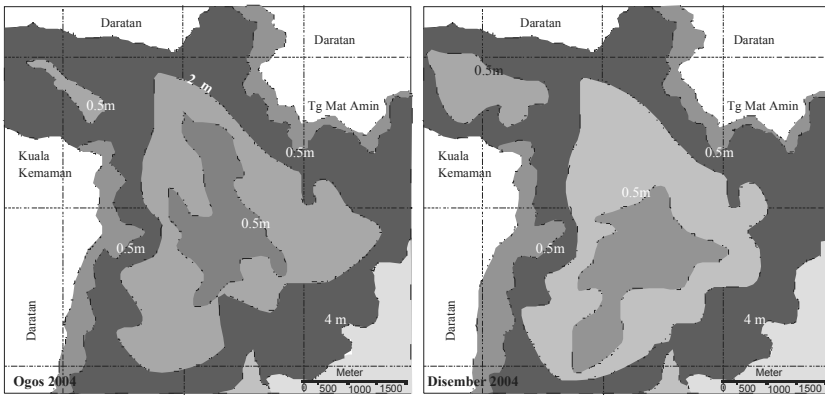
Plot	Tempoh ombak (saat)		Tinggi ombak (m)		*Halaju pergerakan pasir (m/s)	
	Ogos 2004	Dis 2004	Ogos 2004	Dis 2004	Ogos 2004	Dis 2004
1	24	55	0.25	1.65	1.23	0.45
2	32	54	0.55	1.23	0.99	0.29
3	28	62	0.21	1.45	1.04	0.41
<i>Purata</i>	28	57	0.33	1.44	1.08	0.38
<i>Max</i>	32	62	0.55	1.65	1.23	0.45
<i>Min</i>	24	54	0.21	1.23	0.99	0.29
<i>S.Piawai</i>	3.925	4.36	0.186	0.210	0.127	0.083

\* Pasir di hadapan muara dan pantai. Anggaran halaju menggunakan pasir berflouresen

Sumber: Kerja lapangan 2004

Maklumat daripada penduduk setempat dan hasil pemerhatian semasa kerjalapangan menunjukkan tekstur sedimen adalah terdiri daripada pasir halus menyebabkan kejadian ribut pasir kerap berlaku sehingga menjangkau di belakang rasuk muara. Keadaan sebegini lebih kerap berlaku semasa musim tengkujuh di mana kelajuan angin lebih tinggi daripada biasa. Tekstur pasir halus ini lazimnya lebih mudah dihakis dan dibawa oleh aliran sungai dan ombak di muara sungai. Umpamanya, analisis purata tekstur bagi pasir halus bagi Plot 1, 2 dan 3 ialah 78.4, 89.2 dan 67.5 peratus, manakala kerikil membentuk kurang daripada 20 peratus. Keadaan ini menyebabkan hakisan lebih mudah berlaku. Dengan aliran sungai dan ombak yang kuat, beban sedimen lebih mudah diangkut dan disebarkan di belakang ombak pecah dan di pertemuan aliran sungai dan ombak laut. Terdapat dua keadaan berbeza di sini. Di kawasan muka muara Sungai Kemaman, dasarnya lebih cetek kerana beban sedimen yang diangkut oleh aliran sungai dimendapkan di situ. Keadaan ini menyebabkan ombak dibias menghala ke pesisir pantai menyebabkan tumpuan ombak menjadi lebih besar. Kemampuan ombak untuk menghakis pantai menjadi lebih besar sehinggakan sebahagian daripada beban pasir yang dihakis mampu dibawa dan dimendapkan jauh daripada Kuala Kemaman.

Hasil analisis bathimatrik pada Rajah 2 menjelaskan keadaan ini. Di sini, jelas kelihatan pada bulan Ogos muara sungai adalah lebih dalam berbanding bulan Disember 2004. Bagaimanapun pada bulan Disember, kedalaman air di pesisir pantai bertambah besar menunjukkan berlaku hakisan kautan di bahagian dasar laut. Berdasarkan peta bathimetri, jelas menunjukkan tumpuan sedimen yang dikaut adalah daripada dasar dan pinggir pantai Kuala Kemaman. Bahan sedimen ini kemudiannya dibawa oleh ombak pesisir dan dimendapkan di bahagian selatan Kuala Kemaman, iaitu kira-kira tujuh km di Pantai Chendoh



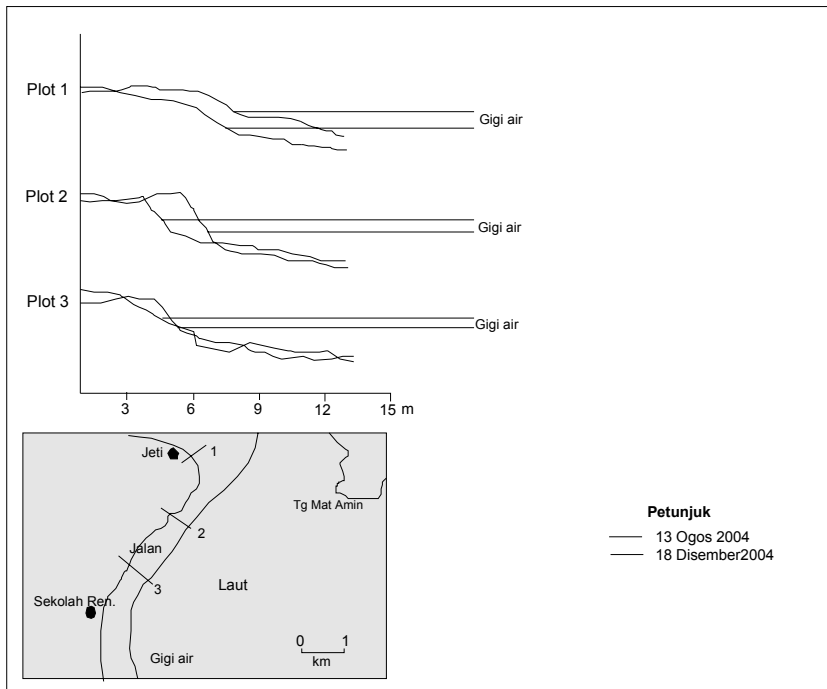
RAJAH 2. Analisis pola bathimetrik muara Sungai Kemaman bagi bulan Ogos dan Disember 2004

Pahang yang berbentuk seperti sebuah tanjung. Sebab itulah dilaporkan setiap kali musim tengkujuh, perairan Pantai Chendoh menjadi tohor dan cetek, sehinggakan nelayan terpaksa menolak perahu sejauh 2 km untuk sampai ke gigi air.

Sejauh mana hakisan mengubah profil fizikal muara Sungai Kemaman dan pesisiran pantainya digambarkan pada Rajah 3. Pada kedudukan plot-plot yang sama, pengukuran profil pantai telah dibuat berdasarkan dua tarikh yang berlainan iaitu pada 13 Ogos dan 18 Disember 2004. Nilai unduran dikira berdasarkan jarak yang diukur daripada titik tertinggi ombak dicapai dengan tiang penanda yang dicucuk di belakang berm. Pada pengukuran pertama, didapati profil fizikal muara dan pantai adalah agak curam dan sempit. Satu keadaan yang menggambarkan bahawa proses hakisan adalah efektif berbanding dengan pemandapan.

Gigi air yang diukur pada waktu itu sebenarnya daratan yang dibentuk oleh kerja penyuburan pasir beberapa tahun lepas. Bagaimanapun, sejak 2003 kawasan ini berterusan dilanda hakisan sehingga membentuk garis muara dan pantai baru di beberapa kawasan. Semasa pengukuran dijalankan, Plot 2 dan 3 menunjukkan keadaan tebing curam di belakang pantai. Di plot 2 misalnya, kedudukan tebing curam yang terbentuk berada kira-kira 0.5 meter dari kawasan perkuburan lama. Mengikut pelan asal kawasan perkuburan tersebut, tapak asal yang menganjur ke laut telah dihakis sebanyak 8.9 meter. Manakala di plot ke 3, kedudukan tebing dengan salah sebuah penghuni rumah yang berdekatan adalah 1.2 meter.

Dalam tempoh masa tersebut, sebanyak tujuh kerosakan struktur telah dikenalpasti. Dua mengalami kemusnahan kekal, iaitu keseluruhan rumah hanyut. Empat buah rumah mengalami kerosakan sebahagian (seperti pagar batu, tembok penahan ombak dan halaman rumah) manakala satu kerosakan melibatkan tiga batang tiang elektrik yang tumbang akibat dipukul ombak. Keseluruhan plot



RAJAH 3. Perubahan profil pantai akibat hakisan ombak

yang diukur bagi tempoh masa tersebut menunjukkan perubahan profil terutamanya di bahagian gigi air, rasuk dan belakang rasuk. Hasil pengukuran profil pantai diringkaskan di dalam Jadual 5. Secara purata, jarak pengunduran pantai akibat hakisan pada jangkamasa tersebut ialah 2.28 meter dengan maksimum pengunduran berlaku pada plot 1 sebanyak 2.54 meter manakala nilai minimum dicatatkan di Plot 2, iaitu 2.09 meter.

JADUAL 5. Nilai perubahan profil pantai akibat daripada hakisan ombak di Kuala Kemaman (m)

Tarikh	Plot 1	Plot 2	Plot 3
13 Ogos 2004	25.70	15.30	18.60
18 December 2004	23.16	13.21	16.39
Nilai unduran	02.54	02.09	02.21

Sumber: Kerja lapangan 2004

## DIMENSI SOSIAL

### DILEMA PENDUDUK PERSISIR MENGENAI ISU HAKISAN

Hakisan pantai yang berlaku di Kuala Kemaman jelas menjejaskan kualiti kehidupan komuniti pesisir yang banyak bergantung pada laut sebagai sumber pendapatan mereka. Di samping kehilangan harta benda akibat dihanyutkan oleh aliran sungai dan ombak, mereka juga mengalami dilema apabila pelbagai masalah timbul ekoran hasrat kerajaan yang menghendaki mereka berpindah daripada tapak asal kediaman mereka ke petempatan baru di Paya Berenjut.

Dalam tahun-tahun 1960-an, Kuala Kemaman disifatkan sebagai sebuah perkampungan nelayan dengan kesemua penduduknya adalah nelayan. Bagaimanapun senario itu kini telah berubah. Hal ini disebabkan penduduknya telah mula membuat pelbagai pekerjaan dan tidak tertumpu kepada penangkapan ikan sahaja. Sebahagian daripada mereka bekerja di kilang-kilang sekitar Chukai dan Kemaman. Namun begitu, pekerjaan sebagai nelayan masih lagi menjadi pekerjaan utama dan tradisi di kampung ini. Bagi kaum wanita, mereka lebih banyak tertumpu kepada pekerjaan "cottage industries" seperti membuat keropok, menyang ikan dan berniaga kecil-kecilan (Majlis Daerah Kemaman, 1984a & b). Berdasarkan maklumat yang diperolehi melalui soal selidik, sudah ramai di kalangan nelayan di sini mempunyai kelengkapan penangkapan ikan yang baik jika dibandingkan dengan tahun 1970-an dahulu. Misalnya terdapat 11 orang yang mempunyai pukat hanyut, pukat tunda (3 orang), jerut bilis (9 orang) dan jerut ikan (7 orang). Sementara itu, lapan orang daripadanya menceburkan diri di dalam perusahaan perikanan laut dalam. Mengikut maklumat Kompleks Perikanan Kemaman, kebanyakan bot laut dalam yang digunakan adalah hasil rampasan daripada nelayan asing yang mencero boh di perairan Malaysia. Nelayan-nelayan tempatan ini telah membelinya terus daripada Jabatan Perikanan Malaysia.

Dari segi pendapatan, data menunjukkan pendapatan yang berbeza-beza di antara satu keluarga dengan satu keluarga yang lain. Namun begitu, mereka tidaklah mempunyai jurang pendapatan yang luas antara satu sama lain. Perbezaan ini banyak bergantung kepada jumlah ikan yang dapat ditangkap. Seperti pada Jadual 3, hanya empat orang sahaja yang memperolehi pendapatan melebihi RM500. Mereka kebanyakannya adalah tekong yang mempunyai bot sendiri dan menjalankan tangkapan di laut dalam. Di samping itu, pendapatan juga bergantung kepada jenis pukat. Jika menggunakan pukat sudu, seseorang nelayan itu boleh mendapat anggaran 300 kilo sehari. Bagaimanapun pukat ini agak mahal dan hanya mampu dimiliki oleh pemilik bot laut dalam sahaja.

Status hak milik tanah di kalangan responden yang ditemui telah ditanyakan. Hanya 19 peratus daripada responden menyatakan tanah yang mereka duduki adalah hak milik sendiri, manakala 5 peratus menduduki tanah kerajaan dan majoriti (76 peratus) daripada mereka tinggal di atas tanah orang lain. Majoriti daripada mereka telah menetap di sini antara 20-60 tahun ke atas.

Sebagai penduduk pesisiran pantai, majoriti daripada mereka (88 peratus) amat mengambil berat dan memandang serius tentang hakisan yang berlaku di kawasan mereka. Mereka sedar bahawa tempat tinggal mereka kian hari kian terancam oleh hakisan. Kesan yang paling ketara akibat hakisan pada pandangan mereka mengikut keutamaan ialah:

1. Rumah-rumah yang telah dihanyutkan atau roboh (90 peratus)
2. Tanah perkuburan yang terhakis (5 peratus)
3. Kerosakan sistem perhubungan (3 peratus)
4. Menyulitkan pendaratan hasil tangkapan ikan (2 peratus)

Hakisan yang melanda kawasan mereka telah beberapa kali dilaporkan kepada pihak Pejabat Daerah dan Majlis Daerah Kemaman. Bagaimanapun, laporan mereka lambat mendapat perhatian daripada pihak yang berkaitan. Keseluruhannya, 32 peratus daripada responden menyatakan pihak bertanggungjawab telah mengadakan lawatan ke kawasan mereka lebih daripada tiga kali, sebaliknya 51 peratus daripada mereka pula menyatakan tidak pasti atau tidak tahu. Hakisan yang terjadi selama ini telah memberi kesan terhadap sosioekonomi mereka. Atas alasan dan kesan yang serius ini majoriti mereka (76 peratus) ingin berpindah ke tempat lain manakala selebihnya tidak mahu berpindah. Namun begitu, persoalan untuk berpindah ke kawasan yang diperuntukkan kepada mereka di Paya Berenjut bukanlah suatu yang mudah. Semenjak tahun 1998 sehinggalah kini, masih ramai masyarakat Kuala Kemaman menghadapi dilema terutamanya dalam isu pemilikan tanah. Sebanyak 60 peratus telah membuat permohonan sebanyak sekali dan 23 peratus pula telah memohon lebih daripada tiga kali dan selebihnya (17 peratus) tidak memohon untuk mendapatkan tanah di Paya Berenjut.

Sehingga kini hanya 16 orang daripada kalangan responden yang berjaya dalam permohonan pemilikan tanah di Paya Berenjut manakala selebihnya menyatakan permohonan mereka tidak berjaya. Namun begitu, rata-rata di kalangan responden tidak berhasrat untuk memohon tanah di sana lagi. Mereka mengatakan sebahagian daripada jiran yang berpindah dahulu telah kembali membina rumah mereka di Kuala Kemaman. Apabila ditanyakan mengapa keadaan ini berlaku, kebanyakannya bersetuju menyatakan mereka menghadapi masalah untuk menyesuaikan diri dengan persekitaran baru yang terletak jauh daripada sungai dan pantai. Umpamanya mereka menyatakan kawasan rumah mereka mudah banjir dan air bertakung serta berpayu (67 peratus); kemudahan asas amat kurang (12 peratus); jauh daripada tempat kerja dan sekolah (10 peratus) serta masalah air dan tiada pusat kesihatan (11 peratus). Jarak daripada rumah ke jeti simpanan bot iaitu kira-kira 15 km telah menyulitkan para nelayan untuk berulang-alik ke pantai. Akibat masalah yang dihadapi, mereka menyatakan kos hidup mereka telah meningkat. Antaranya, mereka mendakwa kehilangan peralatan menangkap ikan (73 peratus), perbelanjaan minyak motosikal untuk berulang-alik (12 peratus) dan makan minum (15 peratus).

Kuala Kemaman mungkin tidak sepeenting pelabuhan atau penempatan muara lain di Malaysia. Sebagai sebuah perkampungan nelayan, apalah yang ada bagi perkampungan kecil ini melainkan sebuah jeti pendaratan ikan dan gerai makanan laut yang terkenal dengan hidangan otak-otak dan sata. Mungkin kerana itu agaknya, usaha mengawal hakisan tidak lagi seaktif sebelum 1998 apabila masalah tersebut mendapat liputan meluas di akhbar dan televisyen. Sekadar memasang sangkar batu sepanjang 200 m bersebelahan jalan menuju ke jeti, usaha ini hanya merupakan kaedah jangka pendek bagi mengawal hakisan di muara Sungai Kemaman. Penduduk di sini sebenarnya mempunyai alasan kukuh mengapa usaha mengawal hakisan tidak sepatutnya tertumpu kepada pemasangan sangkar batu sahaja. Berdasarkan maklumat daripada para responden, mereka menjangkakan hakisan yang lebih serius apabila musim tengkujuh bertembung dengan air pasang besar. Malahan pada 16 Disember 2004, kewujudan air pasang besar mengakibatkan ombak besar melanda sehingga ke zon industri Kemaman sekali gus menyebabkan air laut melepasi jalan utama ke jeti sehingga 0.3 meter. Anggaran ini berdasarkan paras air yang dicatat oleh JPS Kemaman. Justeru itu, perancangan jangka panjang perlulah dilaksanakan sepenuhnya bagi mengekang kejadian hakisan yang lebih teruk pada musim tengkujuh akan datang. Bukan itu sahaja, sedimen yang dihakis di Kuala Kemaman turut menimbulkan masalah kepada nelayan di Pantai Chendoh. Hal ini telahpun dibincangkan terdahulu melalui Rajah 2 yang menunjukkan bagaimana corak pergerakan sedimen yang menghala ke arah Pantai Chendoh. Sedimen yang dimendapkan di Pantai Chendoh menyebabkan berlaku pemendapan pasir sejauh dua km dari rasuk pantai. Maka, pada penduduk pesisir di Kuala Kemaman, tindakan pihak yang terlibat di dalam pengurusan muara sungai dan pantai di sini membantu kelestarian hidup mereka, seterusnya meningkatkan sosio-ekonomi masyarakat yang sememangnya memerlukan pembelaan daripada kerajaan.

## KESIMPULAN

Hakisan yang berlaku di muara Sungai Kemaman merupakan sebahagian daripada berpuluh kawasan lain yang turut diancam bencana hakisan pantai. Selain usaha yang dibuat oleh kerajaan, pihak lain khususnya yang terlibat dengan pembangunan perairan seharusnya mengambil inisiatif yang tinggi untuk turut sama memelihara kestabilan muara dan pinggir pantai agar tidak diancam oleh hakisan berterusan. Walaupun secara semulajadi, hakisan merupakan fenomena biasa yang terjadi di persekitaran fizikal, namun cepat atau lambatnya kejadian yang berlaku banyak dipengaruhi oleh tindakan manusia. Dalam kes di Kuala Kemaman, isu hakisan pantai merupakan sebahagian daripada isu yang ditimbulkan khasnya berkaitan dengan soal keselamatan, kebajikan dan hak komuniti pesisir di Kuala Kemaman. Kesedaran dan tanggungjawab perlu dikoordinasikan bersama-sama dengan pembangunan yang dirancang di kawasan



ini. Tanggungjawab mengawal hakisan seharusnya tidak diletakkan di bahu kerajaan semata-mata. Pihak Lembaga Pelabuhan Kemaman juga seharusnya mengambil inisiatif bagi mengawal hakisan bukan sahaja di kawasan limbungan kapal, malahan juga di sekitar 10 hingga 20 kilometer persisir pantai. Ini bukan sahaja menjamin keselamatan penduduk yang tinggal di kawasan berhampiran tetapi juga mewujudkan satu persekitaran yang seimbang di antara kehendak manusia dan kedinamikan alam sekitar.

Makalah ini merumuskan beberapa pendekatan dan alternatif bagi mengurangkan risiko bahaya hakisan ombak khususnya di Kuala Kemaman. Melalui pendekatan “bertahan”, pihak kerajaan negeri telah menjalankan kerja menambak semula melalui teknik penyuburan pasir pantai, namun usaha ini rasanya agak terlambat kerana fenomena hakisan pantai dikatakan telah berlaku secara aktif semenjak awal tahun 1990-an lagi (Mohd Ekhwan et al. 2000). Kaedah penyedutan dan pengambilan pasir pantai haruslah dijalankan dengan teliti. Ini kerana kaedah ini boleh mengakibatkan hakisan yang serius pada masa akan datang. Justeru itu, kerja-kerja penyuburan pasir pantai haruslah diselia mengikut garis panduan yang telah ditetapkan oleh JPS Malaysia. Selain pengambusan semula pantai menggunakan pasir, kaedah menyusun guni pasir dan pembinaan sangkar batu juga boleh digunakan buat sementara waktu. Semasa kajian ini dijalankan, hanya satu keluarga sahaja yang berusaha membina guni pasir bagi mengawal hakisan pantai manakala yang lain seolah-olah menunggu tanah dan rumah mereka dihakis.

Walaupun ada pendapat yang mengatakan bahawa semenjak kerja penubusgunaan pantai bagi membina pelabuhan Kemaman, muara dan pantai di kawasan ini semakin aktif terhakis, ia agak sukar untuk dibukti melainkan dijalankan penyelidikan yang teliti ke atas ciri ombak dan tren hakisan. Namun begitu, sekiranya teori penjanaan ombak boleh digunapakai, pembinaan pelabuhan mungkin sedikit sebanyak mengganggu kestabilan perairan di muara Sungai Kemaman terutamanya yang melibatkan kerja mendalamkan dasar laut di bahagian dermaga. Ini kerana, ombak yang perlahan akibat geselan dengan dasar pantai dengan serta merta boleh dijana semula akibat permukaan laut yang kembali dalam. Pembinaan groin di luar pesisir pula boleh memesonkan arah ombak menuju terus ke muara serta pantai Kuala Kemaman dan akhirnya boleh menghakis pantai secara berterusan.

Penduduk pesisir Kuala Kemaman akan terus tinggal di sini. Dari satu segi, keputusan ini dapat mengurangkan kos kerajaan membayar pampasan dan memberi bantuan perpindahan mereka ke Paya Berenjut. Namun daripada aspek yang lain, mereka sebenarnya mempertaruhkan keselamatan keluarga dan rumah mereka kepada bahaya hakisan pantai dan muara sungai yang tidak dapat diramal kekuatan dan kekerapannya. Justeru itu, pelan pembangunan Kuala Kemaman, yang dirujuk melalui Draf Rancangan Struktur Kuala Kemaman sehingga 2010 perlulah melihat persoalan ini dalam perspektif yang lebih luas. Lingkungan dimensi fizikal dan sosial perlulah dilihat secara holistik agar hakisan pantai

dapat dikurangkan dan komuniti persisir dapat terus menetap di tanah mereka tanpa rasa gelisah.

#### PENGHARGAAN

Makalah ini adalah sebahagian daripada hasil penyelidikan yang dijalankan melalui geran fundamental (SK/12/04) Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan, Universiti Kebangsaan Malaysia. Penulis ingin merakamkan ucapan terima kasih kepada Pusat Pengajian Sosial Pembangunan dan Persekitaran, FSSK yang meluluskan penyelidikan ini. Ucapan terima kasih juga kepada JPS Malaysia, Pejabat Daerah dan Majlis Daerah Kemaman atas bantuan yang diberi. Akhir sekali makalah ini saya tujukan khusus kepada pembantu penyelidik saya, Allahyarham Jalil Ismail yang meninggal dunia pada 21 Mac 2006. Beliau meninggal dunia sehari sebelum berjumpa saya bagi membincangkan penyelidikan sarjananya. Al-fatimah.

#### RUJUKAN

- Bird, E.C.F. 1969. *An Introduction to Systematic Geomorphology: Volume IV. Coasts*. Australia: The University Press.
- Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia. 1998. Projek Mendalamkan Sungai Duyong. Laporan Teknikal Kejuruteraan Pantai, Vol.2 (13).
- Jabatan Perikanan Malaysia. 2004. *Buletin Nelayan*. Persatuan Nelayan Terengganu. Jld. 3: 4.
- General Administrative Circular No 5*. 1987. Garis Panduan Pembangunan Muara Sungai dan Pantai Negara. Jabatan Perdana Menteri.
- Kamus Istilah Geologi Asas*. 1990. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Leeder, M.R. 1982. *Sedimentology: Process and Product*. London: George Allen & Unwen (Publishers) Ltd.
- Majlis Daerah Kemaman. 1984a. Draf Rancangan Struktur MDK.
- \_\_\_\_\_. 1984b. Laporan Pemeriksaan Pelan Struktur M.D. Kemaman.
- \_\_\_\_\_. 1996. Laporan Pemeriksaan Pelan Struktur M.D. Kemaman 1985-2005.
- Mohd Ekhwan Toriman. 2005. Analisis Bajet Sedimen dan Perubahan Profil Muara Sungai: Implikasinya Terhadap Navigasi Nelayan Kuala Kemaman, Terengganu. Laporan Teknikal. Geran Fundamental (SK/12/04). Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan. UKM.
- \_\_\_\_\_. 2004. The Analysis of Sediment Mobility in the Kemaman River Estuary, Terengganu: A Preliminary Investigation. Prosiding Persidangan Kebangsaan Sains Teknologi dan Sains Sosial 2004. Penerbit UiTM Pahang. Pahang. Hal: 135-141.
- Mohd Ekhwan Hj Toriman, Hafizan Juahir, Mazlin Mokhtar dan Sharifuddin M. Zain. 2004. Trends in Sediment Yield of the Kemaman River Estuary, Terengganu-Disember 2002 - February 2004. Seminar Sumberjaya Pinggir Pantai dan Pelancongan, Universiti Utara Malaysia.

Mohd. Ekhwan Toriman, Abdul Hamid Abdullah dan Fuad Md. Jali. 2000. Hakisan Litoral dan Impaknya Terhadap Masyarakat Kuala Kemaman Terengganu. Dlm. Razali Agus (ed.), *Alam Sekitar dan Pembangunan*. Kuala Lumpur. Penerbit Utusan. Hal. 239-347.

\_\_\_\_\_. 1999. The Impact of Coastal Erosion on Community of Kuala Kemaman, Terengganu. *Sari Penyelidikan 1999*. Universiti Kebangsaan Malaysia. Hal. 48-54.

\_\_\_\_\_. 1997. Hakisan Pantai Kritikal: Satu Analisis Kedinamikan Pantai dan Impaknya Terhadap Komuniti Masyarakat Pesisir di Kuala Kemaman, Terengganu. Prosiding Persidangan Kebangsaan Kajian Sains Sosial, Universiti Malaya. 29-30 September.

*Utusan Malaysia*. 6.6.1999, hlm.

Wan Ruslan Ismail. 1996. The role of tropical storms in the catchment sediment removal. *Journal of Bioscience* 7(2):153-168.

Mohd Ekhwan Hj. Toriman, Ph.D.  
Pusat Pengajian Sosial, Pembangunan dan Persekitaran  
Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan  
Universiti Kebangsaan Malaysia  
43600 UKM Bangi, Selangor D.E.  
ikhwan@pkriscc.ukm.my