

PERUBAHAN GARISAN PINGGIR LAUT DAN KESANNYA TERHADAP MORFOLOGI ZON PINGGIR LAUT: SATU KAJIAN DI UTARA NEGERI KELANTAN

Nor Shahida Azali

Jabatan Geografi, Fakulti Sastera dan Sains Sosial,
Universiti Malaya

Email: shida_wan@um.edu.my

ABSTRAK

Garisan pinggir laut iaitu zon pertemuan di antara daratan dan lautan merupakan kawasan yang sangat dinamik. Pembentukannya adalah terhasil daripada proses tindakbalas secara semula jadi di antara sistem fizikal dan struktur buatan manusia yang dibina di kawasan tersebut. Aktiviti manusia di lembangan sungai juga turut mempengaruhi perubahan garisan pinggir laut memandangkan lembangan sungai amat berhubungkait dengan sistem lautan. Seterusnya menyebabkan berlakunya perubahan terhadap morfologi atau bentuk muka bumi di sepanjang garisan pinggir laut. Berdasarkan peratusan hakisan pinggir laut di Malaysia, Negeri Kelantan merupakan garisan pinggir laut yang paling teruk mengalami proses degradasi. Sehubungan dengan itu, kajian ini dilaksanakan bagi mengkaji perubahan garisan pinggir laut dalam tempoh 64 tahun iaitu dari tahun 1955 hingga 2019 dan kesannya terhadap morfologi di kawasan tersebut. Kajian ini menggunakan perisian GIS (Geographic Information System) dan RS (Remote Sensing). Hasil proses penindanan peta menunjukkan bahawa berlaku tiga jenis perubahan garisan pinggir laut iaitu degradasi, aggradasi dan juga dinamik. Manakala kesannya terhadap morfologi pinggir laut pula adalah wujudnya bentuk muka bumi yang baru serta kemusnahan bentuk muka bumi yang sedia ada di sepanjang garisan pinggir laut.

Kata Kunci: *garisan pinggir laut, perubahan garisan pinggir laut, kesan, morfologi*

COASTLINE CHANGES AND THEIR EFFECTS ON MORPHOLOGY OF COASTAL ZONE: A STUDY IN NORTHERN KELANTAN

ABSTRACT

The coastline, the meeting zone between land and ocean, is very dynamic. It resulted from natural reaction processes between physical systems and man-made structure formation built up in the area. Human activities at the river basin also influence the coastline changes since the river basin is linked to the ocean system. This causes changes in the morphology or landform patterns along the coastline. Based on Malaysia's percentage of coastal erosion rates, Kelantan is the worst coastline exposed to the degradation process. Accordingly, this study was conducted to identify the coastline changes within 64 years from 1955 to 2019 and their impact on morphology. The study uses GIS (Geographic Information System) and RS (Remote Sensing) as a tool. The result shows there are three stages of coastline changes which are degradation, aggradation, and dynamics.

Meanwhile, it affects the morphology coast by forming new landforms and destroying existing ones along the coastline.

Keywords: *coastline, coastline changes, impact, morphology*

PENGENALAN

Pinggir laut ditakrifkan sebagai kawasan pertemuan di antara daratan, lautan dan udara (Carter, 1991; Haslett, 2008; Davidson-Arnott, 2010) yang berubah secara berterusan (Woodroffe, 2002) sama ada berlaku disebabkan oleh proses-proses geomorfologi yang semula jadi ataupun kesan daripada aktiviti manusia di kawasan tersebut. Menurut Werner dan Blanton (2019), pinggir laut adalah antara kawasan yang paling kompleks di dunia serta merupakan zon peralihan di antara dasar laut dan kawasan darat yang terbuka di mana skala spatial dan temporal penting dan berbeza bagi setiap proses fizikal dan juga biogeokimia di pinggir laut. Ciri-ciri semula jadi dan morfologi yang terbentuk di pinggir laut dan di lautan berlaku secara semula jadi dan proses tersebut turut menyebabkan berlakunya perubahan di persekitarannya (DELWP, 2020). Wujud satu perhubungan yang kuat di antara faktor, proses dan juga kesan yang berlaku sama ada mengubah morfologi yang sedia ada, membentuk morfologi yang baru ataupun memusnahkan morfologi yang sedia ada di pinggir laut (Nor Shahida Azali, 2018). Keadaan ini menyebabkan zon pinggir laut sentiasa aktif, berhubung kait dan bergerak balas dalam ruang mengikut tempoh masa tertentu.

Zon pinggir laut menunjukkan perhubungan yang saling berkait rapat di antara manusia dan juga sumber yang ada menyebabkan wujud desakan terhadap had dan keseimbangan, kelestarian dan pembangunan khususnya pada dunia hari ini (Baztan et al., 2015). Keadaan ini lebih rencam memandangkan kini 60% bandar utama di dunia terletak di zon pesisir, dan 40% dari penduduk di bumi tinggal dalam jarak 100 km dari zon pinggir laut (Nicholls et al., 2007). Kenyataan ini turut disokong oleh Wong (2014) di mana kawasan delta mempunyai penduduk yang sangat padat dan ia telah meningkatkan tahap kerapuhan kawasan tersebut. Ini kerana pertumbuhan penduduk meningkat dengan lebih cepat di samping kesannya yang menjadi penyebab utama kepada berlakunya perubahan di zon pinggir laut iaitu guna tanah yang padat, penurunan kualiti alam sekitar dan hakisan pinggir laut khususnya 50 tahun kebelakangan ini. Jika keadaan ini berterusan, ia akan memburukkan lagi degradasi antropogenik di zon pinggir laut pada masa hadapan.

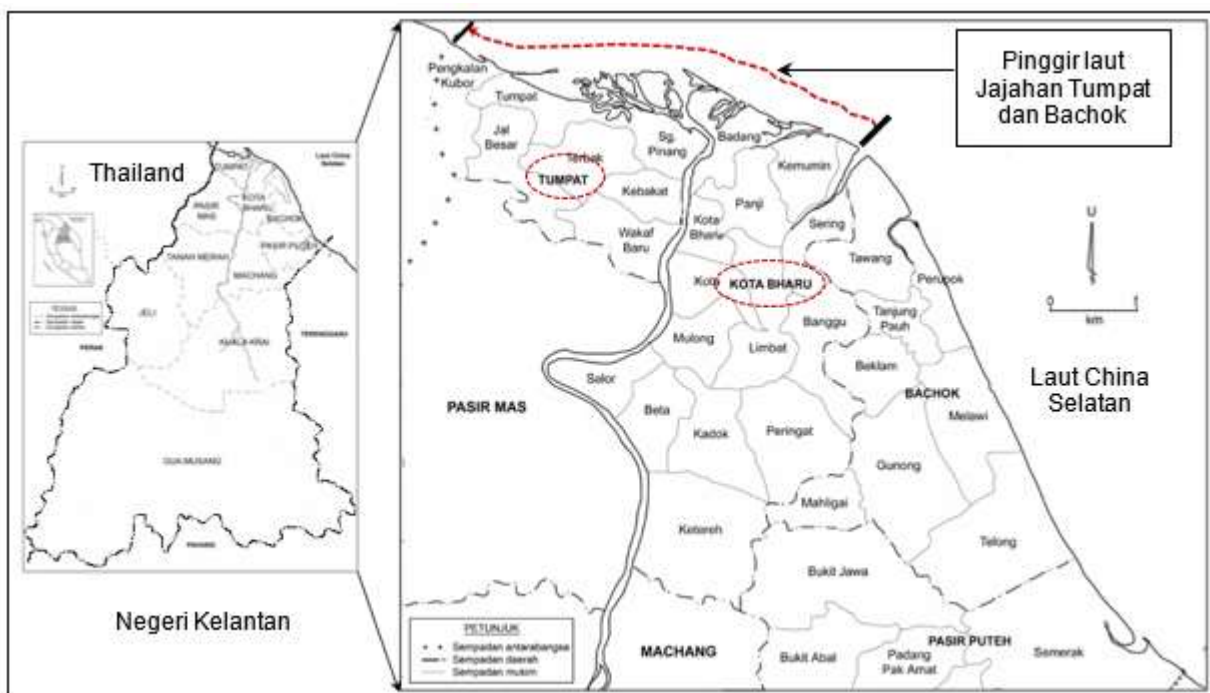
Perubahan pinggir laut global memberikan gambaran menyeluruh berkaitan dengan persekitaran yang telah mengubah sistem pinggir laut di dunia. Kajian yang dijalankan oleh Isfarita Ismail et al. (2018) menunjukkan bahawa kesan kenaikan aras laut yang berbeza-beza juga bergantung kepada bentuk muka bumi yang terdapat di zon pinggir laut dengan permukaan air daratan iaitu variasi lokal dalam pergerakan menegak, topografi, klimatologi gelombang, arus pinggir laut dan frekuensi ribut. Kenaikan aras laut akan mempengaruhi kesan terhadap morfologi di zon pesisir dan impak terhadap komuniti. Peningkatan risiko paras banjir dan kenaikan aras permukaan laut juga turut menyebabkan berlakunya hakisan, defisit pemendapan, penenggelaman kawasan dataran rendah, pencerobohan air masin dan kesan terhadap biologi di zon pinggir laut termasuklah komuniti yang tinggal di kawasan tersebut.

Selain itu, kesan daripada pertumbuhan penduduk dan pembangunan di pinggir laut telah mendatangkan ancaman kepada ciri-ciri semula jadi pinggir laut dan menyekat pemandangan khususnya pembinaan infrastruktur dan pertambahan pengunjung dari semasa ke semasa (DELWP, 2020). Jika dirujuk kepada Malaysia, dianggarkan bahawa 26.94% daripada keseluruhan kawasan tepu bina yang terdapat di zon persisiran pantai akan terjejas dan berisiko dinaiki air (PLANMalaysia, 2021) jika berlaku peningkatan aras laut global. Terdapat banyak tindakan buruk

dan kesan daripada perubahan morfologi pinggir laut yang seterusnya menyumbang kepada gangguan terhadap fungsi ekosistem yang terdapat di pinggir laut serta proses degradasi (Sahavacharin, Sompongchaiyakul, & Thaitakoo, 2022). Manakala pergerakan arus yang sederhana dan tenaga ombak yang perlahan dalam tempoh masa tertentu di pinggir laut pula telah menyebabkan sebahagian besar bahan sedimen yang dibawa melalui muara sungai akan dimendapkan (Nor Lita Fadilah Rameli & Mokhtar Jaafar, 2018). Ini menunjukkan bahawa perubahan garisan pinggir laut yang berlaku dan hubungannya di antara proses degradasi dan aggradasi telah memberikan kesan terhadap morfologi pinggir laut keseluruhannya.

KAWASAN KAJIAN

Kawasan kajian sepanjang pinggir laut Negeri Kelantan iaitu bermula dari sempadan Negara Malaysia dengan Thailand iaitu Jajahan Tumpat pada garis lintang $5.924^{\circ}U$ dan garis bujur $102.141^{\circ}T$ hingga Jajahan Bachok pada garis lintang $6.167^{\circ}U$ dan garis bujur $102.344^{\circ}T$. Negeri Kelantan terletak di bahagian utara Pantai Timur Semenanjung Malaysia dan empat buah jajahannya adalah mengadap Laut China Selatan iaitu Jajahan Tumpat, Jajahan Kota Bharu, Jajahan Bachok dan Jajahan Pasir Puteh. Tiada pulau ataupun penghadang yang berada di luar daripada garisan pinggir laut tersebut menyebabkan keterdedahannya kepada faktor dan proses yang berpunca daripada sistem lautan adalah berlaku secara langsung dan terus. Keadaan ini menyebabkan garisan pinggir laut Negeri Kelantan sentiasa mengalami perubahan terutamanya di Jajahan Tumpat dan Kota Bharu kesan daripada tindak balas yang berlaku sama ada berpunca daripada proses semula jadi ataupun kesan daripada aktiviti pembangunan yang dijalankan oleh komuniti setempat dan juga penduduk di negeri ini secara umumnya.



Rajah 1: Kawasan Kajian di Pinggir laut Negeri Kelantan

Oleh hal yang demikian, komuniti penduduk yang tinggal di sepanjang garisan pinggir laut Negeri Kelantan sentiasa terdedah kepada impak sama ada daripada proses tindak balas sistem di pinggir laut ataupun kesan perubahan pinggir laut yang berlaku khususnya semasa musim monsun timur laut melanda. Komuniti yang paling hampir dengan zon pinggir laut akan menerima impak yang lebih tinggi berbanding dengan yang jauh ke pedalaman. Begitu juga dengan komuniti yang

kebergantungannya tinggi terhadap sumber ataupun pengaruh persekitaran zon pinggir laut di mana tahap kerentanannya adalah lebih tinggi.

METODOLOGI

Sumber Data

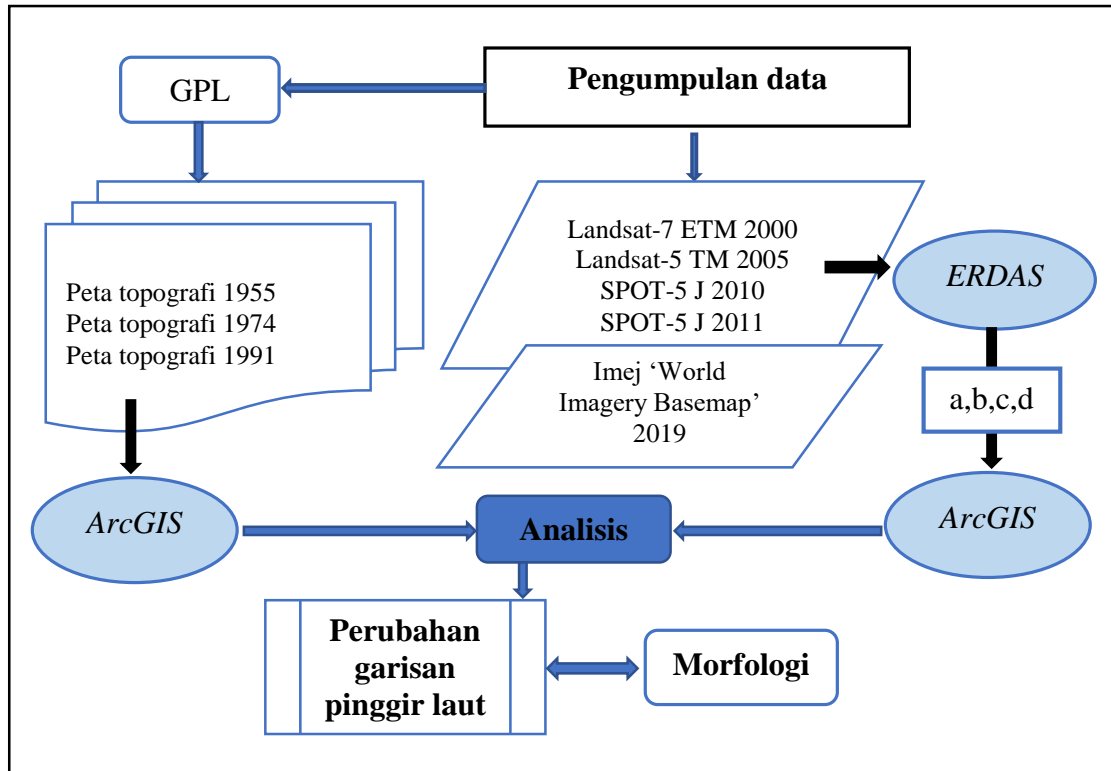
Data ruangan berkaitan dengan garisan pinggir laut dan bentuk muka bumi fizikal diperolehi daripada peta lama iaitu peta topografi tahun 1955, 1974 dan 1991. Terdapat peta yang perlu digabungkan untuk memperolehi keseluruhan pinggir pantai kawasan kajian. Peta-peta tersebut diimbis terlebih dahulu sebelum dijalankan proses 'georeference' dan pendigitan menggunakan perisian ArcGIS. Jadual 1 merupakan peta-peta topografi mengikut lembar di sepanjang pinggir laut Jajahan Tumpat dan Bachok.

Jadual 1: Senarai peta topografi 1955, 1974, 1991 dan imej satelit

Bil.	Bahan	Tahun	Maklumat
1	Peta topografi – Kelantan	1955	Lembar 7 Kota Bharu – 1:63,360
2	Peta topografi – Kelantan & Terengganu	1955	Lembar 15 Kuala Besut – 1:63,360
3	Peta topografi – Tumpat	1974	Lembar 7 Siri L 7010 – 1:63,360
4	Peta topografi – Kota Bharu	1974	Lembar 14 Siri L 7010 – 1:63,360
5	Peta topografi – Kota Bharu	1991	Lembar 3968 Siri L 7030 – 1:50,000
6	Landsat-7 ETM	2000	-
7	Landsat-5 TM	2005	-
8	Imej SPOT-5 J Imej SPOT-5 J	2010 2011	Imej gabungan
9	World Imagery Basemap	2019	Imej dasar (base map)

Manakala imej Landsat-7 ETM tahun 2000, Landsat-5 TM tahun 2005, SPOT-5 J tahun 2010 & 2011 diproses menggunakan perisian ERDAS terlebih dahulu sebelum diteruskan pemprosesan dengan perisian ArcGIS. Terdapat empat langkah pemprosesan dalam perisian ERDAS iaitu pra-pemprosesan, penjelasan imej, tranformasi imej dan klasifikasi imej sebelum dipindahkan ke dalam perisian ArcGIS untuk dijalankan proses pendigitan. Begitu juga dengan imej 'World Imagery Basemap' tahun 2019 yang dilakukan proses pendigitan menggunakan perisian ArcGIS.

Carta alir metodologi kajian dipaparkan pada Rajah 2 di mana pengumpulan data ruangan adalah melibatkan perubahan garisan pinggir laut dengan menggunakan peta dan imej satelit. Perisian ArcGIS dan ERDAS telah digunakan bagi melengkapkan proses menghasilkan peta dalam bentuk digital. Peta yang telah didigit tahun 1955, 1974 dan 1991 serta Landsat-7 ETM 2000, Landsat-5 TM 2005, imej gabungan SPOT-5 J 2010, dan 2011 dan imej 2020 seterusnya dilakukan proses 'georeferencing' iaitu dengan merujuk kepada format Kertau RSO Malaya (meter). Seterusnya dilakukan proses tindakan terhadap peta-peta tersebut untuk menghasilkan garisan pinggir laut yang mengalami proses degradasi, aggradasi, dan juga dinamik (berlaku proses aggradasi dan degradasi tetapi dalam keadaan yang seimbang bagi tempoh masa tersebut).



Catatan: GPL – Garisan pinggir laut
 a – pra-pemrosesan b – penjelasan imej
 c – tranformasi imej d – klasifikasi imej

Rajah 2: Kerangka Metodologi Kajian

HASIL KAJIAN

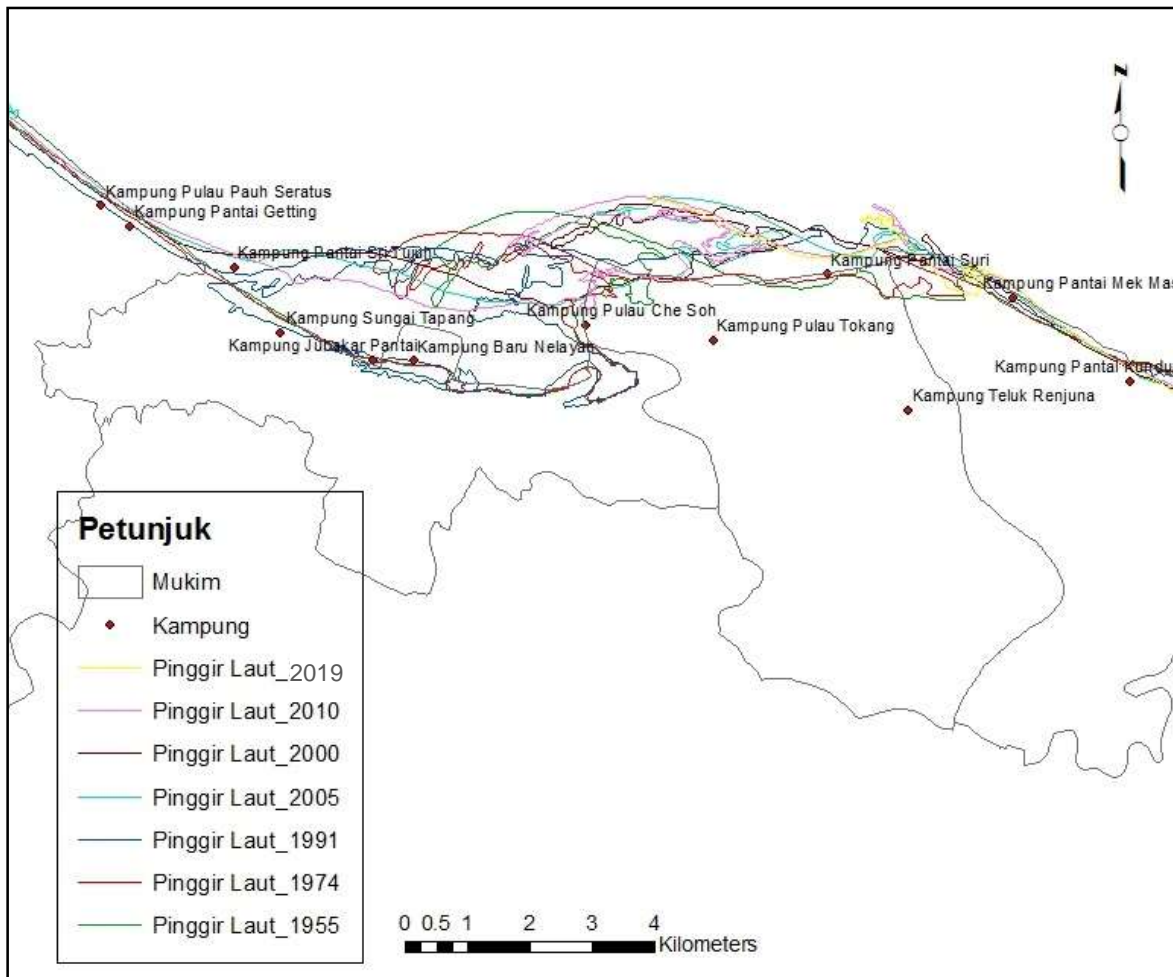
Perubahan Garisan Pinggir Laut

Proses penindanan peta dan imej mengikut tahun di Jajahan Tumpat menunjukkan bahawa proses degradasi berlaku dengan lebih aktif di beberapa bahagian pinggir laut berbanding dengan proses aggradasi. Walau bagaimanapun, setelah dianalisis dari segi jarak di antara kedua-dua proses tersebut, didapati bahawa jarak berlakunya proses aggradasi adalah lebih besar. Rajah 3 menunjukkan perubahan garisan pinggir laut di Jajahan Tumpat pada tahun 1955 hingga 2019.

Perbezaan yang ketara dapat dilihat pada bentuk spit atau anak tanjung yang berhadapan dengan Kampung Jubakar. Walaupun berlaku proses degradasi, tetapi spit yang terbentuk semakin panjang mengunjur ke hadapan. Manakala perbezaan yang lebih ketara juga boleh dilihat hasil daripada penindanan peta 1974 dan 1991, di mana garisan pinggir laut 1991 telah menutup sepenuhnya Lagun Jubakar. Ini berpunca daripada proses aggradasi yang semakin aktif dengan terbentuknya beting pasir yang menganjur ke laut berhadapan dengan Kampung Pantai Sri Tujuh.

Jika dirujuk kepada jadual pengukuran proses aggradasi dan degradasi (Jadual 2) jelas dipaparkan bahawa hasil pengukuran pada penindanan peta tahun 1955 dan 1974 adalah aktif berlakunya proses degradasi yang diwakili oleh tanda negatif. Sebaliknya pengukuran peta pada tahun 1974 dan tahun 1991 menunjukkan bahawa proses aggradasi adalah paling tinggi jika dibandingkan dengan perubahan garisan pinggir laut pada tahun-tahun yang berikutnya. Contohnya, bermula dari Kampung Sungai Tapang, Kampung Jubakar Pantai sehingga ke Kampung Baru Nelayan yang merupakan kampung yang sangat aktif berlakunya proses aggradasi

iaitu dengan jarak lebih daripada satu kilometer. Walaupun berlaku proses degradasi di beberapa kampung berhadapan dengan garisan pinggir laut di Jajahan Tumpat, tetapi terdapat kawasan pinggir laut yang masih aktif berlakunya proses aggradasi serta tidak boleh diatasi oleh proses degradasi. Manakala pada tahun 2000 hingga 2019, perubahan yang berlaku pada garisan pinggir laut adalah sangat ketara. Walaupun proses degradasi terus berlaku tetapi masih tidak boleh mengubah kadar aggradasi yang berlaku pada tempoh 1974 hingga 1991. Garisan pinggir laut di bahagian utara iaitu Kampung Pauh Seratus, Kampung Pantai Geting, dan Kampung Pantai Sri Tujuh semakin menganjur ke laut.

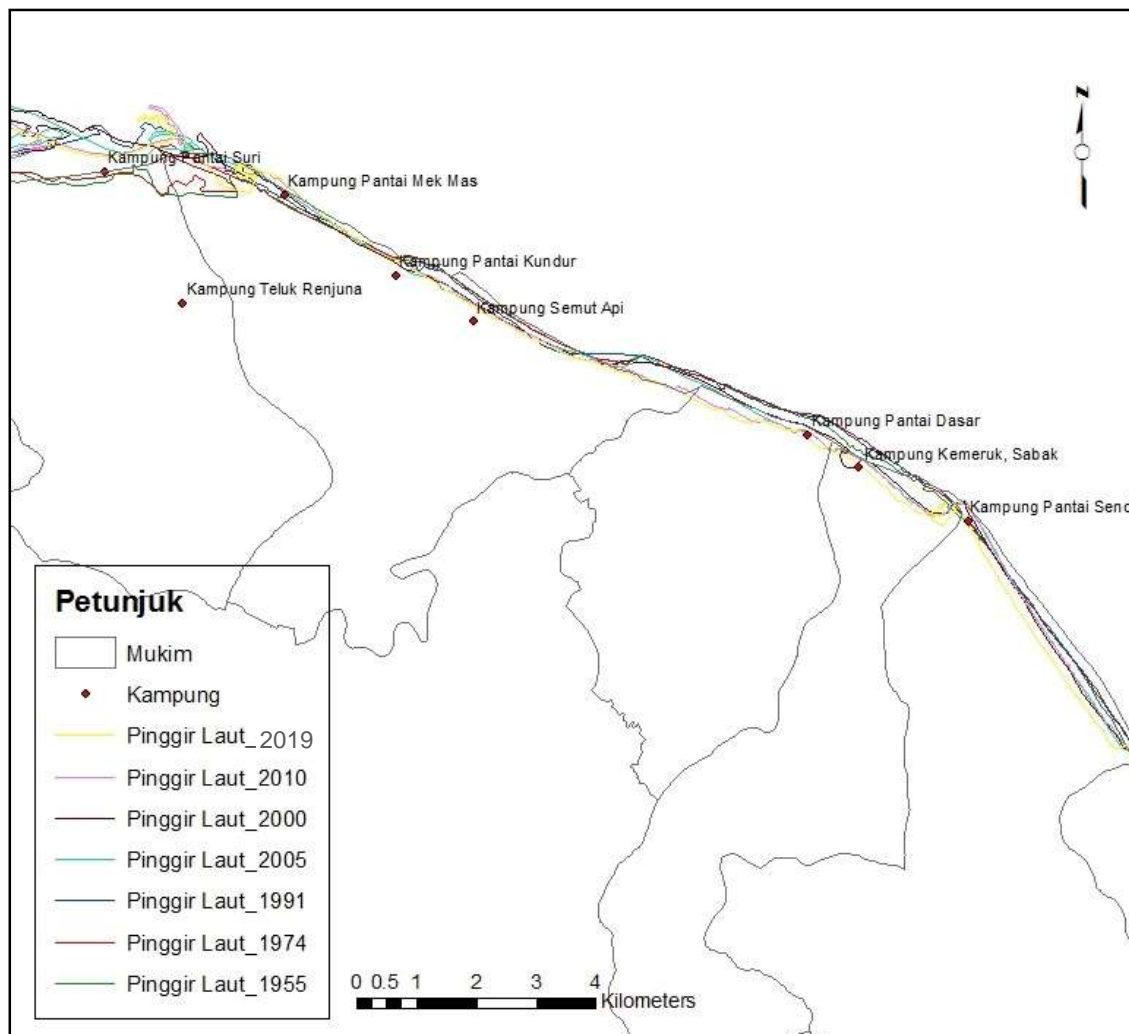


Rajah 3: Perubahan Garisan Pinggir Laut di Jajahan Tumpat Tahun 1955 hingga 2019

Garisan pinggir laut di Jajahan Kota Bharu pula berlaku perkara yang sebaliknya. Kawasan yang hampir dengan muara Sungai Kelantan sahaja yang aktif berlakunya proses aggradasi iaitu Kampung Pantai Mek Mas di mana terbentuknya beting pasir yang menegak dan juga mendatar. Selain itu, proses pemanjangan tanjung menganjur ke laut turut berlaku dengan terbentuknya spit yang lebih kecil berhadapan dengan Kampung Pantai Suri. Manakala kawasan yang lain pula sentiasa berlaku proses degradasi iaitu bermula sejak tahun 1974 hingga tahun 2010 khususnya di Kampung Pantai Dasar dan juga Kampung Kemeruk, Sabak di mana keseluruhan kawasan yang hilang adalah hampir 400 meter. Rajah 4 merupakan garisan pinggir laut mengikut tahun bermula dari tahun 1955 hingga tahun 2019.

Jika dirujuk kepada Jadual 2 iaitu jadual pengelasan zon pinggir laut, terdapat lima buah kampung yang menjadi lokasi pengukuran bagi mewakili Jajahan Kota Bharu iaitu Kampung

Pantai Mek Mas, Kampung Pantai Kundur, Kampung Semut Api, Kampung Pantai Dasar dan Kampung Kemeruk Sabak. Secara keseluruhannya, perubahan yang berlaku di antara tahun 1955 hingga 1974 dihasilkan oleh proses aggradasi, tetapi selepas itu kawasan di sepanjang garisan pinggir laut di Jajahan Kota Bharu ini sentiasa mengalami ancaman proses degradasi yang sangat teruk khususnya dalam tempoh monsun timur laut melanda. Sehingga kini proses degradasi yang berlaku di kawasan kajian masih boleh ditangani selepas pihak kerajaan mengambil langkah membina benteng pemecah ombak daripada bongkah batu yang besar di sepanjang pinggir laut di kawasan tersebut.



Rajah 4: Perubahan Garisan Pinggir Laut di Jajahan Kota Bharu Tahun 1955 hingga 2020

Proses perubahan pinggir laut yang berlaku dari tahun 1955 hingga 2019 membolehkan satu pengelasan zon pinggir laut dihasilkan (Jadual 2). Perubahan yang berlaku dikumpulkan dan diukur untuk mendapat nilai jarak perubahan dalam tempoh jangka masa 64 tahun. Hasil daripada keseluruhan kampung yang dijalankan proses pengukuran mendapati bahawa bermula dari Kampung Pantai Kundur di Jajahan Kota Bharu sehingga ke Kampung Kemeruk, Sabak menunjukkan zon pinggir laut telah mengalami proses degradasi. Walaupun dalam tempoh 10 tahun yang lepas hanya kawasan pinggir laut di Jajahan Kota Bharu yang giat mengalami proses degradasi, tetapi kini proses tersebut semakin mempengaruhi pinggir laut yang bersempadan dengannya iaitu di Jajahan Bachok.

Jadual 2 menunjukkan pengkelasan zon pinggir laut berdasarkan kepada perubahan yang berlaku dalam tempoh 64 tahun iaitu dari tahun 1955 hingga tahun 2019 yang dibahagikan kepada tiga kelas zon iaitu zon aggradasi, zon degradasi dan zon dinamik. Hanya dua buah kampung yang termasuk dalam kelas zon dinamik di mana proses degradasi dan juga proses aggradasi adalah seimbang iaitu dalam lingkungan 50 peratus. Kampung tersebut adalah di Jajahan Tumpat iaitu Kampung Pauh Seratus dan Kampung Pantai Geting.

Manakala bagi zon aggradasi pula tertumpu di Jajahan Tumpat di mana jarak kelebaran proses aggradasi lebih banyak berlaku berbanding dengan kelebaran hasil pengukuran jarak yang berpunca daripada proses degradasi. Walau bagaimanapun, langkah awal perlu difikirkan memandangkan kawasan-kawasan tersebut juga turut berlakunya proses degradasi tetapi masih tidak melepasi had pemendapan hasil daripada proses aggradasi besar-besaran dalam tempoh di antara tahun 1974 hingga tahun 1991.

Jadual 2: Jadual pengkelasan Zon Pinggir Laut

Kampung	Perubahan pinggir laut 1955-2019 (meter)			Pengkelasan Zon pinggir laut
	Degradasi	Agradasi	Perubahan	
Jajahan Tumpat				
Kampung Pauh Seratus	185.5	188.3	2.8	Dinamik
Kampung Pantai Geting	178.6	253.4	74.8	
Kampung Pantai Sri Tujuh	143.2	639.6	496.4	Aggradasi
Kampung Sungai Tapang	433.2	1267.2	834	
Kampung Jubakar Pantai	705.5	1839.5	1134	
Kampung Baru Nelayan	941.4	1922.2	980.8	
Kampung Pulau Che Soh	561.3	851.5	290.2	
Kampung Pulau Tongkang	283.1	953.7	670.6	
Kampung Pantai Suri	425.7	632	206.3	
Kampung Teluk Renjuna	66.1	559.6	493.5	
Jajahan Kota Bharu				
Kampung Pantai Mek Mas	0	281.8	281.8	Degradasi
Kampung Pantai Kundur	268.2	95.7	-172.5	
Kampung Semut Api	188.1	0	-188.1	
Kampung Pantai Dasar	375.9	86.9	-289	
Kampung Kemeruk Sabak	330.2	138.4	-191.8	

Kesan Perubahan Garisan Pinggir Laut Terhadap Morfologi

Morfologi zon pinggir laut di sepanjang pinggir laut Negeri Kelantan adalah berbeza-beza bergantung kepada pelbagai faktor yang mempengaruhinya sama ada berpunca daripada lautan seperti ombak, arus, angin dan sebagainya ataupun daripada sistem lain yang terdapat di daratan iaitu sungai, jenis vegetasi, sistem tanah di pinggir laut dan pelbagai lagi faktor lain yang

menyumbang kepada pembentukan morfologi di kawasan tersebut. Berikut adalah beberapa rajah yang menunjukkan morfologi yang berbeza-beza di sepanjang garisan pinggir laut di Negeri Kelantan iaitu di Jajahan Tumpat dan Jajahan Kota Bharu.

Rajah 5 merupakan morfologi dataran pantai berpasir yang mengunjur ke laut di Kampung Pantai Geting, Tumpat. Manakala Rajah 6 pula adalah pembentukan beting pasir, teluk, tanjung dan spit di Kampung Pantai Sri Tujuh, Tumpat. Morfologi paya masin turut terdapat di beberapa kawasan pinggir laut walaupun semakin berkurangan contohnya paya bakau dan paya nipah di Kampung Baru Nelayan, Tumpat (Rajah 7).



Rajah 5: Dataran pantai berpasir di Kampung Pantai Geting, Tumpat
Sumber: Nor Shahida Azali (2018)

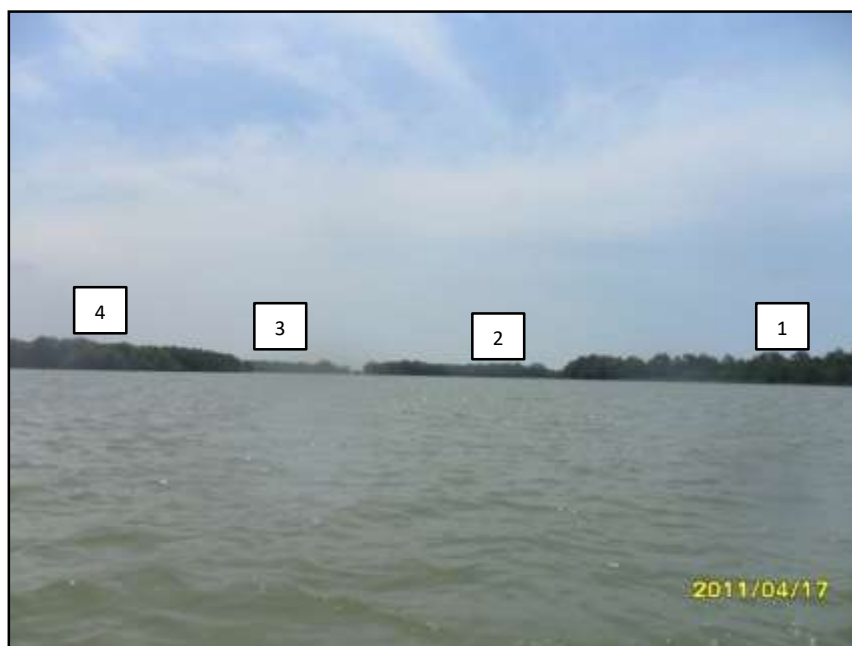


Rajah 6: Pembentukan beting pasir, teluk, tanjung dan spit di Kampung Pantai Sri Tujuh, Tumpat
Sumber: Nor Shahida Azali (2018)

Selain itu, di Daerah Tumpat juga terdapatnya Lembangan Sungai Kelantan yang merupakan satu-satunya morfologi delta zon pinggir laut yang wujud di Semenanjung Malaysia yang terbentuk hasil daripada proses pemendapan bahan aluvium. Dataran pinggir laut yang rata, perbezaan yang kecil daripada ketinggian aras laut serta dipisahkan oleh cabang sungai telah membentuk delta (dikenali sebagai pulau oleh penduduk tempatan) yang sehingga kini masih menggunakan sungai sebagai laluan perhubungan yang utama bagi aktiviti komuniti zon pinggir laut di kawasan tersebut. Rajah 8 dan Rajah 9 merupakan beberapa buah pulau iaitu Kampung Pulau Teluk Renjuna, Kampung Pulau Beluru, Kampung Pulau Seratus dan Kampung Pulau Tokang di Tumpat yang dipisahkan oleh Sungai Pulau Seratus iaitu salah satu cabang Sungai Kelantan.



Rajah 7: Morfologi paya masin di Kampung Baru Nelayan, Tumpat
Sumber: Nor Shahida Azali (2018)



Rajah 8: Kampung Pulau Teluk Renjuna (1), Kampung Pulau Beluru (2), Kampung Pulau Tokang (3) dan Kampung Pulau Seratus di Tumpat (4)
Sumber: Nor Shahida Azali (2018)



Rajah 9: Sungai Pulau Seratus yang menjadi jalan perhubungan utama komuniti di delta
Lembangan Sungai Kelantan, Tumpat
Sumber: Nor Shahida Azali (2018)

Selain itu, morfologi teluk dan tanjung adalah salah satu morfologi yang paling banyak terbentuk di sepanjang zon pinggir laut di Jajahan Kota Bharu. Rajah 10 merupakan morfologi teluk dan tanjung di Pantai Mek Mas, Kota Bharu. Manakala Rajah 11 dan Rajah 12 pula adalah morfologi yang sama tetapi di lokasi pinggir laut yang berbeza iaitu masing-masing di Pantai Cahaya Bulan dan Pantai Kemeruk, Sabak di Jajahan Kota Bharu. Walau bagaimanapun, kedua-dua morfologi tersebut sentiasa berubah-ubah bergantung kepada proses yang berlaku di sepanjang garisan pinggir laut khususnya setiap kali selepas monsun timur laut melanda kawasan pinggir laut pantai timur Semenanjung Malaysia dan sentiasa dipantau oleh Jabatan Pengairan dan Saliran Negeri Kelantan. Rajah 13 merupakan proses degradasi pinggir laut di Pantai Dasar, Jajahan Kota Bharu sebelum dilaksanakan benteng pemecah ombak daripada bongkah batuan yang besar di sepanjang garisan pinggir laut.



Rajah 10: Morfologi teluk dan tanjung di Pantai Mek Mas, Kota Bharu
Sumber: Nor Shahida Azali (2018)



Rajah 11: Pembentukan teluk dan tanjung di Pantai Cahaya Bulan di Kota Bharu
Sumber: Nor Shahida Azali (2018)



Rajah 12: Pembentukan teluk dan tanjung di Pantai Kemeruk, Sabak, Kota Bharu yang sentiasa dipantau oleh JPS Kelantan
Sumber: Nor Shahida Azali (2018)



Rajah 13: Proses degradasi pinggir laut di Pantai Dasar, Jajahan Kota Bharu sebelum dilaksanakan benteng pemecah ombak daripada bongkah batuan
Sumber: Nor Shahida Azali (2002)

PERBINCANGAN

Kajian ini dilaksanakan bagi mengkaji perubahan garisan pinggir laut dalam tempoh 64 tahun iaitu dari tahun 1955 hingga 2019 dan kesannya terhadap morfologi di kawasan tersebut. Kajian ini menggunakan perisian GIS dan RS. Hasil proses penindasan peta menunjukkan bahawa berlaku tiga jenis perubahan garisan pinggir laut iaitu degradasi, aggradasi dan juga dinamik. Walau bagaimanapun, terdapat hasil yang menunjukkan bahawa ketiga-tiga proses tersebut bukan berlaku secara berpanjangan. Ini kerana terdapat kawasan di mana proses tersebut hanya berlaku dalam tempoh masa yang tertentu sahaja, kemudian proses tersebut berubah disebabkan oleh wujudnya pengaruh baru atau perubahan yang berlaku sama ada secara semula jadi ataupun berpunca daripada aktiviti manusia.

Proses degradasi paling giat berlaku di Kampung Pantai Dasar dan Kampung Kemeruk, Sabak yang terletak di Jajahan Kota Bharu, di mana hampir 400 meter kawasan pinggir laut telah mengalami hakisan. Sehingga kini, proses degradasi tersebut masih berlaku dan dapat dihalang menggunakan bongkah batuan yang diletakkan di sepanjang pinggir laut kawasan tersebut. Selain itu, proses aggradasi pula tertumpu di Jajahan Tumpat iaitu Kampung Sungai Tapang, Kampung Jubakar Pantai sehingga Kampung Baru Nelayan dengan jarak lebih daripada satu kilometer. Manakala, di muara Sungai Kelantan iaitu pemisah di antara Jajahan Tumpat dan Kota Bharu turut giat berlaku proses aggradasi iaitu di Kampung Pantai Mek Mas yang terletak di Jajahan Kota Bharu dengan terbentuknya beting pasir yang menegak dan mendatar. Manakala pembentukan spit pula terbentuk berhadapan dengan Kampung Pantai Suri di Jajahan Tumpat.

Walaupun bagaimanapun, terdapat proses degradasi dan aggradasi berlaku di kawasan yang sama mengikut tempoh masa tertentu, di mana ia ditentukan berdasarkan kepada proses yang paling dominan. Manakala bagi garisan pinggir laut yang menunjukkan kadar yang sama di antara kedua-dua proses iaitu degradasi dan aggradasi, ia dikategorikan sebagai dinamik ataupun mencapai tahap keseimbangan. Terdapat dua buah kampung yang termasuk dalam kategori dinamik iaitu Kampung Pauh Seratus dan Kampung Pantai Geting yang terletak di Jajahan Tumpat. Walaupun bagaimanapun, jika tiada langkah yang mampan diambil, kebarangkalian untuk terdedah kepada proses degradasi adalah tinggi. Ini kerana sistem pinggir laut di Negeri Kelantan sangat

aktif kesan daripada pengaruh persekitaran yang bertindak secara langsung terhadap sistem fizikal di kawasan tersebut.

Selain itu, ketiga-tiga jenis perubahan garisan pinggir laut ini berlaku disebabkan oleh faktor dan proses sama ada dari kawasan daratan ataupun lautan. Keadaan ini berpunca daripada sistem fizikal yang terdapat di zon pinggir laut di mana sistem tersebut akan bertindakbalas, berinteraksi, dan saling berhubungkait di antara satu sama lain. Selain itu, pengaruh daripada aktiviti manusia di pedalaman serta pembinaan struktur di hadapan garisan pinggir laut turut menyumbang kepada berlakunya gangguan terhadap proses di zon pinggir laut.

Perubahan garisan pinggir laut juga turut mempengaruhi morfologi ataupun bentuk muka bumi yang ada di sepanjang zon pinggir laut. Perubahan yang berlaku telah mengubah morfologi yang telah sedia ada sama ada secara perlahan-lahan ataupun drastik bergantung kepada kadar kekuatan proses yang berlaku di pinggir laut dalam tempoh masa yang tertentu. Selain itu, perubahan garisan pinggir laut juga berupaya untuk memusnahkan morfologi yang sedia ada serta menghasilkan morfologi yang baru. Ketiga-tiga proses tersebut berlaku dalam keadaan yang berbeza bergantung kepada pengaruh sistem fizikal dan tindakan manusia di mana ia saling berhubungkait dan bertindakbalas di antara satu sama lain.

Morfologi yang terbentuk di sepanjang zon pinggir laut Negeri Kelantan adalah beting pasir, teluk, tanjung, dan spit iaitu di Kampung Pantai Sri Tujuh, Jajahan Tumpat. Manakala morfologi paya masin iaitu paya bakau dan paya nipah pula semakin berkurangan khususnya di Kampung Baru Nelayan juga di Jajahan Tumpat. Selain itu, pinggir laut di Jajahan Tumpat juga merupakan satu-satunya kawasan yang sangat menarik dengan terbentuknya morfologi delta zon pinggir laut hasil daripada proses aggradasi iaitu pemendapan bahan aluvium. Manakala di sepanjang pinggir laut Jajahan Kota Bharu pula paling banyak terdapatnya morfologi teluk dan tanjung yang sentiasa berubah-ubah bergantung kepada pengaruh sistem di bahagian daratan serta agen dari Laut China Selatan. Kepelbagaian morfologi di zon pinggir laut ini menunjukkan bahawa berlakunya proses yang sangat aktif dan saling bertindakbalas di antara sistem yang ada di kawasan tersebut.

KESIMPULAN

Kajian ini yang merangkumi perubahan garisan pinggir laut di Negeri Kelantan adalah melibatkan dua jajahan iaitu Jajahan Tumpat dan Bachok. Wujud perbezaan yang jelas di antara perubahan garisan pinggir laut di kedua-dua kawasan, di mana proses degradasi dan aggradasi yang berlaku bukan dalam kadar atau jarak yang sama tetapi bergantung kepada faktor, proses, agen serta morfologi sedia ada yang terdapat di sepanjang garisan pinggir laut tersebut. Walaupun keletakannya adalah berhampiran di mana ia dipisahkan oleh muara Sungai Kelantan, tetapi pengaruh daripada faktor, proses, dan tindak balas yang berlaku di antara sistem yang terdapat di kedua-dua kawasan tersebut adalah sangat berbeza. Keadaan ini telah menyumbang kepada wujudnya perbezaan terhadap bentuk morfologi di sepanjang zon pinggir laut kawasan kajian. Sehubungan dengan itu, amat penting ditekankan bahawa kajian perubahan garisan pinggir laut perlu turut mengambilkira pelbagai aspek agar penilaian yang lebih terperinci dapat dijalankan. Ia bukan hanya terhadap perubahan garisan pinggir laut, malah kesannya terhadap morfologi zon pinggir laut juga perlu dikaji agar perancangan yang lebih baik boleh dilaksanakan sebelum sesuatu langkah pengurusan di zon pinggir laut ditentukan.

PENGHARGAAN

Penulis memberi penghargaan kepada Fakulti Sastera dan Sains Sosial kerana telah memberikan kerjasama dalam penyediaan data tambahan bagi tesis PhD. Kajian ini di bawah tajaan, Geran Private PV023-2019, Perubahan Pinggir Laut di Malaysia: Semula jadi atau Campurtangan Manusia.

RUJUKAN

- Baztan, J., Chouinard, O., Jorgensen, B., Tett, P., Vanderlinden, J-P. & Vasseur, L. (2015). Coastal Zones. In Baztan, J., Chouinard, O., Jorgensen, B., Tett, P., Vanderlinden, J-P. & Vasseur, L (Eds), *Solutions for the 21st Century*. (pp. xxi-xxiii). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802748-6.02001-5>
- Carter, R. W. G. (1991). *Coastal Environments: An introduction to the physical, ecological, and cultural systems of coastlines*. Academic Press Limited, London.
- Davidson-Arnott, R. G. D. (2010). *Introduction to coastal processes and geomorphology*. Cambridge University Press, New York, United States of America.
- DELWP (2020). *Marine and Coastal Policy*. The State of Victoria Department of Environment, Land, Water and Planning 2020. Retrieved from https://www.marineandcoasts.vic.gov.au/_data/assets/pdf_file/0027/456534/Marine-and-Coastal-Policy_Full.pdf
- Haslett, S. (2008). *Coastal System*. Second Edition, Routledge Introduction to Environment Series, New York.
- Isfarita Ismail, Wan Salihin Wong Abdullah, Aidy @ Mohamed Shawal M. Muslim & Rozaimi Zakaria (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: <https://doi.org/10.26480/mjg.02.2018.33.38>
- Nicholls, R. J., Wong, P. P., Burkett, V., Codignotto, J., Hay, J., McLean, R. & Saito, Y. (2007). Coastal systems and low-lying areas. Parry, M. L., Canziani, O. F., Palutikof, J.P. Linden, V. D. & Hanson, C. E. (Eds.), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability: Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. (pp. 315-356). Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Nor Lita Fadilah Rameli & Mokhtar Jaafar (2018). Detecting Coastline Changes use GIS geospatial techniques in Island Carey- Morib Coast, Selangor, Malaysia. *International Journal of the Malay World and Civilisation* 6 (Special Issue 1), 2018: 17 – 22. Retrieved from <https://doi.org/10.17576/jatma-2018-06SI1-03>
- Nor Shahida Azali (2010). Analisis perubahan pinggir laut Kelantan (1955-2004): satu kajian tentang proses, kesan dan pengurusan. (Tesis Master). Universiti Malaya, Kuala Lumpur.
- Nor Shahida Azali (2018). Kesan Perubahan Pinggir Laut, Vulnerabiliti dan Adaptasi Komuniti Miskin di Kelantan, Malaysia (Tesis PhD). Universiti Malaya, Kuala Lumpur.
- PLANMalaysia (2021). Rancangan Fizikal Zon Persisiran Pantai Negara-2 (RFZPPN-2). Jabatan Perancangan Bandar Dan Desa, Kementerian Perumahan Dan Kerajaan Tempatan, Putrajaya, Malaysia. <https://www.planmalaysia.gov.my/index.php/rancangan-fizikal-zon-pesisiran-pantai-negara-2>
- Sahavacharin, A., Sompongchaiyakul, P. & Thaitakoo, D. (2022). The effects of land-based change on coastal ecosystems. *Landscape Ecol Eng*. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s11355-022-00505-x>
- Werner, F. E & Blanton, B. O. (2019). Coastal Circulation Models, *Encyclopedia of Ocean Sciences* (2nd Edn), edited by Steele, J. H. Academic Press, pp. 572–580. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.11412-5>

- Wong, P.P., Losada, I. J., Gattuso, J. -P., Hinkel, J., Khattabi, A., McInnes, K. L., Saito, Y. & Sallenger, A. (2014). Coastal systems and low-lying areas. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 361-409. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap5_FINAL.pdf
- Woodroffe, C. D. (2002). *Coasts: Form, process and evolution*. Cambridge University Press, United Kingdom.