

PENGARUH FENOMENA EL-NINO DAN LA-NINA TERHADAP CORAK
PASANG SURUT DI MALAYSIA

MOHD HILMI BIN ABDULLAH

UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

PENGARUH FENOMENA EL-NINO DAN LA-NINA TERHADAP CORAK
PASANG SURUT DI MALAYSIA

MOHD HILMI BIN ABDULLAH

Tesis ini dikemukakan
sebagai memenuhi sebahagian syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Sains (Hidrografi)

Fakulti Geoinformasi dan Harta Tanah
Universiti Teknologi Malaysia

OKTOBER 2012

PENGHARGAAN

Alhamdulillah. Segala puji bagi Allah SWT kerana dengan izin-Nya saya berpeluang untuk melengkapkan penulisan tesis ini. Saya ingin merakamkan setinggi penghargaan khususnya kepada penyelia saya, Prof. Dr. Mohd Razali bin Mahmud kerana memberi galakan, bimbingan, toleransi sepanjang kajian dijalankan.

Saya juga mengucapkan ribuan terima kasih kepada semua yang terlibat dalam menyumbangkan data-data serta pengetahuan bagi menjayakan tesis ini. Tidak lupa juga kepada ibu, adik, tunang serta keluarga tunang saya yang banyak memberikan sokongan dan dorongan. Terima kasih juga kepada sesiapa sahaja terlibat secara langsung atau tidak langsung yang telah membantu saya dalam pelaksanaan kajian ini. Penghasilan tesis ini tidak akan sempurna tanpa bantuan dan dorongan anda semua.

ABSTRAK

Fenomena El-Nino dan La-Nina merupakan antara pengaruh meteorologi yang boleh menyebabkan perubahan pasang surut yang ketara. Pelbagai kajian berkaitan El-Nino dan La-Nina telah dilakukan dan mendapati bahawa fenomena ini bukan sahaja memberi kesan terhadap kawasan Pasifik Tropika tetapi juga di beberapa lautan dunia. Penyelidikan ini dijalankan untuk mengenal pasti kesan fenomena El-Nino dan La-Nina terhadap corak pasang surut di beberapa kawasan pantai Malaysia dengan memfokuskan kepada perbezaan antara ramalan yang diperolehi dengan nilai sebenar dan juga perubahan jujuk pasang surut. Selain itu, Penyelidikan ini turut menubuhkan Indeks Ayunan Selatan (SOI) bagi mengukur keamatan El-Nino dan La-Nina dan seterusnya dibandingkan dengan Aras Laut Min (MSL) bagi melihat hubungkait El-Nino dan La-Nina terhadap perubahan MSL. Data pasang surut, data meteorologi, pemprosesan data pasang surut, dan pengiraan Indeks Ayunan Selatan diimplementasikan dalam penyelidikan. Pemprosesan data pasang surut memberikan nilai MSL, jujuk-jujuk pasang surut dan juga ramalan pasang surut manakala data meteorologi digunakan untuk pengiraan dan penubuhan SOI. Hasil yang diperolehi mendapati bahawa fenomena El-Nino dan La-Nina ini memberi kesan terhadap corak pasang surut terutama sekali di Stesen Pasang Surut Kedah Pier, Pulau Pinang. Perbandingan antara selisih purata ramalan pasang surut dan data cerapan sebenar ketika berlakunya fenomena El-Nino adalah 0.120 meter manakala ketika La-Nina adalah 0.080 meter. Ketika berlakunya El-Nino dan La-Nina, jujuk solar tahunan dan jujuk solar setengah tahun menunjukkan perubahan yang ketara berbanding jujuk pasang surut yang lain. Selain itu, MSL berubah menjadi rendah apabila berlakunya kejadian El-Nino dan sebaliknya naik apabila berlakunya La-Nina. Oleh yang demikian, dapat disimpulkan bahawa kejadian El-Nino dan La-Nina turut mempengaruhi perubahan pasang surut dan juga ketepatan ramalan yang dibuat. Fenomena ini perlu dipantau dari semasa ke semasa kerana kejadian El-Nino dan La-Nina boleh menyebabkan banjir atau bencana-bencana alam yang lain.

ABSTRACT

El Nino and La-Nina are amongst the meteorological influences that can cause significant tidal changes. Several studies on El-Nino and La-Nina have been carryout and the results showed that the phenomenon is not only affect the Tropical Pacific but it also affect other parts of the world ocean. This research was conducted to determine the effects of El-Nino and La-Nina phenomenon towards the tidal patterns on several parts of Malaysian coastlines by focusing on the difference between the predictions obtained with the actual value of tidal data and changes in the tidal constituents. In addition, this research has also established the Southern Oscillation Index (SOI) to measure the intensity of El-Nino and La-Nina, and then compared with the Mean Sea Level (MSL) to identify the relationship between El-Nino and La-Nina against towards MSL changes. Tidal data, meteorological data, tidal data processing, and calculation of the Southern Oscillation Index were implemented in this research. Processing of tidal data resulted in the MSL value, tidal constituents and tidal prediction while meteorological data were used for the calculation and establishment of SOI. The result obtained revealed that the phenomenon of El-Nino and La-Nina affect the tidal patterns especially at Kedah Pier Tidal Station, Pulau Pinang. The comparison between the average differences of tidal prediction and actual value of observation during El-Nino phenomenon is 0.120 metres, while during La-Nina is 0.080 metres. During El-Nino and La-Nina occurrence, the constituent of the annual solar and the half-year solar component shows significant changes compared to other tidal constituents. Furthermore, the MSL value decreases upon the occurrence of El-Nino and increases when La-Nina arrives. Therefore, it can be concluded that the occurrence of El-Nino and La-Nina affect the tidal changes and also the accuracy of tidal prediction. This phenomenon needs to be monitored from time to time because the El-Nino and La-Nina could lead to floods or any other natural disaster.

ISI KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKASURAT
	JUDUL	i
	PENGAKUAN	ii
	PENGHARGAAN	iii
	ABSTRAK	iv
	ABSTRACT	v
	ISI KANDUNGAN	vi
	SENARAI JADUAL	x
	SENARAI RAJAH	xii
	SENARAI SIMBOL	xvi
	SENARAI SINGKATAN	xvii
	SENARAI LAMPIRAN	xviii
1	Pengenalan	1
	1.1 Latar Belakang Kajian	1
	1.2 Pernyataan Masalah	3
	1.3 Objektif Kajian	5
	1.4 Kepentingan Kajian	5
	1.5 Skop Kajian	6
	1.6 Metodologi Kajian	8

2	KAJIAN LITERATUR	12
2.1	Pendahuluan	12
2.2	Pengenalan terhadap Pasang Surut	13
2.2.1	Faktor Mempengaruhi Pasang Surut	15
2.2.1.1	Faktor Astronomi	15
2.2.1.2	Faktor Bukan Astronomi	18
2.2.2	Datum Pasang Surut	21
2.2.3	Kegunaan Datum Pasang Surut	24
2.2.3.1	Penentuan Datum Carta	24
2.2.4	Analisis Pasang Surut	26
2.2.4.1	Juzuk Pasang Surut	28
2.2.5	Ramalan Pasang Surut	28
2.3	Pengenalan kepada Fenomena El-Nino dan La-Nina	30
2.3.1	Kejadian El-Nino dan La-Nina	32
2.3.2	Indeks Ayunan Selatan	37
2.3.3	Kesan Kejadian El-Nino dan La-Nina	39
2.3.4	El-Nino dan Perubahan Aras Laut	41
2.4	Perbincangan	42
3	METODOLOGI KAJIAN	44
3.1	Pendahuluan	44
3.2	Carta Alir bagi Aktiviti Kajian	45
3.3	Perancangan Kajian	48
3.4	Pengumpulan Data Cerapan Pasang Surut dan Data Meteorologi	50
3.5	Pemprosesan Data	53
3.5.1	Pemprosesan Data Pasang Surut	53
3.5.1.1	Proses FILTER	56
3.5.1.2	Proses Rewrite	60
3.5.1.3	Proses Block/Blocks	63
3.5.1.4	Proses TAN /TANS	65

3.5.1.5	Proses YMEAN	69
3.5.1.6	Proses TIPPS	71
3.5.2	Penubuhan Indeks Ayunan Selatan (SOI)	74
3.6	Proses Analisis Data	77
3.6.1	Analisis Perbandingan Data Pasang Surut	78
3.6.2	Analisis Kesan El-Nino dan La-Nina terhadap Pasang Surut	79
3.6.3	Analisis terhadap Juzuk Pasang Surut	80
4	KEPUTUSAN DAN ANALISIS	81
4.1	Pendahuluan	81
4.2	Hasil dan Analisis Perbandingan Data Pasang Surut	81
4.2.1	Perbandingan Data Ramalan Pasang Surut Setahun (Normal) dengan Cerapan Setahun Normal	82
4.2.2	Perbandingan Data Ramalan Pasang Surut Satu Tahun (El-Nino) Cerapan Setahun	88
4.2.3	Perbandingan Data Ramalan Pasang Surut Satu Tahun (La-Nina)	94
4.2.4	Perbandingan Data Ramalan Pasang Surut Tiga Bulan (El-Nino)	98
4.2.5	Perbandingan data Ramalan Pasang Surut Tiga Bulan (La-Nina)	103
4.3	Analisis Kesan El-Nino dan La-Nina terhadap Pasang Surut	108
4.4	Analisis terhadap Juzuk-Juzuk Pasang Surut	115
4.5	Penubuhan Indeks Ayunan Selatan	119

5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	124
5.1	Pendahuluan	124
5.2	Kesimpulan	124
5.2	Cadangan	128
5.3	Penutup	128
	RUJUKAN	130
	LAMPIRAN A-B	135 - 163

SENARAI JADUAL

NO	TAJUK	MUKASURAT
2.1	Hasil analisis pasang surut (Hery, 2005)	18
3.1	Stesen-stesen pasang surut yang dipilih berserta kedudukan dan jangkamasa data pasang surut yang direkod	51
3.2	Lokasi stesen meteorologi yang dipilih.	52
3.3	Susunan data dan hasil pengiraan SOI	77
4.1	Sisihan piawai bagi data Stesen Pasang Surut Bintulu, Sarawak	84
4.2	Sisihan piawai bagi data Stesen Pasang Surut Tanjung Gelang, Kuantan	85
4.3	Sisihan Piawai bagi data Stesen Pasang Surut Kedah Pier, Pulau Pinang	87
4.4	Sisihan normal dalam bentuk purata, minimum, dan maksimum bagi semua stesen pasang surut yang dikaji	88
4.5	Sisihan piawai bagi data Stesen Pasang Surut Bintulu, Sarawak (El-Nino)	90
4.6	Sisihan piawai bagi data Stesen Pasang Tanjung Gelang, Kuantan (El-Nino)	91
4.7	Sisihan piawai bagi data Stesen Pasang Surut Kedah Pier, Pulau Pinang (El-Nino)	92
4.8	Sisihan El-Nino dalam bentuk Purata, minimum, dan maksimum bagi semua stesen pasang surut kajian	93
4.9	Sisihan piawai bagi data Stesen Pasang Surut Bintulu (La-Nina)	95

4.10	Sisihan piawai data Stesen Pasang Surut Tanjung Gelang, Kuantan (La-Nina)	96
4.11	Sisihan piawai bagi data Stesen Pasang Surut Kedah Pier, Pulau Pinang (La-Nina)	97
4.12	Sisihan La-Nina dalam bentuk purata, minimum, dan maksimum bagi Semua Stesen Pasang Surut yang dikaji	98
4.13	Selisih antara cerapan JUPEM dan ramalan pasang surut bagi Stesen Pasang Surut Bintulu, Sarawak (El-Nino)	100
4.14	Selisih antara cerapan JUPEM dan ramalan pasang surut bagi Stesen Pasang Surut Tanjung Gelang, Kuantan (El-Nino)	101
4.15	Selisih antara cerapan JUPEM dan ramalan pasang surut bagi Stesen Pasang Surut Kedah Pier, Pulau Pinang (El-Nino)	103
4.16	Selisih antara cerapan JUPEM dan ramalan pasang surut bagi Stesen Pasang Surut Bintulu, Sarawak (La-Nina)	105
4.17	Selisih antara cerapan JUPEM dan ramalan pasang surut bagi Stesen Pasang Surut Tanjung Gelang, Kuantan (La-Nina)	106
4.18	Selisih antara cerapan JUPEM dan ramalan pasang surut bagi Stesen Pasang Surut Kedah Pier, Pulau Pinang (La-Nina)	108
4.19	Juzuk pasang surut Sa dan Ssa bagi Stesen Pasang Surut Bintulu, Sarawak	117
4.20	Juzuk pasang surut Sa dan Ssa bagi Stesen Pasang Surut Tanjung Gelang, Pahang	117
4.21	Juzuk pasang surut Sa dan Ssa bagi Stesen Pasang Surut Kedah Pier, Pulau Pinang	118
4.22	Paras-paras Indeks bagi El-Nino dan La-Nina	119

SENARAI RAJAH

NO	TAJUK	MUKASURAT
1.1	Carta alir bagi metodologi kajian	8
2.1	(a) Pasang surut separuh harian, (b) Pasang surut bercampur (Separuh harian dominan), (c) Pasang surut bercampur (Harian dominan) dan (d) Pasang surut harian (Hery, 2005)	17
2.2	Aras-aras laut (Hery, 2005)	22
2.3	Graf gelombang pasang surut yang dihasilkan daripada parameter jujuk	29
2.4	Imej suhu permukaan laut di Lautan Pasifik yang di ambil dari Advance Microwave Scanning Radiometer (AMSR-E). (Bettwy, 2006)	32
2.5	(a) Semasa El-Nino kuat pada 20 September 1997, (b) Ketinggian anomali permukaan laut pada 15 September 2006 semasa El-Nino masih lemah (Bettwy, 2006)	33
2.6	Fenomena ketika El-Nino (Jabatan Meteorologi Malaysia, 2012)	34
2.7	Keadaan Normal (Jabatan Meteorologi Malaysia, 2012)	35
2.8	Fenomena La-Nina (Jabatan Meteorologi Malaysia, 2012)	35
2.9	Bacaan SOI (NOAA, 2012)	36
2.10	Kaitan episod lembap pada bulan Disember hingga Februari (NOAA)	40
2.11	Kaitan episod lembap pada bulan Jun hingga Ogos (NOAA)	41

3.1	Carta alir metodologi kajian	46
3.2	Stesen-stesen pasang surut yang dipilih	48
3.3	Antaramuka perisian <i>ASEAN Tidal Software V1</i>	49
3.4	Format data pasang surut yang diperolehi	50
3.5	Carta alir bagi fasa pemprosesan data pasang surut	54
3.6	Modul FILTER.EXE.	56
3.7	Paparan paramuka FILTER.EXE	56
3.8	Carta alir proses konfigurasi	57
3.9	Paparan ketika proses konfigurasi <i>filter</i> dilakukan	58
3.10	Paparan proses <i>filter</i> pada perisian <i>ASEAN Tidal Software V1</i>	59
3.11	Paparan paramuka BT9798.TXT dan paparan Paramuka BT9798.FIL	60
3.12	Paparan paramuka REWRITE.EXE	61
3.13	Data fail yang telah ditukarkan kepada format .LEV	62
3.14	Paparan paramuka <i>Blocks.exe</i>	63
3.15	<i>New Constituent Frequency File</i> BT9798.TIF	64
3.16	Paparan paramuka TANS.EXE	65
3.17	Analisis bagi kawasan Bintulu	66
3.18	Fail BT9798.PRT	67
3.19	Fail BT9798.PRE	68
3.20	Fail BT9798.RES	68
3.21	Fail BT9798.CON	69
3.22	Paparan paramuka YMEAN	70
3.23	Paparan paramuka modul TIPPS	71
3.24	Ramalan pasang surut dalam bentuk *PRE	72
3.25	Ramalan pasang surut dalam bentuk *DAT	73
4.1	Graf perbandingan data cerapan dengan ramalan normal (1993) bagi Stesen Pasang Surut Bintulu, Sarawak	83
4.2	Graf perbandingan data cerapan dengan ramalan normal (1993) bagi Stesen Pasang Surut Tanjung Gelang, Kuantan	85
4.3	Graf perbandingan data cerapan dengan ramalan normal (1992) bagi Stesen Pasang Surut Kedah Pier, Pulau Pinang	86

4.4	Graf perbandingan data El-Nino (1997) meramal tahun 1998 bagi Stesen Pasang Surut Bintulu, Sarawak	89
4.5	Graf perbandingan data El-Nino (1997) meramal tahun 1998 bagi Stesen Pasang Surut Tanjung Gelang, Kuantan	90
4.6	Graf perbandingan data El-Nino (1997) meramal tahun 1998 bagi Stesen Pasang Surut Kedah Pier, Pulau Pinang	92
4.7	Graf perbandingan data La-Nina (1998) meramal tahun 1999 bagi Stesen Pasang Surut Bintulu, Sarawak	94
4.8	Graf perbandingan data La-Nina (1998) meramal tahun 1999 bagi Stesen Pasang Surut Tanjung Gelang, Kuantan	95
4.9	Graf perbandingan data La-Nina (1998) meramal tahun 1999 bagi Stesen Pasang Surut Kedah Pier, Pulau Pinang	97
4.10	Graf Perbandingan selisih antara empat jangka masa yang diperolehi bagi kawasan Stesen Pasang Surut Bintulu, Sarawak	99
4.11	Graf perbandingan selisih antara empat jangka masa yang diperolehi bagi kawasan Stesen Pasang Surut Tanjung Gelang, Kuantan	101
4.12	Graf perbandingan selisih antara empat jangka masa yang diperolehi bagi Stesen Pasang Surut Kedah Pier, Pulau Pinang	102
4.13	Graf perbezaan data cerapan yang JUPEM dan ramalan bagi tempoh tiga bulan bagi Stesen Pasang Surut Bintulu, Sarawak	104
4.14	Graf perbezaan data cerapan JUPEM dan ramalan dibuat berdasarkan tempoh tiga bulan bagi Stesen Pasang Surut Tanjung Gelang, Kuantan	105
4.15	Graf perbezaan data cerapan yang JUPEM dan ramalan dibuat berdasarkan tempoh yang telah ditetapkan bagi Stesen Pasang Surut Kedah Pier, Pulau Pinang	107
4.16	Graf perbandingan diantara data cerapan tahun 1996 (JUPEM) dengan data ramalan bersih (1993)	109
4.17	Graf perbandingan diantara data cerapan tahun 1997 (JUPEM) dengan data ramalan bersih (1993)	110

4.18	Graf perbandingan diantara data cerapan tahun 1998 (JUPEM) dengan data ramalan bersih (1993)	111
4.19	Graf perbandingan diantara data cerapan tahun 1999 (JUPEM) dengan data ramalan bersih (1993)	112
4.20	Graf perbandingan diantara data cerapan tahun 2000 (JUPEM) dengan data ramalan bersih (1993)	113
4.21	Graf perbandingan diantara data cerapan Tahun 2001 (JUPEM) dengan data ramalan bersih (1993)	114
4.22	Jadual Juzuk Pasang Surut	116
4.23	Indeks Ayunan Selatan bagi Stesen Meteorologi Bintulu dibandingkan dengan perubahan Aras Laut Min bagi Stesen Pasang Surut Pelabuhan Bintulu, Sarawak	120
4.24	Indeks Ayunan Selatan bagi Stesen Meteorologi Kuantan dibandingkan dengan perubahan Aras Laut Min bagi Stesen Pasang Surut Tanjung Gelang, Kuantan	121
4.25	Penubuhan Indeks Ayunan Selatan bagi Stesen Meteorologi Bayan Lepas dibandingkan dengan perubahan Aras Laut Min bagi Stesen Pasang Surut Kedah Pier, Pulau Pinang	122

SENARAI SIMBOL

F	Nisbah amplitud juzuk pasang surut
H	Amplitud juzuk
$X(t)$	Cerapan aras laut
$Z_0(t)$	Aras laut min
$T(t)$	Komponen pasang surut
$S(t)$	Komponen meteorologi
$h(t)$	Tinggi air cerapan
Z_0	Aras laut min sementara
$f_r H_r$	Amplitud juzuk
Vg_r	Fasa kiraan keseimbangan dari Greenwich
μ_r	Faktor pembetulan fasa
ω_r	Halaju juzuk pasang surut
t_r	Masa
g_r	Susulan fasa
S_a	Juzuk bagi solar tahunan
S_{sa}	Juzuk bagi solar setengah tahun

SENARAI SINGKATAN

JUPEM	Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia
JICA	<i>Japan International Cooperation Agency</i>
<i>MSL</i>	<i>Mean Sea Level (Purata Aras Laut)</i>
<i>SOI</i>	<i>Southern Oscillation Index (Indeks Ayunan Selatan)</i>
IHO	International Hydrographic Organization
IMO	International Maritime Organization
<i>MSLP</i>	<i>Mean Sea Level Pressure</i>
HAT	<i>Highest Astronomical Tide</i>
MHWS	<i>Mean High Water Springs</i>
MHHW	<i>Mean Higher High Water</i>
MLHW	<i>Mean Lower High Water</i>
MTL	<i>Mean Tide Level</i>
MSL	<i>Mean Sea Level</i>
MHWN	<i>Mean High Water Neaps</i>
MLWN	<i>Mean Low Water Neaps</i>
MHLW	<i>Mean Higher Low Water</i>
MLWS	<i>Mean Low Water Springs</i>
MLLW	<i>Mean Lower Low Water</i>
CD	<i>Chart Datum</i>

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	TAJUK	MUKASURAT
A	Hasil dan Analisis Perbandingan Data Pasang Surut	135
B	Hasil Analisis Penubuhan Indeks Ayunan Selatan	160

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Latar Belakang Kajian

Fenomena El-Nino dan La-Nina serta kenaikan paras laut telah memberi impak yang besar terhadap ekosistem bumi dan menyebabkan berlakunya bencana alam seperti banjir dan juga berlakunya kemarau yang panjang. Semenanjung Malaysia, Sabah dan Sarawak dikelilingi Laut China Selatan, Laut Sulawesi, Selat Melaka, Selat Johor dan Selat Karimata. Walaupun Malaysia dikelilingi oleh lautan yang mempunyai kedalaman laut yang cetek berbanding laut terbuka seperti Lautan Pasifik atau Lautan Hindi, namun perubahan suhu permukaan Laut China Selatan juga memainkan peranan dan berkait rapat dengan fenomena El-Nino dan La-Nina (Klein *et al.*, 1999). Keadaan fenomena El-Nino berlaku apabila suhu dan tekanan meningkat secara mendadak dan menyebabkan kawasan menjadi lebih kering dan aras laut berubah menjadi lebih rendah jika dibandingkan pada keadaan normal. Sebaliknya fenomena La-Nina menyebabkan kawasan menjadi lembap akibat taburan hujan yang luar biasa daripada keadaan normal.

Fenomena El-Nino dan La-Nina saling berkait rapat dengan pengaruh meteorologi dan menyebabkan perubahan luar biasa terhadap permukaan laut. Pengaruh meteorologi yang dimaksudkan adalah seperti suhu, taburan hujan, dan tekanan permukaan laut. Manakala perubahan permukaan laut berkait rapat dengan pasang surut.

Pasang surut didefinisikan sebagai pergerakan naik dan turun permukaan air laut yang disebabkan oleh gabungan daripada pergerakan bumi serta kesan graviti bulan dan matahari. Interaksi laut dengan atmosfera juga memainkan peranan terhadap corak pasang surut di mana ia meliputi perubahan tekanan, angin, dan suhu. Perubahan atmosfera akan mempengaruhi keatas aktiviti pasang surut misalnya angin yang menyebabkan terjadinya gelombang laut dan arus permukaan laut. Manakala tekanan atmosfera dan curahan hujan turut memberi kesan terhadap turun naik aras laut.

Pengetahuan tentang pembolehubah parameter meteorologi dan oseanografi pada perairan Malaysia sangat diperlukan untuk memahami karakteristik dan dinamik pasang surut air terutamanya ketika kejadian El-Nino, La-Nina dan pemanasan global. Pada tahun 1997 dan 1998 merupakan berlakunya fenomena El-Nino yang terkuat manakala fenomena La-Nina adalah pada tahun 1998 dan 1999. Fenomena El-Nino dan La-Nina telah memberikan impak dan kesan buruk terhadap ekologi persekitaran bumi termasuklah aktiviti pasang surut.

Kerajaan Malaysia telah menubuhkan rangkaian stesen pasang surut sejak tahun 1983 merangkumi semanjung Malaysia Barat dan Malaysia Timur. Stesen-stesen pasang surut ini dibawah pengelolaan Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM). JUPEM telah menubuhkan sebanyak 21 stesen pasang surut dengan kerjasama dan bantuan teknikal Jabatan Hidrografi, Agensi Keselamatan Hidrografi, Japan dan mendapat sumbangan dari *Japan International Cooperation Agency* (JICA). Objektif utama penubuhan rangkaian pasang surut di Malaysia ini adalah bertujuan untuk mencerap pasang surut secara berterusan. Sekurang-kurangnya cerapan selama 19 tahun diperlukan untuk memenuhi teori astronomi dan kesan meteorologi bagi setiap stesen yang ditubuhkan. Penubuhan rangkaian cerapan pasang surut ini membolehkan nilai purata aras laut (*Mean Sea Level* (MSL)) bagi setiap stesen ditentukan. Selain itu, ianya memberi sumbangan penting dalam membuat analisa pasang surut bagi tujuan untuk mendapat pemalar harmonik untuk membuat ramalan keatas pasang surut di masa hadapan. Rangkaian pasang surut yang ditubuhkan juga amat penting dalam menentukan karakteristik atau tingkah laku pasang surut disepanjang pesisir pantai Malaysia ketika berlaku pelbagai kejadian

semulajadi diantaranya perubahan iklim secara mendadak seperti fenomena El-Nino dan La-Nina, Monsun Timur Laut, Monsun Barat Laut, dan Tsunami.

Kajian mendalam terhadap fenomena El-Nino dan La-Nina perlulah dititikberatkan terutama sekali dalam kejadian pasang surut. Ini adalah kerana, fenomena El-Nino dan La-Nina ini merupakan salah satu faktor yang menyebabkan perubahan paras air laut secara mendadak. Oleh itu, kajian ini dilakukan untuk melihat kesan El-Nino dan La-Nina terhadap corak pasang surut.

1.2 Pernyataan Masalah

Asasnya kajian ini dilakukan bagi mengkaji variasi aras laut dan tingkah laku pasang surut di Malaysia semasa fenomena El-Nino dan La-Nina berlaku pada tahun 1997/98 dan 1998/99. Terdapat banyak kajian yang dilakukan ke atas fenomena El-Nino dan La-Nina di kawasan Malaysia. Contohnya, Noor *et al.*(2008) telah mengkaji perlakuan aras laut semasa berlakunya fenomena El-Nino dan La-Nina. Dalam kajian tersebut, beliau mengambil kira suhu udara, tekanan udara dan juga taburan hujan. Namun yang demikian, kajian yang dilakukan tertumpu kepada perubahan aras laut dan hubungkait data-data meteorologi. Selain itu, kajian yang dilakukan tidak mengambil kira tempoh yang sesuai bagi menentukan kehadiran fenomena El-Nino dan La-Nina. Untuk menentukan kehadiran El-Nino dan La-Nina, satu mekanisme perlu ditubuhkan dan mekanisme yang dimaksudkan adalah Indeks Ayunan Selatan (*Southern Oscillation Index* (SOI)).

Perubahan pasang surut juga turut dipengaruhi oleh suhu permukaan laut di mana suhu permukaan laut ini merupakan salah satu faktor berlakunya fenomena El-Nino dan La-Nina. Pengukuran pasang surut melibatkan pelbagai tujuan antaranya analisa pasang surut dan ramalan pasang surut. Penghasilan ramalan pasang surut kebiasaannya tidak mengambil kira faktor meteorologi dalam membuat ramalan pasang surut. Ini menyebabkan data ramalan pasang surut mempunyai sisihan yang

tidak dikenalpasti. Perkaitan antara perubahan meteorologi seperti fenomena El-Nino dan La-Nina memberi kesan terhadap perubahan pasang surut di mana ianya turut memberi kesan terhadap purata aras laut. Derek *et al.* (2010) telah mengkaji hubungkait antara purata aras laut, *SOI* dan suhu permukaan laut (*Sea Surface Temperature* (SST)) terhadap kejadian El-Nino dan La-Nina. *SOI* digunakan dalam kajian tersebut bagi menunjukkan kehadiran El-Nino dan La-Nina dan ianya dibandingkan dengan MSL dan juga SST. Hasil kajian tersebut mendapati bahawa nilai MSL mengalami penurunan ketika berlakunya El-Nino dan sebaliknya ketika La-Nina. Manakala nilai SST meningkat ketika berlakunya El-Nino dan menurun apabila berlakunya La-Nina. Walaubagaimanapun, kajian tersebut turut mendapati bahawa hubungkait antara MSL dan *SOI* adalah sentiasa berubah-ubah dalam magnitud dan julat skala masa ketika berlakunya El-Nino dan La-Nina. Kajian lanjut terhadap hubungkait antara MSL, *SOI*, dan SST menggunakan perolehan data jangka masa panjang bagi aras laut dan juga suhu perlu dilakukan.

Oleh yang demikian, kajian ini dilakukan bagi mengenalpasti kesan fenomena El-Nino dan La-Nina terhadap corak pasang surut dengan mengambil kira hubungkait antara pasang surut dan faktor meteorologi. Hubungan faktor meteorologi dan pasang surut ini diambil kira melalui juzuk-juzuk pasang surut yang terhasil daripada ramalan pasang surut. Penggunaan data pasang surut dalam jangka masa yang panjang diperlukan untuk menghasilkan ramalan pasang surut. Disamping itu, kajian ini juga menggunakan mekanisme *SOI* di mana ianya menggunakan data tekanan purata aras laut untuk mengukur keamatan bagi kejadian El-Nino dan La-Nina.

1.3 Objektif Kajian

Objektif kajian ini dinyatakan seperti berikut :-

- i. Mengenalpasti kesan fenomena El-Nino dan La-Nina terhadap corak pasang surut dengan melakukan :
 - a) perbandingan antara data ramalan pasang surut yang dihasilkan dengan data cerapan sebenar yang diperolehi daripada JUPEM.
 - b) verifikasi terhadap hasil yang diperolehi di i(a) merujuk kepada sisihan piawai yang diperolehi.
- ii. Mengkaji kesan fenomena El-Nino dan La-Nina terhadap juzuk-juzuk pasang surut dan ramalan pasang surut dari segi perubahan nilai amplitud dan fasa juzuk-juzuk utama seperti M_2 , S_2 , K_1 , O_1 , S_{sa} , dan S_a .
- iii. Menubuhkan SOI dengan menggunakan data meteorologi iaitu tekanan purata aras laut dan menentukan hubungkait SOI terhadap purata aras laut (MSL).

1.4 Kepentingan Kajian

Kepentingan kajian ini adalah seperti berikut:

- i. Penemuan baru ini dalam pengaruh El-Nino dan La-Nina ke atas pasang surut, akan memberikan maklumat yang lebih tepat dan meyakinkan dalam membuat ramalan pasang surut untuk jangkamasa pendek mahupun panjang.

- ii. Memahami sifat fenomena El-Nino dan La-Nina terhadap variasi pasang surut dan kesan terhadap ramalan yang dibuat dengan menggunakan data set cerapan kesan kedua-dua fenomena ini.
- iii. Penubuhan SOI bagi setiap stesen meteorologi yang dipilih boleh dijadikan sebagai rujukan untuk penentuan ramalan kehadiran fenomena El-Nino dan La-Nina.

1.5 Skop Kajian

Penyelidikan ini merangkumi dari segi teori dan konsep, pemprosesan dan analisis data cerapan seperti data pasang surut dan data meteorologi seperti data tekanan atmosfera bagi memenuhi objektif yang ditetapkan. Skop bagi kajian ini dibahagikan kepada tiga bahagian iaitu peringkat kajian terhadap teori, peringkat pengumpulan, pemilihan, pemprosesan data, dan peringkat terakhir adalah menghasilkan analisis daripada data pasang surut.

Pada peringkat pertama, kajian terhadap teori adalah dengan memahami tentang teori pasang surut dan penentuan datum pasang surut. Selain itu pemahaman teori tentang El-Nino dan La-Nina juga diambil kira bagi mengetahui bagaimana fenomena ini berlaku. Dalam pada itu, pemahaman tentang SOI juga diambil kira bagi mengetahui bagaimana pengiraan SOI itu dilakukan dan boleh diaplikasikan dalam kajian di Malaysia. Teori dan konsep yang difahami di implimentasikan dalam kajian ini.

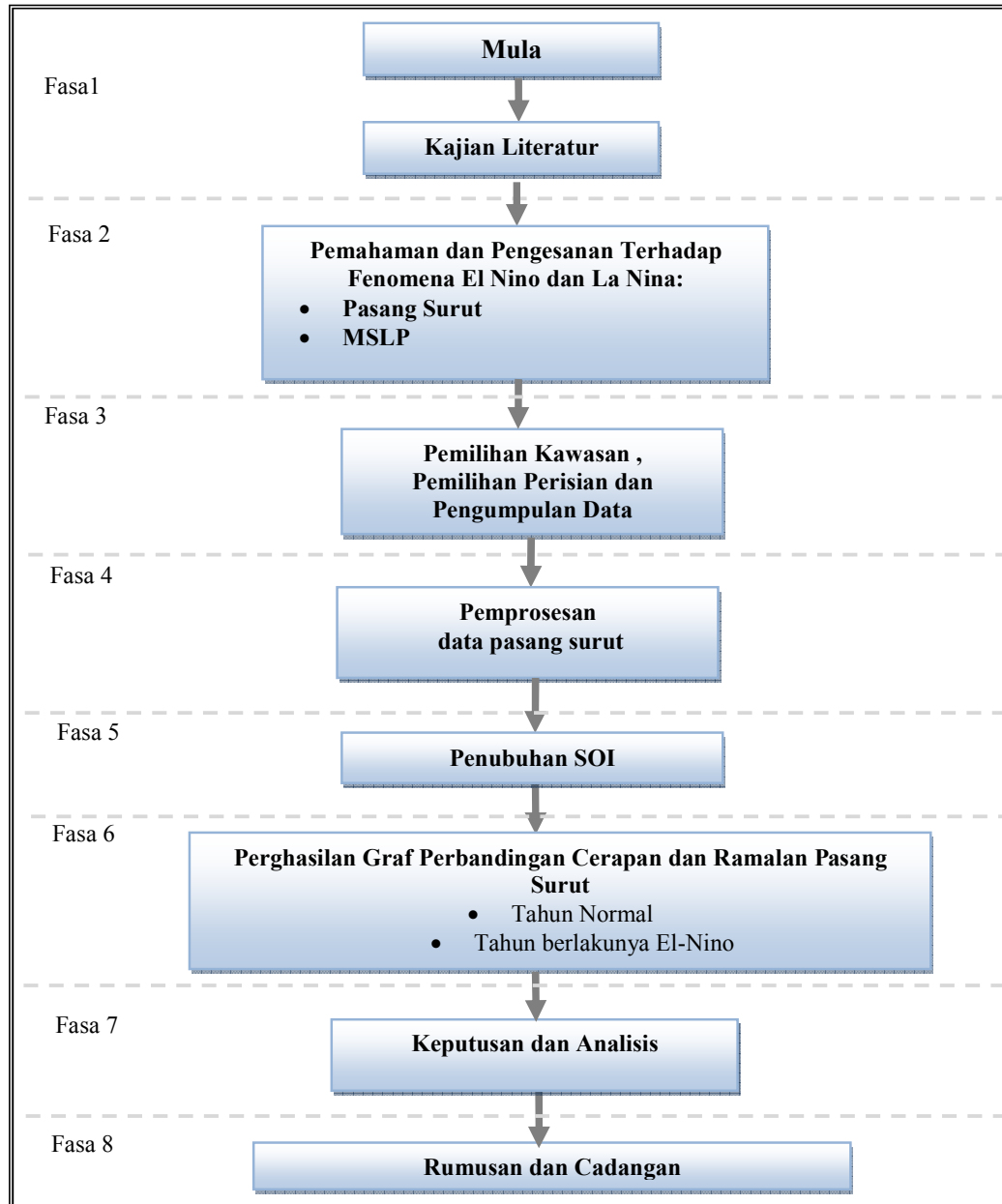
Peringkat kedua pula merangkumi pemilihan data dan pemprosesan data. Terdapat pelbagai jenis data yang digunakan bagi penentuan El-Nino dan La-Nina yang telah digunakan oleh kajian terdahulu. Sebagai contoh, penentuan El-Nino dan La-Nina ini ditentukan dengan menggunakan data suhu, dan taburan hujan. Kajian ini telah memilih data pasang surut bagi beberapa stesen-stesen pasang surut di

pesisir pantai Malaysia sebagai data utama bagi melihat kesan fenomena El-Nino dan La-Nina terhadap corak pasang surut. Stesen-stesen pasang surut yang dipilih akan dibincangkan dalam Bab 3. Data pasang surut yang dipilih akan diproses dengan menggunakan perisian *Asean Tidal Software V1*. Pemprosesan data pasang surut dilakukan untuk mendapatkan nilai purata aras laut dan juga menghasilkan ramalan pasang surut. Hasil daripada data pasang surut ini akan digunakan untuk peringkat menganalisis data pasang surut. Selain itu, data meteorologi juga digunakan dalam kajian ini untuk mengukur keamatan kejadian El-Nino dan La-Nina melalui penubuhan SOI. Data meteorologi yang digunakan adalah data purata tekanan aras laut (*Mean Sea Level Pressure (MSLP)*).

Peringkat terakhir adalah peringkat menghasilkan analisis pasang surut dengan menghasilkan graf perbandingan antara cerapan dan juga ramalan. Hasil perbandingan ini bertujuan untuk melihat corak pasang surut ketika berlakunya kejadian El-Nino dan La-Nina. Di samping itu, graf SOI digunakan untuk melakukan perbandingan MSL bagi melihat hubungkait antara MSL dan kejadian El-Nino dan La-Nina.

1.6 Metodologi Kajian

Secara keseluruhan kajian ini boleh digambarkan melalui carta alir dibawah (Rajah 1.1).



Rajah 1.1 Carta alir bagi metodologi kajian

i. **Fasa 1** : Kajian literatur.

Di jalankan bagi memahami kajian terdahulu yang berkaitan dengan fenomena El-Nino dan La-Nina dan dijadikan sebagai sumber rujukan dalam kajian ini. Di samping itu, kajian literatur ini membantu dalam memberikan idea untuk menambah baik lagi kajian yang terdahulu dan mendapatkan objektif bagi kajian ini.

ii. **Fasa 2** : Pemahaman fenomena pasang surut dan fenomena El-Nino dan La Nina.

Fasa ini merupakan fasa yang amat penting di mana pada peringkat fasa ini, pemahaman terhadap teori dan konsep fenomena pasang surut dan El-Nino dan La-Nina dilakukan dengan lebih lanjut. Teori dan konsep ini juga melibatkan pemahaman tentang hubungkait antara pasang surut dan juga pengaruh meteorologi seperti MSLP terhadap fenomena El-Nino dan La-Nina. Teori dan konsep ini akan dibincangkan dengan lebih lanjut di dalam bab 2. Hasil pemahaman teori dan konsep digunakan untuk merangka metodologi bagi kajian ini. Rangka kerja bagi metodologi dibincangkan di dalam bab 3.

iii. **Fasa 3** : Pemilihan kawasan, pemilihan perisian dan juga pengumpulan data cerapan pasang surut dan data meteorologi.

Pada peringkat fasa ini, aktiviti memilih kawasan kajian, pemilihan perisian, dan pengumpulan data dilakukan. Kawasan kajian yang dipilih adalah sekitar perairan Malaysia di mana kawasan tersebut mempunyai stesen pasang surut dan juga stesen meteorologi. Pengumpulan data cerapan pasang surut dan data meteorologi dilakukan dengan mengambil data mentah yang sedia ada dari jabatan-jabatan berkaitan. Bagi pemilihan perisian pula, perisian *Asean Tidal Software V1* dipilih untuk memproses data pasang surut manakala perisian Microsoft Excel 2007 digunakan untuk menghasilkan graf bagi tujuan analisis. Fasa ini akan diterangkan dengan lebih lanjut di Bab 3.

- iv. **Fasa 4** : Pemrosesan data pasang surut.
Setelah data pasang surut dikumpul dan disemak, pemrosesan dilakukan bagi setiap stesen pasang surut. Pemrosesan pasang surut ini dilakukan untuk menghasilkan ramalan pasang surut, mendapatkan nilai MSL, dan juga mendapatkan juzuk-juzuk pasang surut. Kesemua data pasang surut ini digunakan untuk tujuan penghasilan graf dan analisis. Cara kerja pemrosesan data pasang surut ini turut dibincangkan di dalam bab 3.

- v. **Fasa 5** : Penubuhan Indeks Ayunan Selatan (SOI).
Penubuhan Indeks Ayunan Selatan ini dilakukan dengan melakukan pengiraan menggunakan rumus SOI. Data meteorologi diperlukan dalam pengiraan tersebut di mana data meteorologi yang digunakan adalah data *MSLP*. Penubuhan SOI ini dilakukan bagi setiap stesen pasang surut, dan nilai SOI yang diperolehi digunakan untuk penghasilan graf SOI.

- vi. **Fasa 6** : Pernghasilan graf perbandingan antara cerapan dan ramalan pasang surut.
Fasa yang ke enam adalah fasa menghasilkan graf perbandingan antara data cerapan dan juga ramalan pasang surut. Tiga jenis perbandingan dilakukan iaitu perbandingan pada tahun normal, tahun berlakunya El-Nino, dan tahun berlakunya La-Nina.

- vii. **Fasa 7** : Keputusan dan Analisis.
Fasa ini melibatkan keputusan dan analisis bagi kajian yang dilakukan dan ianya dibincangkan dengan lebih lanjut dalam bab 4. Graf yang dihasilkan pada fasa enam ditunjukkan dalam fasa ini dan analisis dilakukan dengan melihat selisih yang diperolehi daripada graf tersebut. Selain itu, fasa ini turut membincangkan analisis berkaitan juzuk pasang surut ketika berlakunya kejadian El-Nino dan La-Nina. Hasil penubuhan SOI berserta hubungkait dengan pasang surut turut dibincangkan dalam fasa ini.

Fasa 8 : Kesimpulan dan Cadangan.

Pada akhir kajian ini, hasil dan analisis kajian disimpulkan sama ada mencapai objektif kajian ataupun tidak. Selain itu, cadangan bagi memperbaiki lagi kajian berkaitan fenomena El-Nino dan La-Nina untuk kajian akan datang turut dibincangkan.

RUJUKAN

Anie Raflikha Abd Malek (2010). *Evaluation on the Effects of Sea Level during El Nino and La Nina Events in Malaysian Water*. M.Sc. Thesis. Universiti Teknologi Malaysia, Johor.

Barlow, R., O'Brien, T. and Atkinson, P. (2002). *Experience using a Dynamic Under Keel Clearance System at Port Taranaki, New Zealand*. 3rd Congress of The International Harbour Masters' Association. May 2002. Cape Town, South Africa.

Bettwy, M. (2006). *Data Captures El Niño's Return in the Pacific*. Goddard Space Flight Center, National Aeronautics and Space Administration.

Camerlengo, A. L. (1999). Sea level Variations Due to Both El Niño and La Niña and its Relation with Certain Meteorological Parameters in Malaysia. *Asia Pacific Journal on Environmental and Development*. 6(2): 49-66.

Chelton, D.B., and Davis, R.E. (1982). Monthly Mean Sea Level Variability Along the West Coast of North America. *Journal of Physical Oceanography*, 12, 757-784.

Crawford, W.R. (1982). *Analysis of Forthnightly and Monthly Tides*. International Hydrographic Review LIX (1): 131-142.

Crawford, W. R., Cherniawkey, J., Foreman, M. and Chandler, P. (1999) *El Nino Sea-Level Signal Along the West Coast of Canada*. Scientific Report No. 10, North Pacific Marine Science Organization (PICES), Sidney, British Columbia, Canada.

Douglas, B.C. (2001). Sea Level Change in the Era of the Recording Tide Gauge. In *Sea Level Rise : History and Consequences, International Geophysics Series*, volume 75, (pp. 37 – 64), Elsevier, New York.

Dickey, J. O., Marcus, S. L. and Hide, R. (1992). *Global Propagation of Interannual Fluctuations in Atmospheric Angular Momentum*, *Nature*, 357, 484-488, 1992.

Fox, J.J. (2000), *The Impact of the 1997–98 El Niño on Indonesia*. The White Horse Press, Cambridge.

Hery, P. (2005), *Analisis Pasang Surut dengan Kaedah Harmonik dengan Menggunakan Pelarasan Kuasa Dua Terkecil*. M.Sc. Thesis. Universiti Teknologi Malaysia, Johor.

Horel, J.D. and Wallace, J.M. (1981). *Planetary scale atmospheric phenomena associated with the Southern Oscillation*. *Weather Rev.*, 109, 813-829.

IHO-S32. (1994). *Hydrographic Dictionary*, Special Publication No.32, Ed ke 5. Monaco : International Hydrographic Bureau.

IHO-S44. (1998). *Standard for Hydrographic Survey*. Special Publication No.44, 4th Edition. Monaco : International Hydrographic Bureau.

IMO (2000). *Guidance on Chart Datums and The Accuracy of Positions on Charts*. Albert Embankment, London : International Maritime Organization.

IOC. (1985). *Manual on Sea Level Measurement and Interpretation*. Volume 1- Basic Procedure. Paris : Intergovernmental Oceanographic Commission.

Kiladis, G. N., and Loon, H (1988) : The Southern Oscillation. Part VII: *Meteorological Anomalies Over the Indian and Pacific Sectors Associated with the Extremes of the Oscillation*. *Monthly Weather Review*, 116, 120–136.

Klein, S.A., Soden, B.J., Lau, N.C. (1999). Remote Sea Surface Temperature Variations During ENSO: Evidence for a Tropical Atmospheric Bridge. *Journal of Climate*. 12: 917-932.

Komar, P.D. (1998). The 1997-1998 El Nino and Erosion on the Coast of Oregon. *Shore and Beach*. 66: 33-41.

Latif, M., Anderson, D., Barnett, T., Cane, M., Kleeman, R., Leet-maa, A., O'Brien, J., Rosati, A., and Schneider, E, (1998). A Review of the Predictability and Prediction of ENSO, *Journal of Geophysical Research*, 103, 14 375–14 393.

Lau, N.C., and M.J. Nath, The Role of the "Atmospheric Bridge" in Linking Tropical Pacific ENSO Events to Extra- Tropical SST Anomalies. *Journal of Climate*, 9, 2036-2057, 1996.

Malaysia Initial National Communication (MiNC) Report (2000). Report submitted to the United Nations Framework Convention on Climate Change.

Muller, A. P., Fiedler, W. and Berthold, P. (2010). *Effects of Climate Change on Birds*. Oxford University Press, Oxford and New York.

Namias, J., and Cayan, D.R. (1984). *El Nino: Implications for Forecasting*. *Oceanus*, 27, 41-47.

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (2012). La Nina Impact on the Global Climate. *El Nino theme page*. Daripada <http://www.pmel.noaa.gov>

Noor, B.H, Supiah, S, Carmalengo, A.L, Anie, R.A.M. (2008). *Penilaian terhadap Aras Laut Malaysia semasa kejadian El Nino dan La Nina berlaku*. Universiti Teknologi Malaysia.

O'Hargan, P. (2000). Tidal theory. *Land Boundary Information System*. Daripada <http://data.labins.org>

Pugh, D.T. (2004). *Changing Sea Levels, Effects of Tides, Weather and Climate*. United Kingdom: Cambridge University Press.

Redmond, K.T. and Koch, R.W. (1991). *Surface Climate and Streamflow variability in the Western United States and their Relationship to large scale Circulation Indices*, *Water Resour. Res.*, 27, 2381-2399.

- Ropelewski, C.F. and Halpert, M.S. (1996). 'Quantifying Southern Oscillation Precipitation Relationships', *Journal of Climate*, 9, 1043-1059.
- Schureman, P. (1985). *Manual of Harmonic Analysis and Prediction of Tides, Coast and Geodetic Survey*, Special Publication No. 98, U.S. Department of Commerce.
- Tan, T. H. (2008). *Pengaruh Hujan Monsun ke atas Ramalan Pasang Surut di Utara Semenanjung Malaysia*. M.Sc. Thesis. Universiti Teknologi Malaysia, Johor.
- Trenberth, K.E. 1997. *The definition of El Nino*., American Meteorological Society, 78, 2771-2777.
- Toyoshima, S. 1995. Laporan Akhir Pasang Surut “*Tidal Phenomena and Mean Sea Level Variations Around Peninsular Malaysia*” dari 28 Januari 1992 hingga 25 Januari 1995. Jabatan Ukur dan Pemetaan, Kuala Lumpur. 31 Januari.
- Walker, G. T., and E. W. Bliss, (1932), *World Weather V*. Memoirs of the Royal Meteorological Society, 4, No. 36, 53-84.
- Vanicek, P. (1991). *Vertical Datum and NAVD88*. Survey Land Information System. 51 (2), pp. 83-86
- Yarnal, B. and Diaz, H.H. 1986. 'Relationship between Extremes of the Southern Oscillation and the Winter Climate of the Anglo-American Pacific Coast', *Journal of Climate*, 6, 197-219.
- Zaaim, H., Othman A. K., and Khairul Nizam A. M. (2006). Kajian Datum Carta dan Impaknya terhadap Titik Pangkal Negara. *Seminar Penyelidikan Siswazah Fakulti Kejuruteraan (SPS2006)*. 29-30 Ogos. Universiti Kebangsaan Malaysia, Selangor.