

Perubahan zon pinggir pantai dan implikasinya di Kuala Selangor, Malaysia

ZAITUL ZAHIRA GHAZALI¹, JOY JACQUELINE PEREIRA¹ DAN JUHARI MAT AKHIR²

¹Institut Alam Sekitar dan Pembangunan (LESTARI),
Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor

²Program Geologi, Pusat Pengajian Sains Sekitaran dan Sumber Alam,
Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia,
43600 Bangi, Selangor

Abstrak: Perubahan ruangan abiotik dan proses-proses fizikal yang berlaku di zon pinggir pantai telah menyebabkan kesan yang buruk di daerah Kuala Selangor. Kemaraan garis pantai ke arah daratan telah menyumbang kepada kehilangan sumber tanah dan menjejaskan kawasan pertanian. Proses-proses fizikal di zon pinggir pantai, terutamanya hakisan dan pengendapan, disertai dengan aktiviti gunatanah manusia telah menyebabkan kerosakan infrastruktur asas serta kemusnahan ekosistem paya bakau di daerah Kuala Selangor. Pengurusan zon pinggir pantai secara bersepadu, penguatkuasaan undang-undang secara berkesan serta peningkatan kesedaran masyarakat diperlukan bagi mengatasi masalah ini. Selain itu, sokongan sistem maklumat yang lengkap dan pemantauan zon pinggir pantai secara berterusan turut diperlukan bagi menjamin kemampanan zon pinggir pantai daerah Kuala Selangor.

Abstract: Abiotic changes and physical processes occurring in the coastal zone have deteriorated the natural environment within Kuala Selangor district. Shoreline movement towards the continent contributed to soil loss thus affecting agricultural land. Physical processes, especially erosion and deposition, coupled with changing activity associated with human land-use, have affected infrastructures and destroyed the mangrove ecosystem in Kuala Selangor. Integrated coastal zone management, efficient legislation implementation and the improvement of public awareness are needed to solve the problem. Furthermore, complete information system support and continuous coastal zone monitoring are important to safeguard the coastal zone sustainability in Kuala Selangor.

PENGENALAN

Zon pinggir pantai merupakan zon pertemuan antara darat dan laut iaitu satu jalur lurus daratan dan ruang lautan yang terdapat berhampiran (meliputi air dan juga bahagian daratan yang tenggelam) dan saling bergantung (Ditton *et al.*, 1977). Zon pinggir pantai juga ditakrifkan sebagai kawasan dengan jarak tertentu mengarah ke daratan sehingga pelantar benua tetapi tiada had mengarah ke daratan (Hail, 1980). Di dalam jangkauan zon ini, kegiatan manusia boleh mengganggu atau memusnahkan ekosistem. Proses tabiinya merangkumi proses biologi, kimia dan fizikal. Takrifan kawasan pesisir adalah lebih luas dan meliputi kawasan pinggir sebarang jasad air seperti pulau, pantai, sungai atau tasik yang mempunyai beberapa kepentingan asas seperti kawasan yang sensitif terhadap hakisan dan umumnya mengandungi ekosistem rapuh serta kaya dengan kepelbagaian biologi (Kerajaan Negeri Selangor, 1999). Garis pantai pula ditakrifkan sebagai sempadan antara darat dan air yang sentiasa berubah-ubah dari semasa ke semasa kerana tindakan ombak, pasang-surut dan tiupan angin (Tjia, 1987) (Rajah 1).

Perubahan di zon pinggir pantai boleh menyebabkan kemusnahan hutan paya bakau dan ini akan menjejaskan ekosistem zon pinggir pantai. Hutan paya bakau memainkan pelbagai peranan di zon pinggir pantai (Salleh Mohd Nor dan Chan, 1988). Peranan utamanya adalah menstabilkan

kawasan pantai dan menampakan hakisan. Akibat pembukaan kawasan hutan paya bakau dan hutan-hutan di daratan oleh aktiviti pembalakan, pengkuarian, pembandaran dan pembinaan infrastruktur, jumlah angkutan beban sedimen semakin bertambah di dalam air sungai dan air laut. Apabila ombak dan arus bertindak, sedimen terampai ini akan diangkut dan diendapkan di pinggir pantai. Pengendapan mengakibatkan kerosakan kepada kebersihan pantai dan mencemarkan kejernihan air di pantai. Pada masa yang sama, berlaku perlodakan dan pengendapan sedimen di kuala-kuala sungai. Maka, kelebaran sungai akan mengecil dan dasarnya menjadi lebih cetek. Perubahan morfologi sungai ini mengakibatkan kesukaran kepada bot-bot nelayan yang menggunakan laluan air untuk keluar-masuk.

Berdasarkan keadaan semasa, aktiviti gunatanah manusia meninggalkan kesan negatif yang lebih besar berbanding proses-proses fizikal yang bertindak terhadap persekitaran zon pinggir pantai. Hutan paya bakau di seluruh negara telah ditebusguna dengan pembinaan petempatan, pertanian, perindustrian dan projek akuakultur (Sharifah Mastura, 1992). Hakisan pantai merupakan masalah fizikal yang melanda hampir keseluruhan pinggir pantai negara (Jabatan Perdana Menteri, 1985) dengan kadar hakisan di kawasan berisiko pada asalnya adalah kurang dari 1m/tahun kini, didapati semakin bertambah sehingga melebihi 10m/tahun contohnya yang berlaku kawasan pantai Miri, Sarawak (Berita Harian, 1992).

Zon pinggir pantai amat dipengaruhi oleh aras laut. Rekod perubahan aras laut terdapat di seluruh dunia dan telah diramalkan bahawa kenaikan aras laut sejagat akan berlaku sekali lagi (Bird, 1988). Di Malaysia, kesan kenaikan aras laut dijangka akan mengakibatkan perubahan kedudukan garis pantai, peningkatan kejadian intrusi air masin ke kawasan daratan dan sungai-sungai dan kegagalan terhadap sistem saliran di kawasan pertanian dan bandar (Shahrizaila Abdullah, 1992).

Kertas kerja ini merekodkan perubahan ruang abiotik di sepanjang zon pinggir pantai daerah Kuala Selangor. Perubahan kedudukan garis pantai dan proses-proses fizikal yang berlaku di kawasan tersebut juga dikenalpasti. Kesan perubahan di zon pinggir pantai Kuala Selangor terhadap sosio-ekonomi penduduk tempatan turut dibincangkan dan beberapa implikasi dasar dikemukakan dalam konteks ini.

KAJIAN ZON PINGGIR PANTAI: SENARIO KEBANGSAAN

Sejak tahun 1970an, kajian di zon pinggir pantai telah mula dijalankan di seluruh negara dan berkembang dengan pesatnya pada tahun 1980an. Pada peringkat awal, kebanyakan penyelidikan yang dijalankan adalah bertujuan memahami proses-proses dinamik pantai dan kestabilan zon pinggir pantai (Shobihah, 1988). Seiring dengan kesedaran terhadap kepentingan zon pinggir pantai yang berperanan sebagai pembekal sumber protein yang utama, penyelidikan-penyelidikan yang dilakukan mulai memasuki era pengurusan zon pinggir pantai (Hong, 1988).

Apabila kerajaan mula memperkenalkan perindustrian, sektor pelancongan juga mengorak langkah untuk dikomersilkan sebagai salah satu sumber pendapatan negara (Chan, 1982). Menyedari peranan industri pelancongan dan rekreasi, kajian zon pinggir pantai alaf baru menerokai permasalahan bertujuan menangani masalah-masalah berhubung persekitaran pantai seperti hakisan pantai, perlodakan, pengendapan, unduran garis pantai, kemusnahan terumbu karang dan kemerosotan kualiti air marin (Kadir, 1998). Isu-isu yang timbul ini akan memberi kesan terhadap sektor pelancongan negara yang menjadikan pantai-pantai di seluruh negara sebagai destinasi pelancongan. Kini kajian pantai telah berkembang lebih maju dengan pendekatan remote sensing dan Sistem Teknologi Maklumat (Sukmawati, 1994).

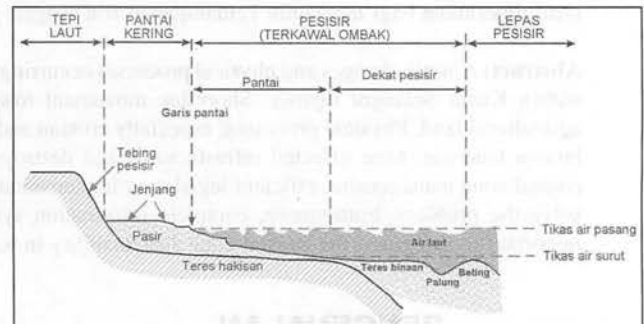
Di beberapa kawasan pantai peranginan di Pantai Timur Malaysia, wujud masalah kerosakan dan kecacatan geomorfologi pantai. Segenap aspek geomorfologi dan hubungkaitnya dengan potensi pembukaan resort-resort di pantai telah mulai dibincangkan (Wong, 1988; Rahimah, 1993).

Pelbagai aspek penyelidikan bertujuan memfokus permasalahan zon pinggir pantai telah dan sedang giat dijalankan di seluruh negara. Antara penyelidikan-penyelidikan yang pernah dijalankan di universiti-universiti adalah seperti Jadual 1.

LATARBELAKANG KAWASAN KAJIAN

Kawasan kajian terletak di antara longitud $100^{\circ} 00' 30'' - 101^{\circ} 30' 00''$ dan latitud $3^{\circ} 10' 00'' - 3^{\circ} 37' 00''$ (Rajah 2). Daerah Kuala Selangor bersempadanan dengan lautan di bahagian barat dan di sempadani oleh daerah Sabak Bernam di utara, Hulu Selangor dan Gombak di timur, Petaling di tenggara dan Klang di selatan. Daerah ini berkeluasan 1, 230 km² dan terbahagi kepada mukim-mukim berikut: Tanjung Karang, Hulu Permatang, Hulu Tinggi, Pasangan, Batang Berjuntai, Kuala Selangor, Api-Api, Ijok, Batang Berjuntai dan Jeram. Populasi penduduk daerah ini dianggarkan mencapai 705,835 orang bagi tahun 2020 (Majlis Daerah Kuala Selangor, 1997).

Gunatanah daerah ini dibahagikan kepada 6 kelas yang utama iaitu kawasan bandar, pertanian, kawasan tutupan bumi, kawasan terbuka, jasad air dan kawasan yang tidak dikelaskan. Peratus keluasan setiap kelas gunatanah ditunjukkan dalam Jadual 2. Sekitar 50% daripada daerah Kuala Selangor terdiri daripada bandar dan penempatan



Rajah 1. Kedudukan garis pantai mengikut takrifan Tjia (1987).



Rajah 2 : Kedudukan kawasan kajian. (Sumber : Kerajaan Negeri Selangor, 1999).

Penulis / Tahun / Tajuk	Rumusan Kajian
<p>Kadir Arifin, 1998</p> <p>Kualiti air pantai-pantai peranginan popular di Selangor, Negeri Sembilan dan Melaka.</p>	<p>Menjalankan kajian berhubung kualiti air marin di pantai Morib, Bagan Lalang, Teluk Kemang, Pasir Panjang dan Tanjung Bidara. Hasil kajian mendapati pantai-pantai peranginan ini berada pada tahap tercemar. Kedua-dua pantai Morib dan Bagan Lalang tercemar berpunca daripada buangan sisa effluen industri dari kawasan Telok Panglima Garang dan Olak Lempit, pembukaan tanah yang meningkatkan kandungan sedimen terampai dalam air dan buangan effluen dari ladang-ladang ternakan khinzir. Pantai Teluk Kemang dan Pasir Panjang pula mengalami pencemaran oleh gris dan minyak akibat pertambahan bilangan stesen-stesen minyak dan buangan sisa kumbahan berjumlah 24, 000 meter padu setiap hari akibat perkembangan industri pelancongan. Pantai Tanjung Bidara pula mengalami pencemaran dari buangan sisa kumbahan dari gerai-gerai, kawasan perkampungan dan pembinaan jeti yang berhampiran.</p>
<p>Sukmawati bt. Mohd. Razali, 1994</p> <p>Pencemaran perairan pinggir pantai dan pengurusan di Semenanjung Malaysia.</p>	<p>Matlamat utama kajian adalah meninjau punca dan keadaan pencemaran serta sistem penggunaan dan pengurusan di perairan pinggir pantai Semenanjung Malaysia. Berdasarkan kajian, didapati kualiti perairan pinggir pantai Malaysia masih jauh dari tahap yang memuaskan walaupun terdapat pelbagai undang-undang dan peraturan yang digubal bagi membendung masalah pencemaran. Sebahagian besar konflik pengurusan adalah berpunca daripada kelonggaran pelaksanaan tanggungjawab pihak-pihak tertentu sama ada pihak berkuasa persekutuan, negeri atau tempatan. Penguatkuasaan pula akan dapat dilakukan dengan berkesan seandainya pihak yang bertanggungjawab mengenainya arif tentang tugas dan kuasa yang ada pada mereka di samping kerjasama dari semua pihak dan orang awam.</p>
<p>Rahimah Bt. Zainudin, 1993</p> <p>Analisis tumbuh-tumbuhan pantai di pantai terdedah.</p>	<p>Kajian dijalankan dengan objektif mengkaji kepelbagaian tumbuh-tumbuhan pantai dan menentukan faktor-faktor yang membantu pertumbuhan tumbuh-tumbuhan di Pulau Besar, Melaka. Berdasarkan aspek kimia tanah, kawasan pantai berpasir mengalami kekurangan nutrien makro dan mengandungi silika melebihi 80%. Walau bagaimanapun, tumbuhan ini masih boleh hidup subur dan berperanan menstabilkan bentuk pantai walaupun terdedah terhadap tindakan ombak.</p>
<p>Hong, Yeut Chan, 1988</p> <p>Permasalahan pengurusan zon pinggir pantai : satu kajian di Pantai Morib.</p>	<p>Menjalankan kajian bagi melihat masalah yang timbul dalam pengurusan zon pinggir pantai Morib dalam menangani isu hakisan pantai dan kemerosotan kualiti air. Beliau mendapati faktor-faktor ombak, arus dan angin semasa air pasang yang menggalakkan proses hakisan. Peningkatan kandungan pepejal terampai, pepejal terlarut, minyak dan gris didapati menjadi punca utama mengakibatkan kemerosotan kualiti air.</p>
<p>Shobihah Ahmad, 1988</p> <p>Hakisan pantai kritikal: Satu kajian kes di Pantai Morib, Selangor.</p>	<p>Keseluruhan kajian bertujuan melihat dan mengkaji proses hakisan Morib. Hasil kajian menunjukkan pantai Morib mengalami hakisan kritikal. Dari hasil kajian, didapati faktor kelautan iaitu ombak dan angin adalah faktor utama yang mengakibatkan hakisan pantai Morib terutama semasa air pasang besar. Walau bagaimanapun, tahap hakisan masih boleh dikawal dengan membina struktur benteng.</p>
<p>Chan, Ee Moi, 1982</p> <p>Pengurusan pinggir pantai: Satu perbandingan pengurusan kawasan pinggir pantai di Mersing, Johor dan di Port Dickson, N. Sembilan.</p>	<p>Penyelidikan bertujuan mengkaji ciri-ciri pelawat-pelawat pantai dan polisi pengurusan zon pinggir pantai di Mersing, Johor dan Port Dickson, Negeri Sembilan. Hasil kajian mendapati bahawa pelawat-pelawat berada dalam jangkauan tempatan berbanding pelawat-pelawat pantai Port Dickson yang datang dari seluruh negara. Kajian juga mendapati bahawa polisi pengurusan zon pinggir pantai oleh kerajaan dan swasta adalah lebih berkesan dalam menggalakkan perkembangan industri pelancongan di pantai Port Dickson berbanding di pantai Mersing.</p>

Jadual 1. Beberapa penyelidikan di zon pinggir pantai di Semenanjung Malaysia.

Jadual 2 : Peratusan keluasan setiap kelas gunatanah bagi daerah Kuala Selangor. Jumlah keluasan adalah 1,230 km persegi (Sumber: Shahrudin Idrus, 2000).

Gunatanah	Peratusan keluasan gunatanah
Kawasan bandar	53.00
Pertanian	43.00
Kawasan dengan tutupan bumi	2.85
Kawasan terbuka	0.03
Jasad air	0.86
Tidak dikelaskan	0.04
Peratusan keluasan	100.00

manakala 40% telah dimajukan berasaskan pertanian. Kawasan selebihnya (10%) terdiri daripada kawasan tutupan bumi, kawasan terbuka dan jasad air.

Topografi daerah ini secara umumnya adalah landai dengan purata ketinggian kurang daripada 20 meter. Topografi pantainya berketeguhan antara 1.5 – 2.0 meter. Zon pinggir pantainya berjurus baratlaut - tenggara iaitu bermula dari Sg. Inoho Hamid ke Sg. Tambak Jawa Besar. Pantai di daerah ini berpasir dan lazimnya landai atau mendatar. Ianya terdedah kepada tiupan angin Monsun Barat Laut dan Monsun Selatan. Sistem saliran utama terdiri daripada Sg. Tenggi, Sg. Selangor dan Sg. Buloh. Kedua-dua Sg. Tenggi dan Sg. Selangor berasal dari daerah Hulu Selangor dan Sg. Buloh bermula dari daerah Gombak.

Batuan di daerah Kuala Selangor keseluruhannya terdiri daripada lempung dan lodak marin dan di beberapa tempat terdapat intrusi asid berusia Tersier (Jabatan Penyiasatan Kajibumi, 1985). Batuan di kawasan kajian adalah jenis sedimen yang berusia Kuarter yang terdiri daripada campuran endapan marin dan daratan seperti lempung, lodak, pasir, dan gambut yang bercampur dengan sedikit grabel. Tanah lempung marin berasosiasi dengan sungai, estuari, air payau dan endapan gambut (Anizan Isahak, 1992).

PERUBAHAN DI ZON PINGGIR PANTAI

Perubahan Ruang Abiotik

Perubahan ruang abiotik zon pinggir pantai yang dikaji merangkumi kedudukan garis pantai, kewujudan alur sungai dan pengendapan sedimen. Perubahan ruang abiotik tersebut dikenalpasti berdasarkan tafsiran fotograf udara tahun 1966 dan 1982. Pantai Kuala Selangor telah dibahagikan kepada beberapa segmen endapan sedimen berdasarkan pemisahan oleh alur sungai (Jadual 3). Segmen endapan yang mengalami pertambahan atau penutupan alur sungai menunjukkan berlakunya pengendapan sedimen. Sementara segmen yang mengalami pengurangan menunjukkan berlakunya hakisan.

Perubahan aras laut mempengaruhi kedudukan garis pantai sama ada mengarah sama ada ke daratan atau ke

Jadual 3 : Perubahan ruang abiotik yang berlaku di zon pinggir pantai daerah Kuala Selangor berdasarkan gambar udara tahun 1966 dan 1982. (Petunjuk : (i) Terdapat dalam gambar udara, (ii) Tidak terdapat dalam gambar udara, (SA) Terbenam sebagai satu segmen sungai dan (SB) Segmen pantai terpisah akibat pembentukan alur.

Jenis perubahan	Kod segmen pantai	Tafsiran gambar udara	
		1966	1982
Kewujudan sungai	R1 – Sg. Inoho Hamid	✓	✓
	R2 – Sg. Mandor Wahid	✓	✓
	R3 – Sg. Lima	✓	✓
	R4 – Sg. Tengkorak	✓	✓
	R5 – Sg. Burong	✓	×
	R6 – Sg. Tenggi	✓	✓
	R7 – Sg. Gulang-Gulang	✓	✓
	R8 – Sg. Tunggol Baru	×	✓
	R9 – Sg. Tunggol	×	✓
	R10 – kawasan Kg. Sg. Tunggol Baru	✓	✓
	R11 – Sg. Terap	✓	✓
	R12 – Sg. Kelekati	✓	✓
	R13 – kawasan utara kuala Sg. Selangor	✓	✓
	R14 – Sg. Selangor	✓	✓
	R15 – Sg. Assam Jawa	✓	✓
	R16 – Sg. Bkt. Rotan	✓	✓
	R17 – Sg. Api-Api	✓	✓
	R18 – Sg. Buloh	✓	✓
	R19 – kawasan Jeram	✓	✓
	R20 – Sg. Sembilang	✓	✓
	R21 – Sg. Tambak Jawa Besar	✓	✓
	R22 – Sg. Tambak Jawa Kecil	✓	×
Pengendapan sedimen	S1 – utara daerah – Sg. Inoho Hamid	✓	✓
	S2 – Sg. Inoho Hamid – Sg. Mandor Wahid	✓	✓
	S3 – Sg. Mandor Wahid – Sg. Lima	✓	✓
	S4 – Sg. Lima – Sg. Tengkorak	✓	✓
	S5 – Sg. Tengkorak – Sg. Burong	✓	SB
	S6 – Sg. Burong – Sg. Tenggi	✓	✓
	S7 – Sg. Tenggi – Sg. Gulang-Gulang	✓	✓
	S8 – Sg. Gulang-Gulang – Sg. Tunggol Baru	✓	✓
	S9 – Sg. Tunggol Baru – Sg. Tunggol	SA	✓
	S10 – Sg. Tunggol – R10	✓	✓
	S11 – R10 – Sg. Terap	✓	✓
	S12 – Sg. Treap – Sg. Kelekati	✓	✓
	S13 – Sg. Kelekati – R13	✓	✓
	S14 – R13 – Sg. Selangor	✓	✓
	S15 – Sg. Selangor – Assam Jawa	✓	✓
	S16 – Sg. Assam Jawa – Sg. Bkt. Rotan	✓	✓
	S17 – Sg. Bkt. Rotan – Sg. Api-Api	✓	✓
	S18 – Sg. Api-Api – Sg. Buloh	✓	✓
	S19 – Sg. Buloh – R19	✓	✓
	S20 – R19 – Sg. Sembilang	✓	✓
	S21 – Sg. Sembilang – Sg. Tbk. Jawa Besar	✓	✓
	S22 – Sg. T. J. Besar – Sg. T. J. Kecil	✓	✓

arah lautan. Secara umumnya, garis pantai di daerah Kuala Selangor semakin mengarah ke daratan. Perubahan garis pantai dianggarkan sejauh 10 m secara mendatar di antara tahun 1966 dan 1982. Kajian lanjut menunjukkan bahawa pergerakan garis pantai ke daratan telah bertambah pada tahun 1996.

Di sepanjang pesisir pantai, didapati proses hakisan dan pengendapan berlaku secara berselang-seli. Kajian menunjukkan terdapat 3 km sepanjang daerah ini mengalami pengendapan sedimen di antara tahun 1966 dan 1982. Ini mewakili 7% daripada panjang pantai kawasan tersebut. Di samping itu, 28 km iaitu 66% daripada panjang pantai telah mengalami hakisan manakala kawasan yang selebihnya (27%) tidak menunjukkan sebarang perubahan. Proses pengendapan telah menyebabkan penutupan alur sungai.

Contohnya Sungai Tengkorak dan Sungai Tambak Jawa Kecil tidak lagi wujud di kawasan tersebut. Proses hakisan pula digambarkan oleh kemunculan alur sungai baru yang menyebabkan zon pinggir pantai mengalami pengurangan. Contohnya dalam tahun 1982, didapati terdapat dua alur sungai baru iaitu Sungai Tunggol dan Sungai Tunggol Baru.

Perubahan Aras Laut

Perubahan aras laut memberi kesan terhadap proses pengendapan, hakisan dan angkutan sedimen. Walau bagaimanapun, proses-proses ini tidak hanya dipengaruhi oleh perubahan aras laut bahkan ia juga turut dipengaruhi oleh pasang-surut, pergerakan angin dan ombak. Bagi melihat perubahan aras laut, data dari stesen yang terdekat iaitu Pelabuhan Klang telah dikaji.

Secara umum, didapati aras laut mengalami kedua-dua peningkatan dan penurunan (Rajah 3). Purata aras laut pada tahun 1986 adalah setinggi 3.61 m. Dalam tempoh 5 tahun berikutnya, aras laut didapati telah mengalami penurunan sebanyak 2 cm kepada 3.59 m. Ini mewakili kadar penurunan tahunan sebanyak 0.1%. Walau bagaimanapun, purata aras laut telah meningkat bagi tempoh 1991 – 1999 daripada 3.59 meter kepada 3.70 m iaitu sebanyak 11 cm. Ini mewakili kadar peningkatan tahunan sebanyak 0.4%.

Perubahan Tindakan Fizikal

Secara umum, perubahan aras air laut berkaitan dengan perubahan proses pasang-surut, tiupan angin dan pergerakan ombak. Bagi melihat perubahan proses-proses tersebut, data dari stesen yang terdekat iaitu Pelabuhan Klang telah dikaji. Di kawasan kajian, pengaruh monsun barat laut adalah lebih dominan berbanding tiupan angin monsun timur laut. Semasa kejadian tiupan angin kuat, gelombang ombak yang dihasilkan adalah lebih besar. Ini meningkatkan keupayaan air laut untuk mengangkut atau mengendapkan bahan sedimen dalam jumlah yang besar. Setiap kali selepas kejadian ombak besar, bahagian tepi pantai boleh mengalami pengendapan atau hakisan.

Di antara tahun 1986 dan 1999 purata air pasang-surut tertinggi didapati mengalami penurunan dan kenaikan (Rajah 4). Kenaikan purata aras air pasang-surut berlaku pada tahun 1996 dan didapati menurun pada tahun 1999. Walau bagaimanapun, penurunan aras air pasang hampir

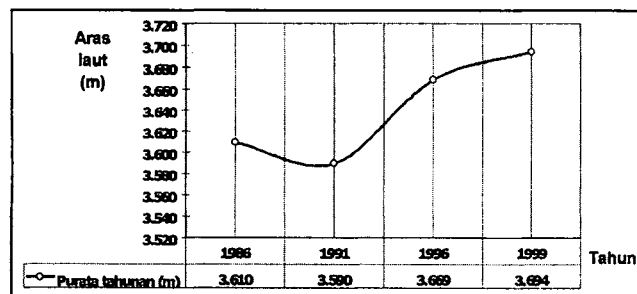
menyamai aras pada tahun 1986.

Purata ketinggian ombak didapati semakin meningkat di antara tempoh 1976 dan 1999 (Rajah 5). Kadar peningkatan tahunan sepanjang tempoh tersebut adalah hampir 1%. Ombak tertinggi dicatatkan pada tahun 1996 dengan ketinggian purata 1.9 m dan ketinggian maksimum 24.2 m.

Purata kelajuan tiupan angin juga menunjukkan corak peningkatan yang sama dengan ketinggian ombak (Rajah 6) di antara tempoh 1976 dan 1999. Tiupan angin juga memperlihatkan kadar peningkatan tahunan sebanyak 1% sepanjang tempoh tersebut. Nilai angin maksimum bagi tahun 1996 ialah 48.4 m/s.

Berdasarkan purata tahunan pasang-surut, ketinggian ombak dan kelajuan angin, didapati peningkatan proses-proses di zon pinggir pantai adalah berkala. Kadar peningkatan tahunan setiap proses tidak melebihi 1%. Namun demikian, kejadian-kejadian seperti hakisan dan pengendapan yang besar masih berlaku di kawasan ini. Kejadian sedemikian berlaku dalam bulan tertentu sahaja dalam setahun dan boleh dikaitkan dengan data maksimum tahunan yang diperolehi terutamanya bagi proses tiupan angin dan ketinggian ombak. Berdasarkan data maksimum tahunan yang diperolehi (Jadual 4), didapati tahun 1996 mencatatkan nilai tertinggi bagi rekod angin dan ombak di antara tempoh 1976 dan 1999. Pada tahun 1999, nilai tertinggi angin dan ombak tersebut telah berkurangan sebanyak 1/3 daripada tempoh sebelumnya. Namun demikian, nilai maksimum tahunan bagi aras laut dan pasang-surut di antara tempoh 1976 dan 1999 menunjukkan peningkatan kecil yang konsisten.

Pemantauan secara lebih terperinci dan berterusan perlu dilakukan di kawasan daerah Kuala Selangor bagi meramal kesan jangka panjang proses-proses fizikal di daerah Kuala Selangor. Ini akan membantu penggubalan strategi pengurusan zon pinggir pantai yang akan dapat menangani masalah berkaitan dengan proses-proses fizikal di pinggir pantai daerah Kuala Selangor. Kesan tindakan proses-proses fizikal di pinggir pantai menjadi semakin buruk apabila aktiviti-aktiviti pembinaan dan pembangunan dijalankan di zon pinggir pantai tidak dikawal dengan rapi. Maka, lebih banyak kajian dan langkah kawalan yang benar-benar berkesan di zon pinggir pantai Kuala Selangor perlu dijalankan bagi memahami hubungkait proses-proses fizikal pantai yang dinamik.



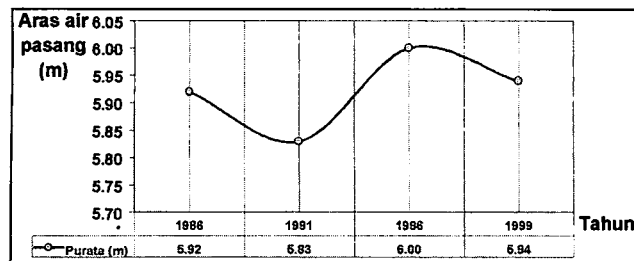
Rajah 3. Purata aras laut bagi tempoh 1986 – 1999. (Sumber : Jabatan Ukur dan Pemetaan Negara, 2000).

IMPLIKASI PERUBAHAN DI ZON PINGGIR PANTAI

Proses-proses fizikal yang berlaku di zon pinggir pantai terutamanya hakisan telah menyebabkan kesan yang buruk di daerah Kuala Selangor. Selain kehilangan sumber tanah, perubahan di zon pinggir pantai menyebabkan kemusnahan benteng, kerosakan kunci air, kemusnahan ekosistem hutan paya bakau dan kemusnahan tanah pertanian.

Jadual 4. Data angin, ombak, pasang-surut dan aras laut maksimum tahunan bagi tempoh 1976 – 1999. (Sumber : Jabatan Ukur dan Pemetaan Negara, 2000 dan Jabatan Perkhidmatan Kajicuaca, 2000).

Tahun	Kelajuan angin (m/s)	Ketinggian ombak (m)	Aras pasang-surut (m)	Aras laut (m)
1976	10.30	5.15	Tiada rekod	Tiada rekod
1981	13.39	6.70	Tiada rekod	Tiada rekod
1986	20.60	10.30	6.15	3.85
1991	19.57	9.79	6.15	3.84
1996	48.41	24.21	6.31	4.01
1999	15.45	7.73	6.57	4.05



Rajah 4. Purata air pasang-surut tahunan bagi tempoh 1986 – 1999. (Sumber : Jabatan Ukur dan Pemetaan Negara, 2000).

Kemusnahan Benteng

Benteng yang dibina sepanjang pantai dan sungai bertujuan melindungi kemasukan air pasang ke kawasan berhampiran dan kemudahan infrastruktur-infrastruktur. Mengikut polisi JPS, tidak dibenarkan menjalankan sebarang pembangunan bermula dari pantai sehingga 400 m mengarah ke daratan atau menjadikan benteng sebagai laluan sebagaimana yang dilakukan oleh segelintir penduduk tempatan.

Pada 1 Ogos 2000, sebahagian tebing Sg. Tengi dan struktur benteng di belakang Taman Malinja mengalami runtuh. Kos pembinaan benteng baru sepanjang 215 meter menelan belanja berjumlah RM133, 080. Kedudukan benteng di bahagian teluk lengkung sungai yang sentiasa mengalami hakisan oleh aliran air sungai, kesan pembukaan hutan bakau bagi projek-projek akuakultur dan kesan gelombang ombak dari aktiviti keluar-masuk bot-bot nelayan merupakan antara punca yang mengakibatkan hakisan dan runtuh benteng.

Kerosakan Kunci Air

Kunci air merupakan binaan untuk mengempang dan melepaskan air dari arah daratan keluar ke laut dan berperanan membekalkan air bagi kegunaan pertanian. Pada 29 September 2000, di kawasan Kg. Parit 4, Sg. Burong, berlaku kejadian air pasang besar yang telah mengendapkan sejumlah besar pasir di sekitar kunci air. Penutupan laluan air mengakibatkan rumah penduduk-penduduk berhampiran ditenggelami air, kemusnahan tanam-tanaman dan hakisan teruk pada tebing benteng di belakang kunci air. Maka, kerja-kerja pengorekan dan penggalian semula kunci air terpaksa dijalankan bagi melepaskan air yang telah bertakung.

Kemusnahan Ekosistem Hutan Paya Bakau

Kegiatan manusia dan pemusnahan tumbuh-tumbuhan bagi tujuan pembangunan pelancongan menambahkan masalah kepada kawasan pantai (Sharifah Mastura, 1983). Kemusnahan hutan paya bakau telah menggalakkan hakisan dan perubahan di kawasan pinggir.

Pelbagai projek akuakultur dijalankan di kawasan pantai. Di Sg. Kajang, Tanjong Karang, perusahaan projek akuakultur di sini telah memusnahkan sebahagian hutan paya bakau. Akibat bantahan penduduk kampung, pihak pengusaha telah berpindah. Kawasan tersebut di tinggalkan terbiar apabila usaha untuk menanam semula pokok-pokok bakau telah gagal. Kesannya, hutan paya bakau telah menjadi tidak berupaya untuk bertindak menahan hakisan.

Berdasarkan pemerhatian di lapangan, ketebalan hutan paya bakau di kawasan Sg. Buloh – Taman Alam masih dapat menahan hakisan. Walau bagaimanapun, didapati kawasan yang paling hampir dengan gigi air laut telah mulai dihakis. Ini jelas ditunjukkan oleh hakisan terhadap tanah yang dikekang oleh sistem akar pokok bakau. Sekiranya tiada usaha yang dilakukan, lama-kelamaan hutan bakau yang masih ada akan mengalami hakisan dan memusnahkan benteng pertahanan ekologi ini.

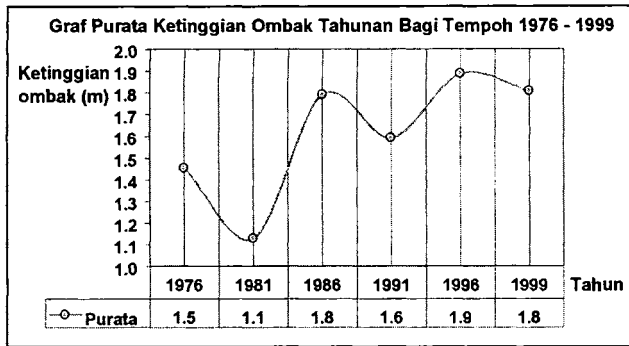
Kemusnahan Kawasan Pertanian

Kemaraan garis pantai ke arah daratan telah menjejaskan kawasan pertanian berhampiran dengan kawasan pinggir pantai. Contohnya di kawasan Sg. Kajang, Tanjong Karang. Selepas binaan benteng, kawasan pinggir pantai telah dimajukan dengan menjalankan penanaman kelapa sawit. Walau bagaimanapun, kemasukan air masin semasa kejadian air pasang besar telah memusnahkan kawasan tanaman kelapa sawit seluas 1 km persegi.

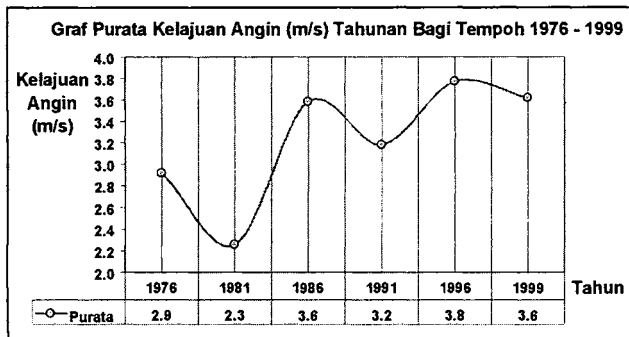
Implikasi Dasar

Dalam pengurusan sumber pinggir pantai, pengkaji-pengkaji sering mendapat persoalan kompleks dan jawapan-jawapan yang bertentangan mengenai jaminan terhadap penggunaan sumber pantai dan dalam pengekalan ekosistem pantai yang tidak boleh diperbaharui (Ditton, 1977). Dalam pemantauan dan pengurusan zon pinggir pantai, pelbagai strategi perlu diatur sebagaimana tumpuan telah diberikan di kawasan perbandaran. Pengurusan zon pinggir pantai secara bersepadu merupakan proses yang dibentuk dengan tujuan memperolehi satu set matlamat asas tertentu iaitu pemeliharaan dan memperbaiki keadaan pinggir pantai bagi kegunaan manusia dengan menggalakkan penggunaan yang berkualiti tanpa memusnahkan sistem semulajadi yang terdapat di kawasan tersebut (Jamaluddin Jahi, 1983; Jalaluddin dan Dalilah, 1998; Kerajaan Negeri Selangor, 1999).

Kerajaan memerlukan maklumat yang meliputi semua aspek pengurusan alam sekitar bagi menguruskan persekitaran pantai secara berkesan dan berfaedah di samping dapat mengurangkan kos memperbaiki kerosakan infrastruktur, kemudahan awam, petempatan dan kawasan pertanian di zon berkenaan (Sharifah Mastura, 1984).



Rajah 5 : Purata ketinggian ombak, 1976 – 1999. (Sumber : Jabatan Perkhidmatan Kajiucua Malaysia).



Rajah 6 : Purata kelajuan tiupan angin, 1976 – 1999. (Sumber : Jabatan Perkhidmatan Kajiucua, 2000).

Pengurusan maklumat secara sistematik, pewujudan pusat pengumpulan data yang berterusan, pembinaan lebih banyak stesen-stesen cerapan dan pemahaman perubahan proses-proses fizikal pantai akan dapat membantu ke arah menguruskan zon pinggir pantai secara mampan. Selain itu penguatkuasaan undang-undang secara berkesan dan peningkatan kesedaran masyarakat diperlukan, contohnya, pembinaan papan-papan tanda di sepanjang pantai bertujuan memaklumkan kepada orang ramai mengenai peranan dan kepentingan menjaga benteng adalah perlu.

KESIMPULAN

Kemaraan garis pantai ke arah daratan menyumbang kepada kehilangan sumber tanah dan menjejaskan kawasan pertanian di daerah Kuala Selangor. Di sepanjang pesisir pantai daerah Kuala Selangor didapati proses hakisan dan pengendapan berlaku secara berselang-seli. Sebanyak 66% daripada panjang pantai daerah Kuala Selangor telah mengalami hakisan manakala 7% daripada pantai tersebut mengalami pengendapan sedimen. Kawasan yang selebihnya (27%) tidak menunjukkan sebarang perubahan. Proses hakisan dan pengendapan disertai dengan aktiviti gunatanah manusia telah menyebabkan kerosakan infrastruktur asas serta kemusnahan ekosistem paya bakau di daerah Kuala Selangor.

PENGHARGAAN

Kertas kerja ini adalah sebahagian daripada Projek IRPA 08-02-02-0040 bertajuk Geoinicators for Sustainable Urban Management yang diketuai oleh Joy J. Pereira. Ucapan terima kasih ditujukan kepada Projek Strategi Pembangunan Mampan dan Agenda 21 Selangor yang dikendalikan oleh Institut Alam Sekitar dan Pembangunan (LESTARI), Universiti Kebangsaan Malaysia kerana telah membiayai kajian di daerah Kuala Selangor.

RUJUKAN

- ANIZAN ISAHAK, 1992. Coastal soils of Peninsular Malaysia. *Dalam: The coastal zone of Peninsular Malaysia*. Penerbit UKM. Bangi. 19 – 27.
- BERITA HARIAN, 1992. JPS perlu bertindak. 4 Nov 1992.
- BIRD, E., 1988. The effects of a predicted sea level rise on the east coasts of Malaysia. United Nation Environmental Programme Report. Bangkok.
- CHAN, E. M., 1982. *Pengurusan Pinggir Pantai : Satu Perbandingan Pengurusan Kawasan Pinggir Pantai Di Mersing, Johor dan di Port Dickson, N. Sembilan*. Tesis Sm.Sa Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi. (tidak diterbitkan)
- DITTON, R. B. *et al.*, 1977. *Coastal Resources Management : Beyond Bureaucracy and The Market*. D. C. Heart & Company, Toronto.
- HAIL, J. R., 1980. *Applied Geomorphology*. Oxford. Elsevier.
- HONG, Y. C., 1988. *Permasalahan Pengurusan Zon Pinggir Pantai: Satu Kajian Di Pantai Morib*. Tesis Sm.Sa Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi (tidak diterbitkan)
- JABATAN PENYIASATAN KAJIBUMI, 1985. Peta Geologi Semenanjung Malaysia – Edisi Ke - 8. Skala 1:500,000.
- JABATAN PERDANA MENTERI, 1985. *National Coastal Erosion Study*. Vol 1. Prime Minister Dept, Kuala Lumpur.
- JABATAN PERKHIDMATAN KAJIUCUA MALAYSIA, 2000. Data ombak dan angin. (tidak diterbitkan).
- JABATAN UKUR DAN PEMETAAN NEGARA, 2000. Data aras laut dan pasang surut. (tidak diterbitkan).
- JALALUDDIN ISMAIL DAN DALILAH HAJI DALI, 1998. Pembangunan Kawasan Berbukit dan Kawasan Sensitif Lain : Isu-isu dan Masalah Alam Sekitar. Persidangan Pegawai-pegawai Daerah dan Yang Dipertua-Yang Dipertua Majlis Perbandaran Negeri Selangor. Jabatan Alam Sekitar Selangor (tidak diterbitkan).
- JAMALUDDIN MD JAH, 1983. Pencemaran Pinggir Pantai dan Pengurusan di Semenanjung Malaysia. Jabatan Geografi, Universiti Kebangsaan Malaysia. Kertas Kerja dibentangkan di Bengkel Penulisan Mengenai Pembangunan dan Alam Sekitar di Malaysia. Anjuran Jabatan Geografi, Universiti Kebangsaan Malaysia, 5-6hb. Mac 1983 (tidak diterbitkan).
- JOHNSON, D. W., 1972. *Shore Processes and Shoreline Development*. Hafner Pub. Com. New York.
- KADIR ARIFIN, 1998. *Kualiti air pantai-pantai peranginan popular di Selangor, Negeri Sembilan dan Melaka*. Tesis Sm.Sa. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi (tidak diterbitkan).
- KERAJAAN NEGERI SELANGOR, 1999. *Strategi Pembangunan Mampan dan Agenda 21 Selangor - Kawasan Sensitif Alam Sekitar*. LESTARI, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- MAJLIS DAERAH KUALA SELANGOR, 1997. *Draf Rancangan Struktur Kuala Selangor 1995-2005*.
- RAHIMAH ZAINUDIN, 1993. *Analisis tumbuh-tumbuhan pantai di*

- pantai terdedah*. Tesis Sm.Sa. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi (tidak diterbitkan).
- SALLEH MOHD NOR DAN CHAN, H. T., 1988. *Mangrove forest : An Unappreciated Resources*. Forest Research Inst. of Malaysia (FRIM). FRIM Rept. No. 49. Kepong.
- SHAHARUDDIN IDRUS, 2000. *Draf Laporan Akhir Kajian Pilot Perlaksanaan Agenda 21 Kuala Selangor*. Institut Alam Sekitar dan Pembangunan (LESTARI), Universiti Kebangsaan Malaysia.
- SHAHRIZAILA ABDULLAH, 1992. *Coastal erosion in Malaysia: Problems and Challenges*. Dalam : *The coastal zone of Peninsular Malaysia*. Penerbit UKM. Bangi. 80 – 92.
- SHARIFAH MASTURA SYED ABDULLAH, 1983. *Coastal geomorphology of Port Dickson and Desaru, Malaysia and it's implication for coastal zone management*. Tesis Ph. D. University of Southampton (tidak diterbitkan).
- SHARIFAH MASTURA SYED ABDULLAH, 1984. *Coastal Zone Management: A Malaysian Case*. Quaternary Geology of Malaysia Meeting, UKM/UNESCAP-CCOP/Malaysia Geology Society at UKM, Bangi : 26 Nov – 5 Dec 1984.
- SHARIFAH MASTURA SYED ABDULLAH, 1992. *Development Plan for Coastal Zone Management in Malaysia: Issues and Recommendation*. Dalam : *The coastal zone of Peninsular Malaysia*. Penerbit UKM. Bangi. 63 – 71.
- SHOBIAH AHMAD, 1988. *Hakisan Pantai Kritikal: Satu Kajian Kes Di Pantai Morib, Selangor*. Tesis Sm.Sa. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi (tidak diterbitkan).
- SUKMAWATI BT. MOHD. RAZALI, 1994. *Pencemaran Perairan Pinggir Pantai Dan Pengurusannya Di Semenanjung Malaysia*. Tesis Sm.Sa (Kep) Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi (tidak diterbitkan).
- TJIA, H. D., 1987. *Geomorfologi*. Dewan Bahasa dan Pustaka. Kuala Lumpur.
- WONG, P. P., 1988. *Beach resort sites on the East Coast of Peninsular Malaysia*. *Singapore Journal of Tropical Geography*. 9:72-85.