

**MODELLING COASTAL VULNERABILITY INDEX
TO SEA LEVEL RISE FOR THE EAST COAST
OF PENINSULAR MALAYSIA**

ISFARITA BINTI ISMAIL

**DOCTOR OF PHILOSOPHY
UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU**

2015

**MODELING COASTAL VULNERABILITY INDEX
TO SEA LEVEL RISE FOR THE EAST COAST
OF PENINSULAR MALAYSIA**

ISFARITA BINTI ISMAIL

**Thesis Submitted in Fulfilment of the
Requirement for the Degree of Doctor of
Philosophy in the Institute of Oceanography
and Environment
Universiti Malaysia Terengganu**

January 2015

DEDICATION

**THIS THESIS IS DEDICATED TO MY HUSBAND, FATHER, MOTHER,
SISTERS AND FRIENDS AND TO MY SUPERVISOR AND COMMITTEE
MEMBERS IN THIS PROJECT WITH THANKS FOR ALL THEIR HELP,
SUPPORT AND UNDERSTANDING**

Abstract of the thesis presented to the Senate of Universiti Malaysia
Terengganu in fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of
Philosophy

**MODELLING COASTAL VULNERABILITY INDEX TO SEA LEVEL RISE
FOR THE EAST COAST OF PENINSULAR MALAYSIA**

ISFARITA BINTI ISMAIL

January 2015

Chairperson : Prof. Dr. Mohd Lokman Husain, Ph.D.

**Members : Prof. Dr Wan Salihin Wong Abdullah, Ph.D.
Associate Prof. Dr Aidy @ Mohamed Shawal M. Muslim,
Ph.D.
Associate Prof. Dr Nanthakumar Loganathan, Ph.D.**

Faculty : Institute of Oceanography and Environment

Sea level rise is a global phenomenon that all littoral states, including Malaysia, need to plan for. Thus far sea level rise scenarios have been using global data and scenarios that only depict inundation areas without taking into account socio economic and quality of life. Malaysia is vulnerable to sea level rise particularly areas located on the East Coast of Peninsular Malaysia facing the South China Sea where the waves are larger, especially during the monsoon season. It is also our study site covering over 675 km and fifteen districts located along the coast. Models of sea level rise were performed using three sea level rise scenarios: an increase of every 1, 2 and 3 m in areas that have been selected, including major town, industrial areas and estuaries. To obtain a model of sea level rise, ERDAS 2011 and ArcGIS software was used to model Interferometric Synthetic Aperture Radar (IFSAR) data and identify the low lying inundated area. This study reveals

that although sea level rise affect the coastline along the East Coast of Peninsular Malaysia, the rise is too slow to make any impact in the near future where by the year 2100 the rise is expected to range from 0.16 to 0.3m only. A rise of one meter in sea level, predicted to occur in the year 2319 and 2585, will only inundate 8% and 15% of Chendering and Kota Bharu respectively. To address the problem of rising sea levels on the East Coast of Peninsular Malaysia, this study focuses on developing vulnerability indices on physical, socioeconomic and correlation between both parameters. As inundation level is one dimensional in nature, a more integrated approach of using a Coastal Vulnerability Index (CVI) is suggested. A combination of index based on physical (PVI) and socioeconomic (SeVI) are applied in this study. The CVI revealed a more sensible result compared to results if the vulnerability is to rely on the physical or the socioeconomic variables only. Nevertheless, the CVI fails to take into account sensitive and dynamic areas of the coastline such as the Kelantan Delta and the wash over bar protecting wetland areas lumping them together into lower risk categories. Site specific sensitivity need to be taken into account when formulating the PVI so that the CVI will reflect the proper risk category of each section of the coastline. Overall, the East Coast Peninsular Malaysia is at little risk within the next 100 years but this relieve need to be used to simultaneously develop new policies to take into account not just sea level rise but the accompanying climate changes into account. For coastal vulnerability index (CVI), the highest index for both district by state and district along coastal area is Kuantan and the lowest index is Tumpat.

Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Malaysia Terengganu sebagai memenuhi keperluan untuk Ijazah Doktor Falsafah

**PERMODELAN INDEK KEMUSNAHAN PANTAI KEPADA KENAIKAN
PARAS AIR LAUT DI SEPANJANG PANTAI TIMUR SEMENANJUNG
MALAYSIA**

ISFARITA BINTI ISMAIL

Januari 2015

Pengerusi : Prof. Dr. Mohd Lokman Husain, Ph.D.

**Ahli : Prof. Dr Wan Salihin Wong Abdullah, Ph.D.
Prof. Madya Dr Aidy @ Mohamed Shawal M. Muslim, Ph.D.
Prof. Madya Dr Nanthakumar Loganathan, Ph.D.**

Fakulti : Institut Oseanografi dan Sekitaran

Kenaikan paras laut adalah satu fenomena global yang dihadapi oleh semua negara pesisir termasuk Malaysia yang perlu dirancang. Oleh itu, senario kenaikan paras laut yang menggunakan data global dan senario ini hanya menggambarkan kawasan yang tenggelam tanpa mengambil kira faktor sosio ekonomi dan kualiti kehidupan. Malaysia terdedah kepada kejadian kenaikan aras laut terutama kawasan yang terletak di Pantai Timur Semenanjung Malaysia yang menghadap Laut China Selatan dengan keadaan ombak yang lebih besar terutamanya pada musim tengkujuh. Ia juga adalah kawasan kajian tesis ini yang meliputi lebih 675 km dan lima belas daerah yang terletak di sepanjang pantai. Model kenaikan aras laut yang dilakukan menggunakan tiga senario kenaikan aras laut iaitu kenaikan setiap 1, 2 dan 3 m bagi kawasan yang telah dipilih, termasuk kawasan perindustrian dan muara sungai di sepanjang pantai. Untuk mendapatkan

model simulasi kenaikan aras laut, ERDAS 2011 dan perisian ArcGIS telah digunakan untuk memodelkan data “Interferometric Synthetic Aperture Radar” (IFSAR) dan mengenal pasti kawasan rendah yang tenggelam. Kajian ini mendedahkan bahawa walaupun kenaikan paras air laut akan memberi kesan kepada garis pantai di sepanjang Pantai Timur Semenanjung Malaysia, kenaikan adalah terlalu lambat untuk memberi apa-apa kesan pada masa akan datang di mana pada tahun 2100 kenaikan dijangka hanya dalam julat 0.16 m dan 3 m. Kenaikan 1m dari permukaan laut diramalkan berlaku pada tahun 2319 dan 2585, hanya membanjiri 8% dan 15% bagi kawasan Chendering dan Kota Bharu. Bagi menangani masalah kenaikan paras air laut di Pantai Timur Semenanjung Malaysia, kajian ini memberi tumpuan kepada pembangunan indeks kelemahan pada fizikal, sosio-ekonomi dan hubungan antara kedua-dua parameter. Oleh kerana paras banjir adalah satu dimensi alam semula jadi, pendekatan yang lebih bersepadu dengan menggunakan Indeks Kemusnahan Pantai (*CVI*) dicadangkan. Gabungan indeks berdasarkan fizikal (*PVI*) dan sosioekonomi (*SeVI*) digunakan dalam kajian ini. *CVI* menunjukkan keputusan yang lebih sesuai berbanding dengan keputusan jika kelemahan itu adalah bergantung kepada fizikal atau pembolehubah sosioekonomi sahaja. Namun demikian, *CVI* gagal untuk mengambil kira sensitiviti dan kawasan dinamik sepanjang garis pantai seperti Delta Kelantan dan beting pasir yang melindungi kawasan paya dan melibatkan bersama kawasan tersebut untuk berada dalam kategori risiko rendah. Kawasan kajian yang khusus perlu diambil kira apabila mendapatkan *PVI* supaya *CVI* akan menunjukkan kategori risiko yang betul dari setiap bahagian garis pantai. Secara keseluruhan, Pantai

Timur Semenanjung Malaysia hanya mempunyai risiko yang kecil dalam masa 100 tahun akan datang tetapi penangguhan perlu dilakukan, pada masa yang sama membangunkan dasar-dasar baru untuk mengambil kira bukan sahaja kenaikan paras laut tetapi perubahan iklim. Bagi indeks kelemahan pantai (CVI), indeks tertinggi bagi kedua-dua daerah mengikut negeri dan daerah di sepanjang kawasan pantai adalah Kuantan dan indeks yang paling rendah adalah Tumpat.