

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

SEAWATER CHARACTERISTICS, THERMAL FRONTS AND CURRENT CIRCULATION IN NORTHERN OF MALACCA STRAIT: FROM OBSERVATION AND OCEAN CIRCULATION MODEL

KU NOR AFIZA ASNIDA BINTI KU MANSOR

JANUARY 2024

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

Co-Supervisor : Nur Hidayah Roseli, Ph.D

School/Institute : Institute of Oceanography and Environment

The Malacca Strait has been an important trade route for a long time. This location, surrounded by Peninsular Malaysia and Sumatra, protects it from strong winds, which is valuable for traders during monsoons. The coastal communities in this area rely on fishing, but small-boat fishermen face risks in open waters. Addressing this issue, identifying thermal fronts as a high-productivity area is important in oceanography. Therefore, this research focuses on thermal front detection to define high-productivity areas to prevent illegal fishing. Initially, a preliminary study of frontal features was conducted through cruise and satellite surveys. Unexpectedly, data obtained from the cruise revealed the formation of a barrier in the northern Malacca Strait in August, indicating a possible thermal front. To confirm, this research utilized the Regional Ocean Model System (ROMS) to simulate temperature and circulation in the northern Malacca Strait. Fortunately, utilizing data from the model and incorporating it with the Single Image Edge Detection Algorithm (SIED), a thermal front was identified north of the Malacca Strait (NMS). This front occurred annually from 2002 to 2012, with a $0.3^{\circ}\text{C}/\text{km}$ temperature gradient. Comparing normal years (May 2003) with El Niño and negative Indian Ocean Dipole (IOD) years (2010), this research observed the thermal front presence at different depths, influenced by temperature changes and thermocline variations. The northern Malacca Strait showed

higher sea surface temperatures (SST) due to heat retention, while higher chlorophyll-a levels were attributed to freshwater inflow from nearby rivers (Klang, Langat, Perak, and Selangor). Furthermore, compared to the southern Andaman Sea, the chlorophyll-a in the northern Malacca Strait reaches the surface more easily due to the shallower thermocline, which allows nutrients to reach the surface faster. Interestingly, this research also discovered an anticyclonic eddy near the thermal front caused by strong negative wind stress curl in the Sumatra area meets the positive wind stress curl in the west of Thailand. This eddy exhibited strong eddy kinetic energy (EKE), particularly in its outer layer, contributing to thermal front formation in the northern Malacca Strait. In conclusion, identifying these phenomena enhances our understanding of marine productivity and supports sustainable regional resource management.

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

**CIRI – CIRI AIR LAUT, TERMAL HADAPAN DAN PEREDARAN ARUS DI
UTARA SELAT MELAKA: DARIPADA CERAPAN LAPANGAN DAN
MODEL PEREDARAN LAUT**

KU NOR AFIZA ASNIDA BINTI KU MANSOR

JANUARI 2024

Penyelia : Profesor Ts. Mohd Fadzil Mohd Akhir, Ph.D

Penyelia Bersama : Nur Hidayah Roseli, Ph.D

Fakulti / Institut : Institut Oseanografi dan Sekitaran

Selat Melaka telah menjadi laluan perdagangan yang penting sejak sekian lama. Lokasi ini yang dikelilingi oleh Semenanjung Malaysia dan Sumatera, melindunginya daripada angin kencang, yang berharga untuk pedagang semasa musim tengkujuh. Masyarakat pesisir pantai di kawasan ini bergantung kepada penangkapan ikan, tetapi nelayan bot kecil menghadapi risiko di perairan dalam. Menangani isu ini, mengenal pasti bahagian terma sebagai kawasan produktiviti tinggi adalah penting dalam oseanografi. Oleh itu, penyelidikan ini memberi tumpuan kepada pengesanan hadapan terma untuk menentukan kawasan produktiviti tinggi untuk mencegah penangkapan ikan secara haram. Pada mulanya, kajian awal ciri-ciri hadapan telah dijalankan melalui tinjauan pelayaran dan satelit. Tanpa diduga, data yang diperoleh daripada pelayaran itu mendedahkan pembentukan sekatan di utara Selat Melaka pada bulan Ogos, menunjukkan kemungkinan hadapan terma terjadi. Untuk mengesahkan, penyelidikan ini menggunakan Sistem Model Lautan Serantau (ROMS) untuk mensimulasikan suhu dan peredaran di utara Selat Melaka. Menariknya, menggunakan data daripada model dan menggabungkannya dengan Algoritma Pengesanan Tepi Imej Tunggal (SIED), bahagian hadapan haba telah dikenal pasti di utara Selat Melaka (NMS). Bahagian hadapan ini berlaku setiap tahun dari 2002 hingga 2012, dengan kecerunan suhu $0.3^{\circ}\text{C}/\text{km}$. Membandingkan tahun biasa (Mei 2003) dengan El Niño

dan tahun Dipole Lautan Hindi negatif (IOD) pada 2010, penyelidikan ini memerhatikan kehadiran hadapan terma pada kedalaman yang berbeza, dipengaruhi oleh perubahan suhu dan variasi termoklin. Selat Melaka utara menunjukkan suhu permukaan laut (SST) yang lebih tinggi disebabkan oleh pengekalan haba, manakala paras klorofil-a yang lebih tinggi dikaitkan dengan aliran masuk air tawar dari sungai berhampiran (Klang, Langat, Perak, dan Selangor). Tambahan pula, berbanding di selatan Laut Andaman, klorofil-a di utara Selat Melaka lebih mudah sampai ke permukaan kerana termoklin yang lebih cetek, yang membolehkan nutrien sampai ke permukaan dengan lebih cepat. Menariknya, penyelidikan ini juga menemui pusaran antisiklonik berhampiran bahagian hadapan haba yang disebabkan oleh tekanan angin negatif yang kuat di kawasan Sumatera bertemu dengan tekanan angin positif di barat Thailand. Pusaran ini mempamerkan tenaga kinetik pusar (EKE) yang kuat, terutamanya di lapisan luarnya, menyumbang kepada pembentukan hadapan terma di utara Selat Melaka. Kesimpulannya, mengenal pasti fenomena ini meningkatkan pemahaman kita tentang produktiviti marin dan menyokong pengurusan sumber serantau yang mampan.