

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

**UPWELLING DYNAMICS AND WATER ADVECTION ALONG THE
PENINSULAR MALAYSIA'S EAST COAST AND ITS RELATION TO
CLIMATE VARIABILITY IN THE TROPICAL PACIFIC**

KOK POH HENG

FEBRUARY 2021

Main Supervisor : Professor Mohd Fadzil Mohd Akhir, Ph.D

Faculty/Institute : Institute of Oceanography and Environment

The southern South China Sea (SCS) and Java Sea are connecting water bodies but the knowledge of the interaction between these water bodies are vague, particularly in the boreal summer when the waters from the Java Sea merged with the upwelling water along the Peninsular Malaysia's east coast (PMEC). The upwelling along the PMEC is a newly discovered feature after the 21st century. Therefore, its understanding particularly the upwelling-driven processes and its interannual variability are equivocal. Considering that the SCS and Java Sea play an important role in regulating the regional climate system and the upwelling is important in primary productivity, thus it is important to understand the interconnection between the southern SCS and Java Sea as well as the upwelling along the PMEC. This study employed the Regional Ocean Modelling System (ROMS) to simulate the circulations between the southern SCS and Java Sea as well as the upwelling along the PMEC. In addition, cruise surveys and satellite data were used to provide datasets of upwelling features. The patterns of circulation and seasonal water transport between the southern SCS and Java Sea were governed by the seasonal reversal of circulation. In the boreal winter, the cooler and saltier waters of the southern SCS were advected to the Java Sea. In the boreal summer, the cooler and fresher waters from the Java Sea were advected to the southern SCS and merged with the upwelling water along the PMEC. The upwelling along the PMEC had a greater effect on the sea surface temperature (SST) where it further cooled down the already cooled water from the Java Sea. This study also found that upwelling along

the P MEC was mainly driven by alongshore wind stress rather than wind stress curl, tides, and fresher water from the Java Sea. Interannual variability of upwelling along the P MEC was primary due to the delayed El Niño Southern Oscillation (ENSO) effects. In 2010, the atmospheric conditions generated by 2009/10 El Niño reduced the intensity of upwelling along the P MEC and its effects were stronger compared to the atmospheric conditions generated by 2015/16 El Niño in 2016.

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

DINAMIK PENGALIR ATASAN DAN PEROLAKAN AIR DI SEPANJANG PANTAI TIMUR SEMENANJUNG MALAYSIA DAN HUBUNGKAITNYA TERHADAP VARIASI IKLIM DI PASIFIK TROPIKA

KOK POH HENG

FEBRUARI 2021

Penyelia : Profesor Mohd Fadzil Mohd Akhir, Ph.D

Fakulti/Institut : Institut Oseanografi dan Sekitaran

Walaupun selatan Laut China Selatan (LCS) dan Laut Jawa merupakan dua lautan yang berhubung, tetapi pengetahuan tentang interaksi antara dua lautan ini adalah tidak jelas terutamanya pada musim panas apabila air laut dari Laut Jawa bergabung dengan air laut yang dibentuk oleh pengalir atasan di sepanjang pantai timur Semenanjung Malaysia (PTSM). Pengalir atasan di sepanjang PTSM adalah satu fenomena yang baru ditemui selepas abad ke-21. Oleh itu, pengetahuan tentang proses yang menyebabkan pengalir atasan dan variasi antara tahun adalah meragukan. Memandangkan Laut Jawa dan LCS memainkan peranan yang penting dalam mengatur sistem iklim serantau dan pengalir atasan adalah proses yang penting dalam produktiviti primer. Oleh itu, adalah penting untuk memahami hubungan antara selatan LCS dan Laut Jawa serta pengalir atasan di sepanjang PTSM. Kajian ini menggunakan *Regional Ocean Modelling System (ROMS)* untuk mensimulasikan peredaran air antara selatan LCS dan Laut Jawa serta pengalir atasan di sepanjang PTSM. Selain itu, tinjauan pelayaran dan data satelit telah digunakan untuk memberikan set data untuk ciri-ciri pengalir atasan. Pola peredaran dan angkutan air laut bermusim antara selatan LCS dan Laut Jawa adalah didorong oleh peredaran bermusim balikkan. Pada musim sejuk, air laut yang lebih sejuk dan masin dari selatan LCS dialirkan ke Laut Jawa. Pada musim panas pula, air laut yang lebih sejuk dan tawar dari Laut Jawa dialirkan ke selatan LCS dan bergabung dengan air laut yang dibentuk oleh pengalir atasan di sepanjang PTSM. Pengalir atasan di sepanjang PTSM

mempunyai kesan yang besar terhadap permukaan suhu air di mana ia menurunkan lagi suhu air yang dibawa dari Laut Jawa. Kajian ini juga mendapati bahawa pengalir atasan di sepanjang PTSM kebanyakannya dipengaruhi oleh tekanan angin yang selari dengan garisan pantai berbanding dengan keikalan tekanan angin, air pasang surut serta air yang lebih tawar dari Laut Jawa. Variasi tahunan pengalir atasan di sepanjang PTSM adalah dipengaruhi oleh kesan kelewatan *El Niño Southern Oscillation (ENSO)*. Pada tahun 2010, keadaan atmosfera yang dibentuk oleh 2009/10 El Niño mengurangkan intensiti pengalir atasan di sepanjang PTSM dan kesannya adalah lebih kuat berbanding dengan keadaan atmosfera yang dibentuk oleh 2015/16 El Niño pada tahun 2016.