



Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)

Volume 5, Issue 10, October 2020

e-ISSN : 2504-8562

Journal home page:
www.msocalsciences.com

Penilaian Indeks Kerentanan Sosio-Ekonomi Terhadap Kenaikan Paras Laut Sepanjang Pesisir Pantai Timur Semenanjung Malaysia

Isfarita Ismail¹, Mohd Lokman Husain², Aidy @ Mohamed Shawal M. Muslim², Ejria Saleh¹

¹Institut Penyelidikan Borneo Marin, Universiti Malaysia Sabah (UMS)

²Institut Osenografi dan Sekitaran, Universiti Malaysia Terengganu (UMT)

Correspondence: Ejria Saleh (ejrsaleh@ums.edu.my)

Abstrak

Sejak kebelakangan ini kesan kenaikan paras air laut sering dibincangkan di seluruh dunia khasnya negara-negara maritim, negara yang berada di bawah paras laut dan negara kepulauan. Kenaikan paras air laut ini mengakibatkan kemusnahan kawasan di pesisir pantai terutamanya dari segi sosio-ekonomi. Kenaikan paras air laut juga menyumbang kepada hakisan pantai, banjir dan kemasukan air masin ke kawasan daratan. Ini mengakibatkan penduduk pesisir pantai kehilangan punca pencarian akibat dari kemusnahan ekosistem dan kerosakan harta benda. Salah satu kedah mengukur tahap kerentanan disebabkan oleh kenaikan aras laut ialah dengan menggunakan jangkaan kenaikan paras laut tempatan tahunan dan pelbagai pembolehubah sosio-ekonomi. Tahap kerentanan dapat memberi maklumat untuk perancangan adaptasi bagi kawasan yang dinilai. Oleh itu, objektif kajian ini ialah mengenalpasti tahap indeks kemusnahan dan Penilaian Indeks Kerentanan sosio-ekonomi penduduk pesisir pantai. Kajian di jalankan di empat buah negeri sepanjang pantai timur Semenanjung Malaysia iaitu Kelantan, Terengganu, Pahang dan Johor merangkumi 15 daerah pesisir pantai bermula dari Tumpat, Kelantan sehingga ke Kota Tinggi, Johor. Tiga parameter sosio-ekonomi diambil kira iaitu kualiti kehidupan, nilai ekonomi dan infrastruktur. Ketiga-tiga parameter ini dinilai dengan menggunakan indeks kemusnahan sosial dan dipetakan menggunakan perisian ArcGIS 2010. Hasil kajian mendapati Kuantan merupakan daerah yang mempunyai indeks kemusnahan paling tinggi bagi keseluruhan parameter yang diukur. Langkah berjaga-jaga dan pencegahan dari kerajaan dan bukan kerajaan perlu diambilkira untuk mengurangkan kerentanan sosio-ekonomi akibat dari kesan kenaikan paras laut.

Kata kunci: kenaikan paras air laut, sosio-ekonomi, indeks kerentanan pantai, Pantai Timur Semenanjung Malaysia

Assesment of Socio-economic Vulnerability Index on Sea Level Rise along the East Coast of Peninsular Malaysia

Abstract

In recent years the impacts of sea level rise are often discussed around the world, especially maritime countries, countries below mean sea level and island countries. Sea level rise caused the destruction of coastal areas, particularly socio-economic. Sea level rise is also contributed to coastal erosion, flooding and saltwater intrusion. The impacts contribute to loss of livelihood due to damage of coastal ecosystems and properties loss. Vulnerability index on socio-economic due to sea level rise can be measured by using yearly local prediction of sea level and various socio-economic parameters. Hence, the objective of this study is to identify socio-economic vulnerability index along the coastal area due

to sea level rise. The study was carried out at four states (Kelantan, Terengganu, Pahang and Johor) along the east coast of Peninsular Malaysia covering 15 districts from Tumpat, Kelantan to Kota Tinggi, Johor. Three socio-economic parameters namely quality of life, economic value and infrastructure were evaluated using socio-economic vulnerability index and mapped using ArcGIS 2010 software. The findings showed that Kuantan has the highest destruction index. Precautions and prevention from government and non-government should be undertaken to mitigate the effects of socio-economic vulnerability caused by the impact of sea level rise.

Keywords: sea level rise, socio-economic, coastal vulnerability index, East Coast of Peninsular Malaysia

Pengenalan

Pemanasan global menyebabkan peningkatan suhu udara yang tinggi dan pencairan ais di kawasan kutub. Ini mengakibatkan kenaikan paras air laut global telah berlaku berabad yang lalu. Kenaikan paras air laut ini direkodkan dengan menggunakan data geologi, (Donnelly et al., 2004), tolok pasang surut (*tide gauge*) (Church et al., 2008; Church & White, 2006) dan satelit (Din et al., 2012). Kemajuan teknologi dan kecanggihan peralatan mengukur paras air laut yang sedia ada sekarang membolehkan pihak saintis meramal kenaikan paras laut di masa akan datang. Ramalan kenaikan paras air laut pada tahun 2100 dianggarkan melebihi dari 3 m (Church & White (2006). Antara faktor lain yang boleh menyumbang kepada perubahan ini ialah geologi, gas rumah hijau (letupan gunung berapi), aktiviti manusia seperti pembakaran hutan, penggunaan *Chlorofluorocarbon* (CFC), asap kenderaan dan aktiviti penternakan (IPCC, 2007).

Kesan kenaikan paras air laut berpotensi menyumbangkan kemusnahan kawasan pesisir pantai khususnya bagi negara-negara di bawah paras air laut (Belanda, India, Amerika Syarikat dan Vietnam) dan negara-negara kepulauan (Maldives dan kepulauan Pasifik). Kesan kenaikan paras air laut secara amnya tidak boleh di halang tetapi boleh dikurangkan dengan mengambil langkah-langkah pencegahan seperti membina tembok pesisir pantai (El-Raey, 1999; Heberger et al., 2009) dan penanaman tumbuhan di pesisir pantai seperti pokok bakau (Massel et al., 1999). Malaysia merupakan salah satu negara maritim di Asia Tenggara dan mempunyai tanah rendah yang luas khususnya di Pantai Timur Semenanjung Malaysia. Oleh itu, ianya juga terdedah kepada ancaman kenaikan paras air laut dan menyebabkan berlakunya kemusnahan sosio-ekonomi khususnya di kawasan pesisir pantai.

Zon pesisir pantai merupakan kawasan tumpuan utama bagi penempatan penduduk di Malaysia. Ini kerana kebanyakan sumber utama ekonomi seperti aktiviti perikanan, pelancongan dan perdagangan terletak di kawasan ini. Kawasan persisir pantai juga mempunyai tanah rata yang sesuai untuk aktiviti pertanian. Bagaimanapun, ianya terdedah kepada kenaikan paras laut. Kenaikan paras laut berubah mengikut paras air laut tempatan yang mana dipengaruhi oleh faktor topografi, klimatologi, arus pantai dan cuaca. Perubahan ini memberi kesan dari segi ciri-ciri fizikal, kimia, ekologi dan biologi kawasan zon pantai. Selain daripada risiko banjir, kenaikan paras laut juga menyumbang kepada hakisan, pemendapan dan kemasukan air masin ke kawasan daratan (El-Raey et al., 1999; Abuodha & Woodroffe, 2010).

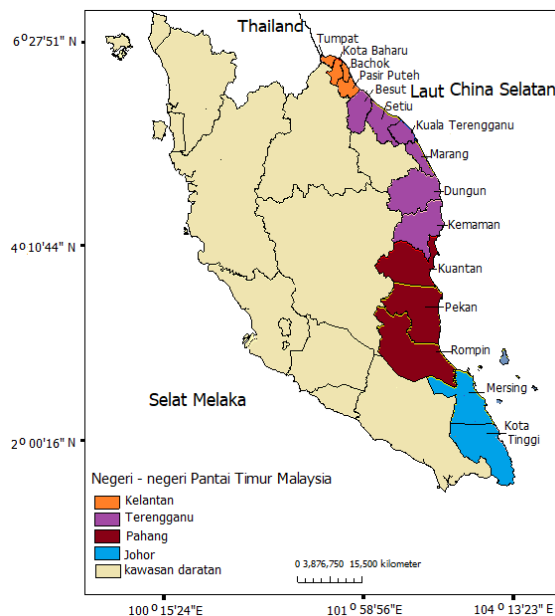
Beberapa penyelidikan telah dilakukan di seluruh dunia berhubung dengan kesan kemusnahan sosio-ekonomi penduduk pesisir pantai disebabkan kenaikan paras air laut. Antara kajian tersebut ialah di Mesir (El-Raey et al., 1999), Bangladesh (Brouwer et al., 2007), Amerika Syarikat (Yoskowitz et al., 2009), Malaysia (Midun & Lee, 1995), India (Dwarakish et al., 2009), German (Sterr, 2008), Australia (Abuodha & Woodroffe, 2010), Brazil (Szlafsztein, 2005) dan Australia (Church et al., 2008). Tahap kemusnahan sosio-ekonomi boleh diketahui dengan mengambil kira jumlah penduduk dan sumber-sumber ekonomi yang terdapat di kawasan tersebut. Kajian mengenai jangkaan dan kesan kenaikan paras air laut serta kesannya kepada sosio-ekonomi penduduk setempat telah dijalankan di beberapa kawasan pesisir pantai Malaysia (MOSTE, 2000; Midun & Lee, 1995; Din et al., 2012; Mallinson, 2014). Agensi-agensi kerajaan seperti Institut Penyelidikan Hidraulik Kebangsaan Malaysia

(NAHRIM), Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) dan Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM) juga mempunyai maklumat seumpama ini. Bagaimanapun tiada kajian dijalankan secara menyeluruh mengenai kesan kenaikan paras air laut di pesisir pantai timur Semenanjung Malaysia. Oleh itu, objektif kajian ini mengetahui tahap kerentanan sosio-ekonomi penduduk pesisir pantai disepanjang pantai Timur Semenanjung Malaysia berdasarkan indek kerentanan. Indek ini mengambil kira kehilangan kualiti kehidupan, kehilangan nilai ekonomi dan kehilangan infrastruktur. Ketiga-tiga parameter tersebut merupakan aset penting bagi bandar-bandar utama sepanjang pantai kawasan kajian. Tahap kerentanan merupakan penilaian terhadap keterdedahan, kepekaan dan keupayaan adaptasi bagi sumber sasaran kepada ancaman iklim. Hasil kajian akan memberi maklumat untuk perancangan adaptasi.

Kaedah Kajian

Malaysia merupakan salah satu negara maritim di dunia dimana ianya kelilingi oleh Laut China Selatan, Laut Sulu, Laut Sulawesi dan Selat Melaka. Semenanjung Malaysia merangkumi kawasan seluas 131,573 km² manakala Sabah dan Sarawak masing-masing meliputi kawasan seluas 73,619 km² dan 124,449 km² (MOSTE, 2000). Kajian ini tertumpu di negeri-negeri pantai timur Semenanjung Malaysia iaitu Kelantan, Terengganu, Pahang dan Johor (Rajah 1) yang mana terdedah secara langsung dengan tiupan angin monsun timur laut dan fenomena air pasang surut dari Laut China Selatan.

Rajah 1: Lokasi daerah pesisir pantai bagi Negeri-negeri Pantai Timur Semenanjung Malaysia



Kelantan mempunyai garis pantai sejauh 70 km dan merangkumi kawasan seluas 15,000 km² dan dibahagikan kepada 13 daerah dimana 4 daripadanya (Tumpat, Kota Bharu, Bachok dan Pasir Puteh) menghadap Laut China Selatan dipilih untuk kajian ini. Kepadatan penduduk di negeri ini dianggarkan 97 orang/km² dan tertumpu di Kota Bharu (Jabatan Statistik dan Unit Perancang Ekonomi, 2010). Negeri Terengganu bersempadan dengan barat laut Kelantan dan barat daya Pahang (Rajah 1). Terengganu mempunyai keluasan 13,035 km² dan dibahagikan kepada 7 daerah. Daerah tersebut ialah Besut, Setiu, Kuala Terengganu, Marang, Dungun dan Kemaman. Hampir kesemua daerahnya bersempadan dengan 240 km garis pantai. Kepadatan penduduk ialah 78 orang/km² dan tertumpu di Kuala Terengganu yang terletak di muara Sungai Terengganu (Jabatan Statistik dan Unit Perancang Ekonomi, 2010).

Pahang merupakan negeri terbesar di Semenanjung Malaysia dengan keluasan 35,965km² dan garis pantai 209 km (Rajah 1). Kawasannya dibahagikan kepada 10 daerah dimana 3 daerah iaitu Kuantan, Pekan dan Rompin terletak di pesisir pantai dan diambil kira dalam kajian ini. Kepadatan penduduk

dianggarkan 40 orang/km² dan tertumpu di persisir pantai (Jabatan Statistik dan Unit Perancang Ekonomi, 2010). Negeri Johor terletak di wilayah selatan Semenanjung Malaysia dengan keluasan 19,166km² dan garis pantai sepanjang 156 km (Rajah 1). Kepadatan penduduk pula ialah 168 orang/km² (Jabatan Statistik dan Unit Perancang Ekonomi, 2010). Muara Sungai Johor memainkan peranan penting dalam aktiviti eksport dan import barangan di Malaysia. Johor terdiri daripada 10 daerah tetapi hanya dua daerah yang mengadap Laut China Selatan iaitu Mersing dan Kota Tinggi diambil kira dalam kajian ini. Perikanan dan pelancongan merupakan aktiviti utama penduduk yang tinggal di pesisiran pantainya.

Secara keseluruhannya sebanyak 15 buah daerah dari 4 buah negeri yang terletak bersempadanan dengan pantai Laut China Selatan terlibat dalam kajian ini. Kawasan ini dipilih kerana ianya berpotensi mengalami kemusnahan disebabkan jangkaan kenaikan paras air laut dan terdedah kepada ombak kuat dan banjir terutamanya berlaku pada musim tengkujuh (November-Mac). Daerah-daerah yang terlibat ialah Tumpat, Kota Bharu, Bachok, Pasir Puteh, Besut, Setiu, Kuala Terengganu, Marang, Dungun, Kemaman, Kuantan, Pekan, Rompin, Mersing dan Kota Tinggi (Rajah 1). Sepanjang pantai negeri-negeri ini juga terdiri dari muara sungai dan pantai berpasir dimana banyak aktiviti-aktiviti penternakan, perikanan, taman rekreasi, pertanian dan perindustrian pembinaan infrastruktur dijalankan (UMT, 2010).

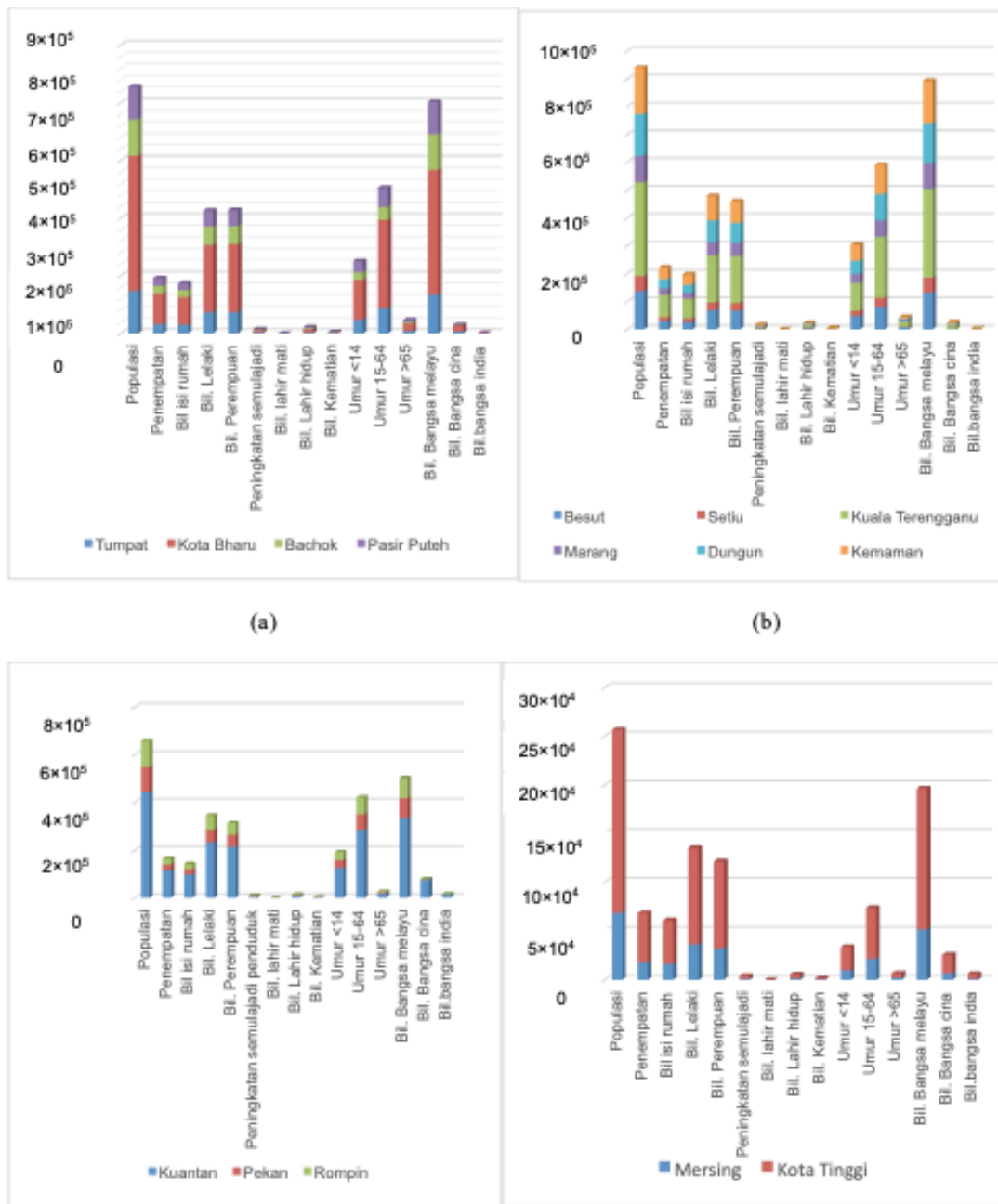
Penilaian kerentanan sosio-ekonomi penduduk pesisir pantai bagi negeri Kelantan, Terengganu, Johor dan Pahang dijalankan dengan menggunakan jangkaan kenaikan paras laut tempatan masing-masing 1.73 mm/tahun, 3.20 mm/tahun, 2.64 mm/tahun dan 1.83 mm/tahun (Din et al. 2012). Jangkaan ini digunakan untuk mengukur kemusnahan sosio-ekonomi akibat dari kenaikan paras air laut. Tahap kemusnahan ini boleh dikira berdasarkan pengiraan indek kemusnahan sosio-ekonomi dari 21 pembolehubah (Lampiran 1) yang mana dikategorikan kepada 3 parameter iaitu kualiti kehidupan, nilai ekonomi dan infrastruktur (Jadual 1). Sumber data-data utama dalam pengiraan parameter sosio-ekonomi ini diperolehi dari perbagai sumber seperti Jabatan Air, Jabatan Haiwan, Jabatan Pertanian, Jabatan Perikanan, Jabatan Pertanian, Jabatan Perangkaan Malaysia dan Unit Perancang Ekonomi.

Jadual 1: Pembolehubah sosio-ekonomi dari tiga katogeri parameter utama

Katogeri Parameter	Pembolehubah sosio-ekonomi	Sumber
Kualiti kehidupan	Bilangan penduduk melibatkan isi rumah, jentina, peringkat umur dan bangsa utama di Kawasan kajian	El-Raey,1999; Brouwer et al.,2007; Cutter et al.,2003
Nilai ekonomi	Pengeluaran jumlah air, kawasan pertanian, penternakan dan tangkapan ikan	El-Raey,1999; Dasgupta et al., 2007; Sterr, 2008
Infrastruktur	kemudahan kelengkapan asas mengikut daerah bagi setiap negeri	Heberger et al., 2009; Dwarakish et al., 2009

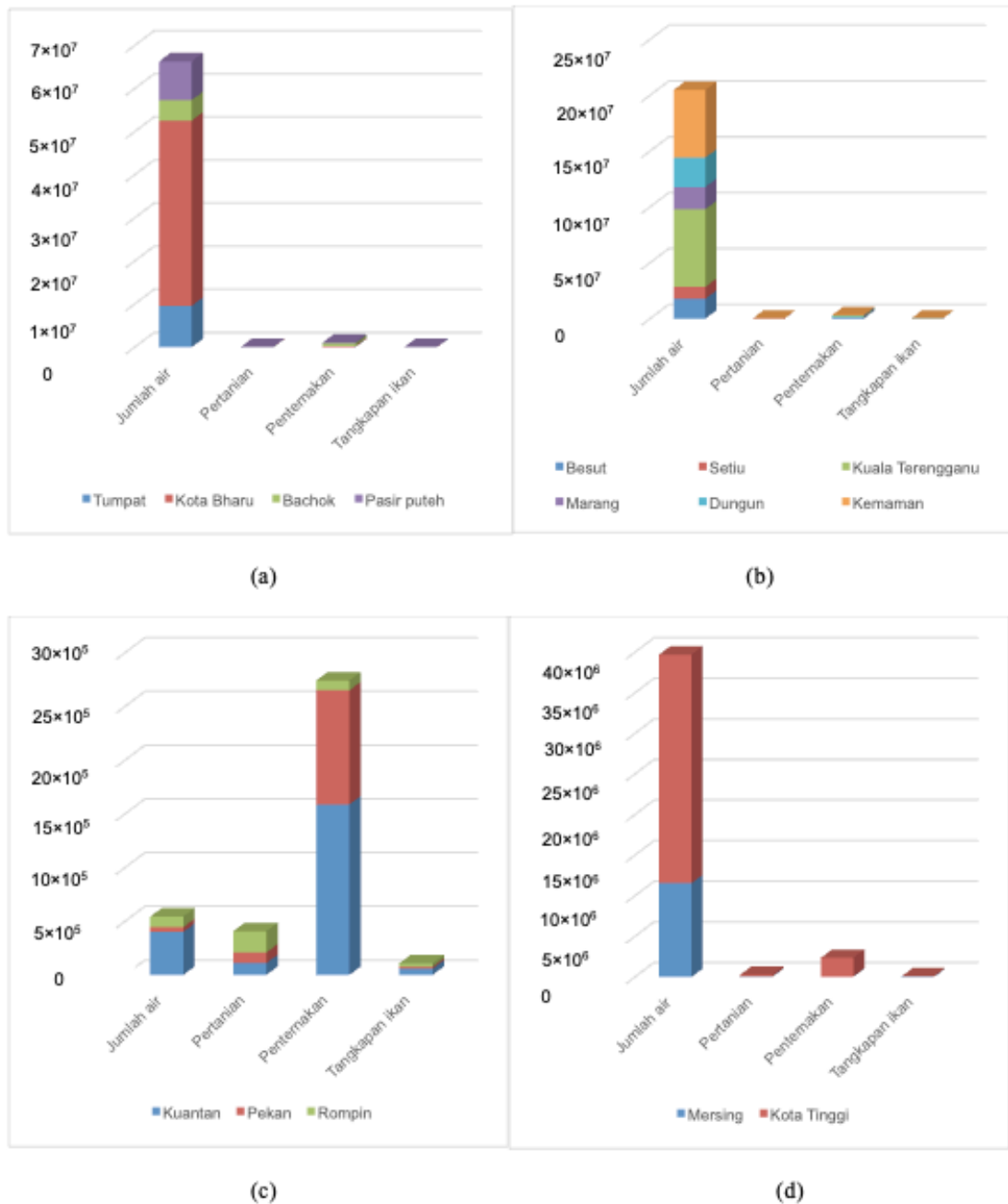
Kualiti kehidupan melibatkan 15 pembolehubah iaitu populasi penduduk, penempatan, bilangan seisi rumah, bilangan lelaki, bilangan perempuan, peningkatan semula jadi penduduk, bilangan lahir mati, bilangan lahir hidup, bilangan kematian, umur kurang dari 14 tahun, umur antara 15-64, umur melebihi 65, bilangan bangsa Melayu, bilangan bangsa Cina dan bilangan bangsa India bagi empat-empat negeri di sepanjang pantai timur Semenanjung Malaysia diperolehi dari Jabatan Statistik dan Unit Perancang Ekonomi, (2010). Data ini dianalisa mengikut daerah bagi setiap negeri (Rajah 2) dan digunakan dalam pengiraan indek kerentanan bagi setiap negeri pantai timur Semenanjung Malaysia.

Rajah 2: Kualiti kehidupan bagi negeri Kelantan (a), Terengganu (b), Pahang (c) dan Johor (d)



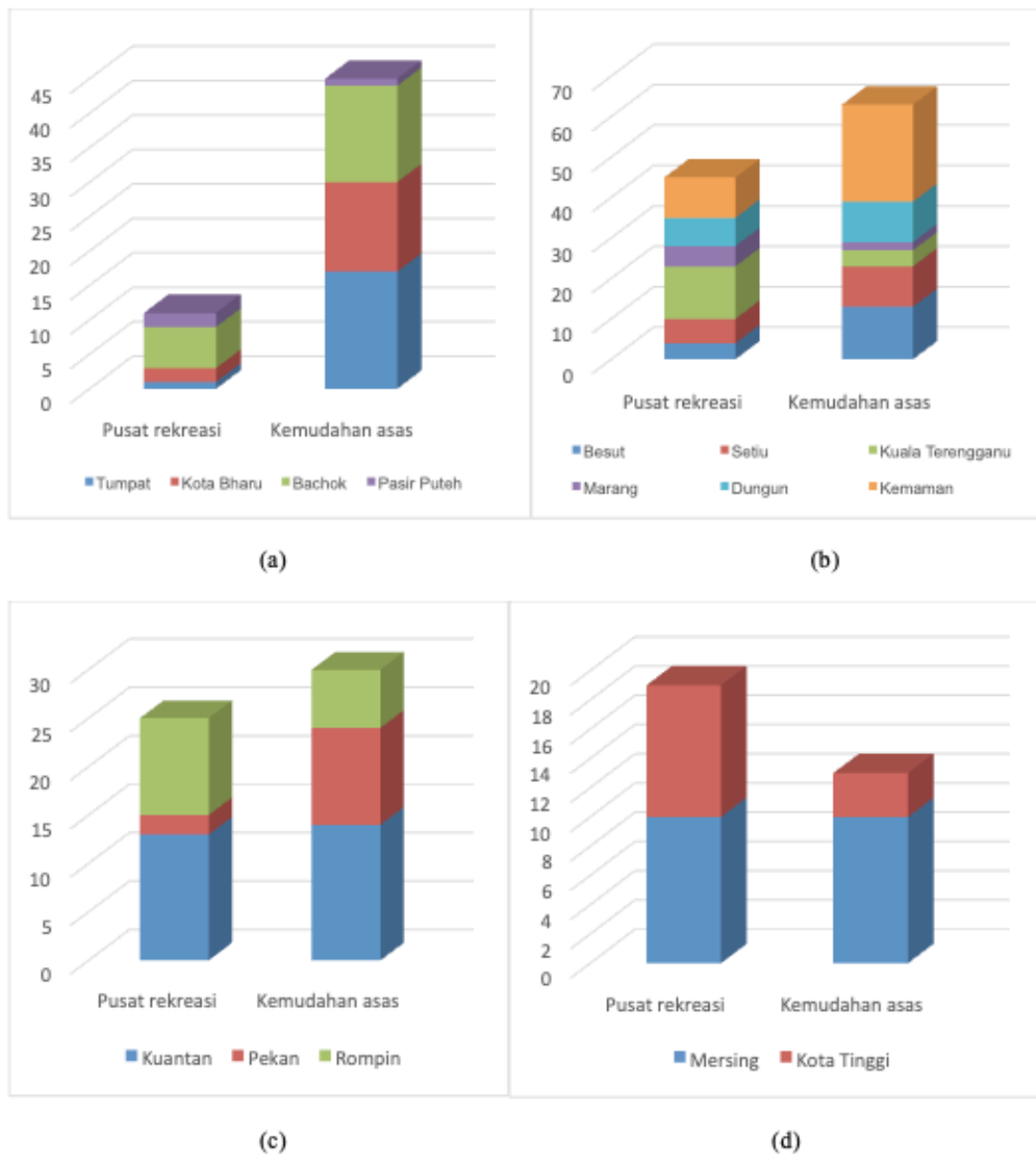
Nilai ekonomi melibatkan empat pemboleh ubah iaitu pengeluaran jumlah air, kawasan pertanian, penternakan dan tangkapan ikan (Jadual 1) dan dianalisa mengikut daerah masing-masing bagi negeri Kelantan (Rajah 3a), Terengganu (Rajah 3b), Pahang (Rajah 3c) dan Johor (Rajah 3d). Pengeluaran jumlah air bermaksud jumlah pengeluaran air dalam liter. Data ini diperolehi dari Jabatan Bekalan Air bagi setiap negeri manakala maklumat kawasan pertanian meliputi tanaman utama iaitu padi, getah, minyak sawit, koko, tembakau, sayur-sayuran dan buah-buahan diperolehi dari Jabatan Pertanian. Data bilangan ternakan melibatkan kerbau, lembu, kambing, ayam dan itik diperolehi dari Jabatan Perkhidmatan Haiwan. Data pendaratan ikan iaitu jumlah ikan yang didaratkan dari laut dan kolam / sangkar dalam tan metrik diperolehi dari Jabatan Perikanan mengikut negeri masing-masing dan juga data dari Jabatan Persekutuan.

Rajah 3: Nilai ekonomi bagi negeri-negeri di sepanjang Pantai Timur Semenanjung Malaysia
 (a) Kelantan, (b) Terengganu, (c) Pahang dan (d) Johor



Infrastruktur melibatkan dua pembolehubah iaitu pusat rekreasi (bilangan dan kawasan) dan kemudahan asas bagi setiap negeri sepertimana dinyatakan di Rajah 4. Maklumat lanjut mengenai fizikal dikawasan kajian dihurai oleh Ismail et al (2018). Agregat infrastruktur bagi kemudahan asas melibatkan sekolah, masjid, balai polis, hospital, kawasan perindustrian, stesen kereta api, stesen minyak dan infrastruktur kritikal (lapangan terbang, pangkalan tentera, taman marin dan loji janakuasa). Data ini diperolehi dari Institut Oseanografi dan Alam Sekitar, Univeristi Malaysia Terengganu dan Jabatan Statistik dan Unit Perancang Ekonomi, (2010) di setiap negeri kajian.

Rajah 4: Infrastruktur bagi negeri-negeri di sepanjang Pantai Timur Semenanjung Malaysia
 (a) Kelantan, (b) Terengganu, (c) Pahang dan (d) Johor



Kesemua nilai pemboleh ubah diagregatkan untuk mendapatkan indek agregat kualiti kehidupan, agregat nilai ekonomi dan agregat infrastruktur. Indek untuk setiap kategori dikira menggunakan kaedah “*Hazard Assessment Procedure*” oleh Cutter et al. (1997). Contoh pengiraan Indek tersebut adalah seperti formula di persamaan 1 dan 2;

$$X = \frac{\text{Nilai setiap daerah}}{\text{Nilai setiap negeri}} \quad \text{Persamaan 1}$$

$$\text{Indek} = \frac{X}{\text{maximum } X} \quad \text{Persamaan 2}$$

Indek kemusnahan sosio-ekonomi dikira berdasarkan indek keseluruhan pantai kawasan kajian yang meliputi keseluruhan daerah (15 daerah) dari keempat-empat buah negeri. Agregat kualiti hidup, nilai ekonomi dan infastruktur masing-masing 15, 4 dan pembolehubah (Jadual 1) untuk 15 daerah di

sepanjang pantai. Nilai indek yang diperolehi dikategorikan mengikut parameter dan tahap kemusnahan sepertimana Jadual 2.

Jadual 2: Nilai indek dan tahap kemusnahan mengikut katogeri parameter sosio-ekonomi (Cutter et al. 1997).

Kategori parameter	Nilai Indek	Tahap kemusnahan
Kualiti kehidupan	0-3.0	Sangat rendah
	3.01-6.0	Rendah
	6.01-9.0	Sederhana
	9.01-12	Tinggi
	12.01-15.0	Sangat tinggi
Nilai ekonomi	0-0.8	Sangat rendah
	0.81-1.6	Rendah
	1.61-2.4	Sederhana
	2.41-3.2	Tinggi
	3.21-4.0	Sangat tinggi
Infrastruktur	0-0.4	Sangat rendah
	0.41-0.8	Rendah
	0.81-1.2	Sederhana
	1.21-1.6	Tinggi
	1.61-2.0	Sangat tinggi

Nilai indek yang diperolehi bagi setiap daerah yang terlibat dipetakan mengikut lima kategori perbezaan (Jadual 2) tahap kemusnahan iaitu ‘Sangat rendah, Rendah, Sederhana, Tinggi dan Sangat tinggi’ dengan menggunakan perisian ArcGIS 2010.

Keputusan dan Perbincangan

Bandar-bandar utama, lokasi pentadbiran, penempatan penduduk dan infrastruktur di negeri pantai Timur Semenanjung Malaysia terletak di muara sungai dan pesisir pantai. Oleh itu, kawasan ini adalah terdedah kepada kenaikan paras air laut kerana bentuk mukabumi pesisir pantainya terdiri dari tanah rata dan berada pada ketinggian 2.3 m (Kelantan), 2.2 m (Terengganu), 2.8 m (Pahang) dan 2.4 m (Johor) dari purata aras laut (Din et al., 2017). Kenaikan paras air laut yang diramal antara 1.4 hingga 4.1 mm/tahun untuk 100 tahun akan datang (Din et a., 2012). Kenaikan paras air laut ini memberi kesan negatif yang tinggi kepada sosio-ekonominya dimana Kota Bharu dan Kuantan merupakan bandar besar dan mempunyai kepadatan penduduk tinggi (Rajah 5). Kuantan merupakan kawasan utama aktiviti ekonomi seperti pelancongan, pertanian, ternakan, perikanan dan loji pengeluaran air.

Berdasarkan pengiraan indek kemusnahan sosial terhadap kualiti kehidupan, Kota Bharu merupakan daerah sangat tinggi bagi nilai indek kemusnahan iaitu 13.32. Ini kerana Kota Bharu merupakan ibu negeri bagi Kelantan dan merupakan tempat tumpuan populasi dan penempatan penduduk paling tinggi di sepanjang pantai bagi negeri-negeri pantai timur Malaysia (Jabatan Statistik dan Unit Perancang Ekonomi, 2010). Sosio-ekonomi kebanyakan penduduk di daerah ini adalah nelayan, pertanian, akuakultur dan pelancongan. Pelabuhan perikanan yang sedang membangun terletak di muara Tok Bali manakala Delta Kelantan merupakan delta terbesar di Semenanjung Malaysia terletak di daerah Tumpat. Dengan itu, indek kemusnahan sosial bagi daerah lain di negeri ini berada dalam katogeri rendah (Jadual 3).

Negeri Terengganu mempunyai indek kemusnahan sosial terhadap kualiti kehidupan yang pelbagai mengikut daerah dimana ibu negerinya mempunyai indek kemusnahan katogeri Tinggi, manakala indek kemusnahan yang paling rendah ialah daerah Setiu (1.73). Industri utama negeri ini ialah petroleum dan gas yang terletak di Kerteh dan Paka. Bagaimanapun, daerah Setiu terdiri dari beberapa perkampungan nelayan dan tidak mempunyai banyak kawasan perindustrian kecuali industri akuatik (UMT, 2010). Oleh itu, ramai penduduk dari daerah ini telah berhijrah ke bandar besar yang

berhampiran untuk mencari pekerjaan. Daerah Kuantan, Pahang juga berada dalam indeks kemusnahan sosial katogeri sangat tinggi tetapi daerah lainnya berada dalam indeks sangat rendah. Bagi negeri Johor, daerah yang terlibat berada dalam katogeri indeks kemusnahan sosial rendah dan sangat rendah.

Jadual 3: Indeks kemusnahan sosial sepanjang pantai timur Semenanjung Malaysia

Negeri	Daerah	Indeks kemusnahan sosial		
		Kualiti kehidupan	Nilai ekonomi	Infrastruktur
Kelantan	Tumpat	4.39	0.38	0.79
	Kota Bharu	13.32	0.96	0.70
	Bachok	3.21	0.46	1.04
Terengganu	Pasir Puteh	3.41	0.96	0.20
	Besut	3.94	1.07	0.85
	Setiu	1.73	0.53	0.88
	Kuala Terengganu	9.53	1.75	1.17
	Marang	2.78	0.63	0.47
Pahang	Dungun	4.08	1.01	0.96
	Kemaman	4.72	1.69	1.77
	Kuantan	12.70	2.01	1.58
	Pekan	2.86	1.19	0.57
Johor	Rompin	2.89	1.47	1.02
	Mersing	1.89	1.49	1.19
	Kota Tinggi	4.99	2.57	0.82

■ Sangat tinggi
 ■ Tinggi
 ■ Sederhana
 ■ Rendah
 ■ Sangat rendah

Bagi indeks kemusnahan sosial terhadap nilai ekonomi, kawasan kajian mempunyai julat indeks yang berbeza-beza di antara tinggi dan sangat rendah (Jadual 3). Negeri Kelantan berada di antara rendah dan sangat rendah. Terengganu juga mempunyai indeks yang sama kecuali Kuala Terengganu dan Kemaman berada pada nilai indeks sederhana. Bagi negeri Pahang, kebanyakan daerah berada dalam indeks rendah kecuali Kuantan (sederhana). Secara keseluruhannya, Kota Tinggi, Johor mempunyai nilai indeks kemusnahan sosial tertinggi terhadap nilai ekonomi iaitu 2.57 dan berada dalam katogeri tinggi berbanding dengan daerah Mersing yang berada dalam katogeri rendah. Perikanan merupakan sumber ekonomi utama di daerah Kota Tinggi yang disumbangkan oleh nelayan dari perkampungan Kg Wakap, Kg Ramunia, Kg Gambu, Kg. Pungal, Kg Setajam, Kg Tanjung Balau, Kg Tanjung Sedili, Kg Tai Hong, Kg Lipat Kajang dan Kg Baru Sg Mas. Pelancongan juga merupakan sumber pendapatan di Kota Tinggi seperti di Tanjung Balau, Pantai Teluk Mahkota dan Pantai Teluk Ramunia (ESI, 2010).

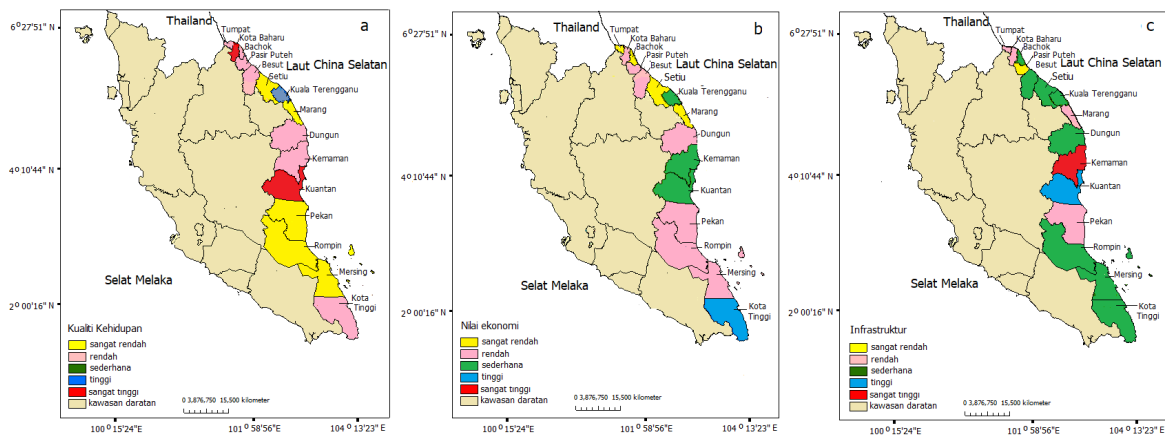
Indeks kemusnahan sosial tertinggi terhadap infrastruktur mendapati Tumpat dan Kota Bharu berada dalam katogeri indeks rendah manakala Bachok dan Pasir Putih masing-masing berada dalam katogeri sederhana dan sangat rendah. Kebanyakan daerah di Terengganu berada pada katogeri indeks sederhana kecuali daerah Marang (rendah) dan Kemaman (sangat tinggi). Kemaman mempunyai nilai indeks kemusnahan tertinggi (1.77) kerana mempunyai infrastruktur seperti sekolah, masjid, balai polis, hospital, stesen kereta api, stesen minyak dan taman rekreasi paling banyak berbanding dengan daerah lain (ESI, 2010). Daerah ini juga menyediakan pelbagai kemudahan infrastruktur untuk pelancongan seperti chalet, hotel dan kemudahan sosial lain yang berada di pesisir pantai. Indeks kemusnahan infrastruktur bagi daerah negeri Pahang berada di antara julat tinggi dan rendah manakala negeri Johor mempunyai nilai indeks sederhana.

Indeks kemusnahan sosial bagi kualiti kehidupan berdasarkan pengiraan seluruh negeri mendapati negeri Kelantan adalah berada pada tahap rendah dan sangat tinggi berbanding dengan negeri Terengganu yang berada pada tahap sangat rendah, rendah dan tinggi (Rajah 5a-b). Negeri Pahang mempunyai julat indeks kualiti kehidupan yang sangat ketera berbeza antara daerah di mana Kuantan sangat tinggi manakala sangat rendah bagi Pekan dan Rompin (Rajah 5c). Di Johor pula, indeks kualiti

kehidupan penduduknya berada pada tahap sangat rendah dan rendah. Penilaian indeks kemusnahan sosial berdasarkan nilai ekonomi mendapati negeri Kelantan mempunyai nilai indeks diantara sangat rendah hingga rendah (Rajah 5b). Negeri Terengganu pula berada di antara sangat rendah dan sederhana. Jurang indeks nilai ekonomi bagi negeri Pahang adalah kecil iaitu di antara rendah dan sederhana manakala bagi negeri Johor berada di antara sederhana dan tinggi. Bagi indeks kemusnahan sosial terhadap infrastruktur mendapati negeri Kelantan terdiri dari julat sangat rendah, rendah dan sederhana manakala negeri Terengganu pula berada dalam julat rendah, sederhana dan sangat tinggi. Negeri Pahang mempunyai julat indeks kemusnahan infrastruktur yang rendah, sederhana dan tinggi berbanding dengan negeri Johor yang hanya berada dalam julat sederhana.

Hasil dari penilaian ini mendapati bahawa Kota Bharu dan Kuantan mempunyai indeks tahap kerentanan sosial-ekonomi sangat tinggi terhadap kenaikan paras laut. Oleh itu, langkah-langkah adaptasi dan strategi mitigasi bagi kedua-dua daerah ini perlu diberi keutamaan. Antara adaptasi terhadap kenaikan arus laut ialah membina dinding laut untuk menghalang kemasukan air laut ke darat. Strategi mitigasi untuk mengurangkan risiko kenaikan paras laut kepada nyawa dan harta benda perlu dilaksanakan oleh pelbagai pihak. Sebagai contohnya, pihak kerajaan boleh memperkenalkan perancangan guna tanah, mengubal polisi dan mengwujudkan perancangan luar jangkaan. Bagi pihak komuniti pula, pengetahuan dan kesedaran bagi semua lapisan masyarakat adalah penting bagi menghalang kesan kenaikan paras laut. U.S. Coral Triangle Initiative Support Program (2013) adalah antara bahan rujukan yang menyatakan pilihan potensi adaptasi dan mitigasi bagi kawasan pesisir pantai akibat dari kenaikan paras laut.

Rajah 5: Indeks kemusnahan sosial berdasarkan pengiraan seluruh negeri bagi a) kualiti kehidupan, b) nilai ekonomi dan c) infrastruktur



Kesimpulan

Kajian ini secara amnya dapat mengenal pasti kawasan pesisir yang terdedah kepada kemusnahan sosial berdasarkan kualiti kehidupan, nilai ekonomi dan infrastruktur akibat kenaikan paras air laut. Hasil kajian ini mendapati, nilai indeks agregat kualiti kehidupan paling tinggi ialah Kota Bharu manakala nilai indeks tertinggi bagi agregat nilai ekonomi dan infrastruktur ialah Kemaman. Indeks tertinggi kemusnahan sosial bagi keseluruhan parameter ialah di Kuantan. Diharapkan hasil kajian ini boleh digunakan sebagai rujukan dalam pengurusan dan perancangan pembangunan masa hadapan pesisir pantai khasnya daerah yang berada dalam katogeri kerentanan sangat tinggi terhadap kenaikan paras laut. Langkah-langkah mitigasi dan adaptasi perlu di ambil kira sebagai pilihan bagi daerah yang terdedah dengan ancaman kenaikan aras laut ini agar berisiko kemusnahan tinggi dapat dielakkan.

Bagaimanapun terdapat beberapa kekangan semasa menjalankan kajian ini, antaranya adalah kekurangan data penyelidikan. Kebanyakan Jabatan kerajaan tidak mempunyai data yang terperinci terutama bagi parameter sosio-ekonomi di peringkat daerah. Data-data yang diperolehi hanya di peringkat negeri. Selain dari itu, terdapat juga sebahagian data yang diperlukan dikatogerikan sebagai data sulit seperti data pendapatan bagi setiap daerah dan maklumat seumpama ini tidak boleh didedahkan kepada masyarakat umum.

Penghargaan

Kajian ini dibiayai oleh Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi (MOSTI) melalui dana E-Science (No Vot 52061) dan Kementerian Pendidikan Tinggi (KPT) melalui biasiswa MyBrain (MyPhD). Jutaan terima kasih juga kepada Institut Oseanografi dan Sekitaran (INOS), Institut Penyelidikan dan Marin Borneo (IPMB), Jabatan Air, Jabatan Haiwan, Jabatan Pertanian, Jabatan Perikanan, Jabatan Pertanian, Jabatan Perangkaan Malaysia dan Unit Perancang Ekonomi.

Rujukan

- Abuodha, P. A. & Woodroffe, C. D. (2010). Assessing vulnerability to sea-level rise using a coastal sensitivity index: a case study from southeast Australia. *Journal of Coastal Conservation*, 14(3), 189-205.
- Brouwer, R., Akter, S., Brander, L. & Haque, E. (2007). Socioeconomic Vulnerability and Adaptation to Environmental Risk: A Case Study of Climate Change and Flooding in Bangladesh. *Risk Analysis*, 27(2), 313-326.
- Cazenave, A. & Nerem, R. S. (2004). Present day sea level change: Observations and causes. *Reviews of Geophysics*, 42(3), 1-20.
- Church, J. A., White, N. J., Aarup, T., Wilson, W. S., Woodworth, P. L. & Domingues, C. M. (2008). Understanding global sea levels: past, present and future. *Sustainability Science*, 3(1), 9-22.
- Church, J. A. & White, N. J. 2006. *A 20th century acceleration in global sea-level rise*. *Geophys. Res. Lett.*, 33(1), L01602.
- Cutter, S. L., Mitchell, J. T. & Scott, M. S. (1997). *Handbook for conducting a GIS-based hazards assessment at a county level*. University of South Carolina, Columbia, SC.
- Cutter, S. L., Boruff, B. J. & Shirley, W. L. (2003). Social Vulnerability to Environmental Hazards. *Social Science Quarterly*, 84(2), 242-261.
- Dasgupta, S., Laplante, B., Meisner, C., Wheeler, D. & Jianping Yan, D. (2007). *The impact of sea level rise on developing countries: a comparative analysis*. World Bank policy research working paper (4136).
- Jabatan Perangkaan dan Unit Perancangan Ekonomi. (2010). *Population distribution and basic demographic characteristic*.
- Dwarakish, G. S., Vinay, S. A., Natesan, U., Asano, T., Kakinuma, T. & Venkataramana, K. (2009). Coastal vulnerability assessment of the future sea level rise in Udupi coastal zone of Karnataka state, west coast of India. *Ocean & Coastal Management*, 52(9), 467-478.
- Donnelly, J. P., Cleary, P., Newby, P. & Ettinger, R. (2004). Coupling instrumental and geological records of sea-level change: Evidence from southern New England of an increase in the rate of sea-level rise in the late 19th century. *Geophysical Research Letters*, 31(5).
- Din, A. H. M., Omar, K. M., Naeije, M. & Ses, S. (2012). Long-term sea level change in the Malaysian seas from multi-mission altimetry data. *International Journal of Physical Sciences*, 7(10), 1694-1712.
- Din, A. H. M., Hamid, A.I.A., Yazid, N.M., Tugi, A., Khalid, N., Omar, K. M. & Ahmad, A. (2017). Malaysia sea water level pattern derived from 19 years tidal data. *Journal Teknologi (Science and Engineering)*, 79(5), 137-145.
- El-Raey, M. (1999). *Impact of Climate Change on Egypt*. Environmental Software and Services. <http://www.ess.co.at/GAIA/CASES/EGY/impact.html>.
- El-Raey, M., Dewidar, K. & El-Hattab, M. (1999). Adaptation to the Impacts of Sea Level Rise in Egypt. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 4(3/4), 343-361.

- UMT 2010. *Environmental Sensitivity Index 2010 for Kelantan, Terengganu, Pahang and Johor*. Universiti Malaysia Terengganu. Kuala Terengganu.
- Heberger, M., Cooley, H., Herrera, P., Gleick, P. H., & Moore, E. (2009). *The impacts of sea-level rise on the California coast*. Pacific Institute.
- IPCC (Intergovernmental Panel for Climate Change). (2007). *Fourth Assessment Working Group I Report*. Climate Change 2007 The Physical Science Basis. ISBN 978 0521 88009-1.
- Ismail, I., Abdullah, W. S. W., Muslim, A. M. & Zakaria, R. (2018). Physical impact of sea level rise to the coastal zone along the East Coast of Peninsular Malaysia. *Malaysian Journal of Geosciences*, 2(2) 33-38. DOI: 10.26480/mjg.02.2018.33.38.
- Mallinson, D. J., Culver, S. J., Corbett, D. R., Parham, P. R., Shazili, N. A. M., & Yaacob, R. (2014). Holocene coastal response to monsoons and relative sea-level changes in northeast peninsular Malaysia. *Journal of Asian Earth Sciences*, 91, 194-205.
- Massel, S., Furukawa, K. & Brinkman, R. (1999). Surface wave propagation in mangrove forests. *Fluid Dynamics Research*, 24(4), 219-249.
- Midun, Z. & Lee, S. C. 1995. Implications of a greenhouse-induced sea-level rise: A national assessment for Malaysia. *Journal of coastal research*, 96-115.
- MOSTE (Ministry of Science, Technology and Environment). (2000). *Malaysia Initial National Communication*. Kuala Lumpur: Ministry of Science, Technology and the Environment, Malaysia. Putrajaya.
- Sterr, H. (2008). Assessment of Vulnerability and Adaptation to Sea-Level Rise for the Coastal Zone of Germany. *Journal of coastal research*, 380-393.
- Szlafsztein, C. F. (2005). *Climate change, sea level rise and coastal natural hazards: A GIS based vulnerability assessment, state of Para, Brazil*.
- U.S. Coral Triangle Initiative Support Program. (2013). *Climate Change Adaptation for Coral Triangle Communities: Guide for Vulnerability Assessment and Local Early Action Planning (LEAP Guide)*. Manila.
- Yoskowitz, D. W., Gibeaut, J. & McKenzie, A. (2009). *The Socio-Economic Impact of Sea Level Rise in the Galveston Bay Region*. Corpus Christi, TX: A report for the Environmental Defense Fund. Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies, Texas A&M University. Available online at <http://seg.tamucc.edu>.

Lampiran I:

Jadual tiga kategori parameter sosio-ekonomi, keterangan pembolehubah dan sumber data

Parameter	Pembolehubah	Keterangan pembolehubah	Sumber data
Kualiti kehidupan	Populasi penduduk	Jumlah populasi penduduk untuk setiap daerah	Jabatan Perangkaan Malaysia dan Unit Perancang Ekonomi
	Penempatan	Tempat tinggal penduduk	Jabatan Perangkaan Malaysia dan Unit Perancang Ekonomi
	Bilangan seisi rumah	Sebuah rumah dan penghuninya dianggap satu unit	Jabatan Perangkaan Malaysia dan Unit Perancang Ekonomi
	Bilangan lelaki	Bilangan lelaki bagi setiap daerah	Jabatan Perangkaan Malaysia dan Unit Perancang Ekonomi
	Bilangan perempuan	Bilangan perempuan bagi setiap daerah	Jabatan Perangkaan Malaysia dan Unit Perancang Ekonomi
	Peningkatan semulajadi penduduk	Kelahiran hingga mati	Jabatan Perangkaan Malaysia dan Unit Perancang Ekonomi

	Bilangan lahir mati	Kelahiran bayi yang mati	Jabatan Perangkaan Malaysia dan Unit Perancang Ekonomi
	Bilangan lahir hidup	Kelahiran bayi yang hidup walaupun untuk jangka masa yang singkat	Jabatan Perangkaan Malaysia dan Unit Perancang Ekonomi
	Bilangan kematian	Bilangan kematian untuk setiap daerah	Jabatan Perangkaan Malaysia dan Unit Perancang Ekonomi
	Umur < 14	Bilangan orang berumur 14 tahun ke bawah	Jabatan Perangkaan Malaysia dan Unit Perancang Ekonomi
	Umur 15-64	Bilangan orang berumur antara 15 hingga 64	Jabatan Perangkaan Malaysia dan Unit Perancang Ekonomi
	Umur > 65	Bilangan orang berumur 65 tahun keatas	Jabatan Perangkaan Malaysia dan Unit Perancang Ekonomi
	Bilangan bangsa melayu	Bilangan bangsa melayu untuk setiap daerah	Jabatan Perangkaan Malaysia dan Unit Perancang Ekonomi
	Bilangan bangsa cina	Bilangan bangsa cina untuk setiap daerah	Jabatan Perangkaan Malaysia dan Unit Perancang Ekonomi
	Bilangan bangsa india	Bilangan bangsa india untuk setiap daerah	Jabatan Perangkaan Malaysia dan Unit Perancang Ekonomi
Nilai ekonomi	Pengeluaran air	Jumlah pengeluaran air	Jabatan Air
	Kawasan pertanian	Termasuk beberapa tanaman seperti padi, getah, kelapa sawit, koko, tembakau, sayuran dan buah-buahan.	Jabatan Pertanian
	Penternakan	Bilangan ternakan seperti kerbau, lembu, kambing, biri-biri, ayam dan itik.	Jabatan Haiwan
	Tangkapan ikan	Tangkapan ikan daripada laut dalam, laut cetek dan kolam/ sangkar	Jabatan Perikanan
Infrastruktur	Kemudahan kelengkapan	Bilangan kemudahan kelengkapan seperti sekolah, masjid, balai polis, hospital, kawasan perindustrian, stesen keretapi, stesen minyak dan kritikal infrastruktur seperti lapangan terbang, pangkalan tentera, dan taman marin	Institut Oseanografi dan Sekitaran (INOS), Jabatan Perangkaan Malaysia dan Unit Perancang Ekonomi
	Taman rekreasi	Bilangan taman rekreasi bagi setiap daerah	Institut Oseanografi dan Sekitaran (INOS)