

Skripsi Geofisika

**PEMODELAN PREDIKSI TANGKAPAN LOBSTER BERDASARKAN
PARAMETER OSEAN-ATMOSFER DI PERAIRAN INDONESIA**

Disusun dan diajukan oleh :

ADHE PRATIWI

H061 17 1309



**DEPARTEMEN GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

MAKASSAR

2021

HALAMAN JUDUL
PEMODELAN PREDIKSI TANGKAPAN LOBSTER BERDASARKAN
PARAMETER OSEAN-ATMOSFER DI PERAIRAN INDONESIA
SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains

Pada Departemen Geofisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Hasanuddin

OLEH :

ADHE PRATIWI

H061 17 1309

DEPARTEMEN GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR

2021

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMODELAN PREDIKSI TANGKAPAN LOBSTER BERDASARKAN
PARAMETER OSEAN-ATMOSFER DI PERAIRAN INDONESIA**

Disusun dan diajukan oleh:

ADHE PRATIWI

H061 171309

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Program Sarjana Program Studi Geofisika Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 29 November 2021

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Prof. Dr. H. Halmar Halide, M.sc
NIP. 196303151987101001

Pembimbing Pertama,

Dr. Erfan Syamsuddin, M. Si.
NIP. 196709032001121001

Ketua Departemen Geofisika,

Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng
NIP. 196709291993031003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ADHE PRATIWI

NIM : H061171309

Program Studi : Geofisika

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul :

**“PEMODELAN PREDIKSI TANGKAPAN LOBSTER BERDASARKAN
PARAMETER OSEAN-ATMOSFER DI PERAIRAN INDONESIA”**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain. Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri.

Makassar, 29 November 2021

Yang Membuat Pernyataan,

Adhe Pratiwi

ABSTRAK

Penelitian ini mengenai pemodelan prediksi Tangkapan Lobster berdasarkan parameter osean-atmosfer di Perairan Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menyajikan model prediksi berdasarkan parameter yang paling signifikan berpengaruh terhadap tinggi rendahnya produksi tangkapan lobster selama periode 1980-2018. Tujuh parameter yaitu indeks *el-nino southern oscilation* (ENSO), *Indian Ocean Dipole* (IOD), *sea surface temperature* (SST), *sunset number* (SSN), *ocean heat content* (OHC), monsoon dan salinitas digunakan sebagai prediktor. Berdasarkan hasil analisis regresi berganda metode stepwise menunjukkan prediktor yang paling signifikan dan berpengaruh terhadap tangkapan lobster adalah OHCH-DJF dengan nilai koefisien 0,968 nilai R= 0.958 dan kesalah RMSE = 17117.

KATA KUNCI : Model Prediksi, Perairan Indonesia, Stepwise, Tangkapan Lobster

ABSTRACT

This research is about predictive modeling of Lobster Catches based on ocean-atmosphere parameters in Indonesian waters. This study aims to present a predictive model based on the parameters that have the most significant effect on the high and low production of lobster catches during the period 1980-2018. Seven parameters, namely the el-nino southern oscillation (ENSO) index, Indian Ocean Dipole (IOD), sea surface temperature (SST), sunset number (SSN), ocean heat content (OHC), monsoon and salinity were used as predictors. Based on the results of multiple regression analysis, the stepwise method showed that the most significant predictor and influence on lobster catch was OHCH-DJF with a coefficient value of 0.968, $R = 0.958$ and $RMSE = 17117$.

KEYWORDS : Prediction Model, Indonesian Waters, Stepwise, Lobster Catch

KATA PENGANTAR

“Assalamu’ Alaikum Warohmatullahi Wabararokatuh”

AHAMDULILLAH! Rabbil ‘alamin. Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul **“Pemodelan Prediksi Tangkapan Lobster Berdasarkan Parameterosean-Atmosfer Di Perairan Indonesia”** sebagai wujud tanggung jawab setelah menuntut ilmu. Shalawat beserta salam semoga senantiasa terlimpah curahkan kepada Rasulullah SAW. Dalam penulisan skripsi ini tentu tidak lepas dari hambatan dan kesulitan, namun berkat Ridho Sang Maha Kuasa, penyusunan skripsi ini dapat selesai tepat waktu. Sebelumnya izinkan penulis untuk ucapkan terima kasih sedalam-dalamnya kepada Orang Tua tercinta **Ayahanda Harun. S** dan **Ibunda Samsira**, beserta Adik Tersayang **Ari Kusuma Wardhana** dan seluruh keluarga besar penulis yang selalu memberikan dukungan moril maupun materil, doa, dan kasih sayang tulus yang tiada hentinya untuk penulis.

Dalam kesempatan ini pula penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya dari berbagai pihak atas bantuan, nasihat, didikan, dan bimbingan serta semangat yang diberikan kepada penulis selama ini. Untuk itu dengan senang hati penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada yang terhormat :

1. Bapak **Prof. Dr. H. Halmar Halide, M.sc** selaku Pembimbing Utama yang telah banyak membantu, memberikan bimbingan, kepercayaan yang sangat berarti dan memberikan motivasi penulis hingga terselesaikannya skripsi ini.

2. Bapak **Dr. Erfan Syamsuddin M.Si** selaku Pembimbing Pertama yang telah memberikan banyak motivasi, bimbingan juga semangat dan arahan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak **Ir. Bambang Harimei, M.Si** dan bapak **Drs. Hasanuddin, M.Si** selaku dosen penguji saya yang memberikan kritik dan saran kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak **Dr. Eng. Amiruddin, S.Si., M.Si** selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin sekaligus Pembimbing Akademik saya yang telah memberi masukan kepada Penulis selama menjalani pendidikan di Geofisika
5. Bapak **Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng** selaku Ketua Departemen Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.
6. Seluruh dosen Departemen Geofisika, Staf FMIPA UNHAS, Staf Departemen Geofisika UNHAS atas semua ilmu yang telah diajarkan, pelayanan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis.
7. Kakak **Muh. Syafrizal S.Si** yang memberikan ilmu dan arahnya kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
8. Kepada diri sendiri yang telah mampu bertahan sampai di titik ini, melewati suka duka kurang lebih 4 tahun, terima kasih karena setiap keluhan yang terucap selalu kau jadikan motivasi terbaru dalam melewati cobaan-cobaan selama kuliah. Proud of you

9. **Epifania Agatha Sude** teman seperjuangan Kerja Praktik dan Tugas Akhir yang memberikan bantuan, motivasi, semangat, dan tempat bertukar pikiran mengenai penelitian tugas akhir dan selalu penulis susahkan dalam penyusunan skripsi ini.
10. Tim Kerja Praktik **Indra Fermanto S.Si dan Epifania** yang selalu ada dengan segala motivasi yang diberikan kepada penulis dan juga setia menemani dan membantu kesulitan yang dialami penulis saat melakukan kerja praktik di LAPAN PASURUAN.
11. Kepada sahabat penulis dari jaman maba **Aleek, Aldo, Cunnul dan Aulia Mawaddah** yang meberikan banyak warna dalam dunia perkuliahan penulis yang setia menerima baik dan buruk dan juga menjadi support system penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
12. Kepada grup **JOINER** yang setia menjadi rumah dan menjadi tim healing ketika penulis merasakan lelah dalam situasi apapun.
13. Kepada saudara **Khalis Giffary** yang memberikan banyak peran penting, selalu siap untuk mengantar jemput penulis dalam kegiatan apapun dan juga meminjamkan laptop kepada penulis untuk menyelesaikan proposal penelitian.
14. Tim Lab Geofisika Padat Bunda **Titien, Aldo, Nina, Alek, Cunnul, Karmila, Hikmah, Syakira, Inung, Ucha, Faqih, Wotu, Eky, Daya, Unia, Esi, Fajar, Kak Fara, Kak Aushaf, Kak Alam dll** yang menjadi tempat berbagi cerita suka maupun duka dalam proses penyusunan tugas akhir.

15. Kepada Keluarga besar **Himafi 2017** yang telah menjadi keluarga besar penulis di dunia perorganisasian, menjadi tim-tim yang hebat tiap menjalan proker dan menjadi alasan penulis tetap bertahan di geofisika untuk menyelesaikan pendidikan.
16. Kepada keluarga besar Geofisika Unhas 2017 **Gufa, Titien, Ucha, Wide, Riri, Yusrin, Desha, Faishal, Farid, Melsi, Mano, Danti, Gebrina, Miftah, Inung, Esi, Syakira, Karmila, Angga, Nea, Aul, Eki, Unia, Ajeng, Sindi, Cunnul, Aleek, Aldo, Indra, Nina, Nia, Jepri, Khalis, Dandung, Tsaqif, Zahari, Gabe, Fajar, Albarq, Faqih, Firman, Aya, Daya, Andika, Illa, Resa, Wotu dll** yang telah berbagi ilmu kepada penulis selama masa perkuliahan dan menjadi support system penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
17. Kepada Pengurus **HMGF FMIPA UNHAS Periode 2019/2020** yang telah mewarnai dunia peorganisasian penulis, dan menjadi wadah untuk mengembangkan kemampuan soft skill penulis
18. Kepada Pengurus **BEM FMIPA UNHAS Periode 2020/2021** yang memberikan wadah untuk memperluas relasi baik dalam lingkup KMF FMIPA UNHAS maupun diluar lingkup KMF.
19. Kepada Senior serta Junior KMF FMIPA UNHAS yang memberikan penulis keluarga baru di masa perkuliahan.
20. Kepada teman-teman Kampus Mengajar Angkatan 1 di SD Muhammadiyah 1 LP Layang **Aulia, Salna, Paramitha, Ainun, dan**

Zulfikar yang telah membantu penulis menyelesaikan kegiatan kampus merdeka dan menjadi relasi baru penulis.

21. Kepada teman-teman KKN Covid Palopo Gel 104 **Agus, Gita, Auliya, Ades, Wais, Dian, Agung, Nuri dll** yang telah membuat warna dalam dunia per-KKN-an penulis.
22. Kepada Pengurus **HAGI SC UNHAS Periode 2020/2021** yang masih memberikan wadah kepada penulis untuk menambahkan dan memperluas relasi.
23. Dan untuk semua yang pernah datang maupun pergi dalam kehidupan penulis, terima kasih karena mengajarkan penulis bagaimana rasanya kehilangan sehingga membentuk mental penulis dan menjadi motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna, sehingga dengan segala kerendahan hati penulis sangat mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat membangun untuk memperbaiki kekurangan yang ada. Penulis pun tetap berharap agar tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi siapapun yang membacanya.

Makassar, 27 November 2021

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR GAMBAR.....	3
BAB I.....	5
BAB II.....	9
II.1 Klasifikasi Lobster	9
II.2 Habitat dan Daerah Tangkapan Lobster di Indonesia	11
II.3 Arus Lintas Indonesia (Airlindo)	12
II.4 Parameter Atmosfer dan Oseanografi	15
II.5 Analisis Multiple Regression (MR) Metode Stepwise	26
II.6 Verifikasi Model Prediksi	28
BAB III	34
III.1 Alat	34
III.1.2 Bahan	34
BAB IV	39
IV.1.1 Grafik Hasil Tangkapan Tahunan Lobster di Perairan Indonesia	39
IV.1.2 Model Prediksi Tangkapan Lobster di Perairan Indonesia 1985-2018	40
IV.1.2.1 Model Prediksi Lobster di Perairan Indonesia 1985-2018	41

IV.1.3.1 Verifikasi Model Prediksi Tangkapan Lobster dengan Diagram Tebar	46
IV.1.3.2 Verifikasi Model Prediksi Tangkapan Lobster dengan Korelasi Pearson dan RMSE	47
IV.2.1 Model Prediksi Tangkapan Lobster	49
IV.2.3 Verifikasi Model Prediksi Tangkapan Lobster	51
V.1 Kesimpulan	52
DAFTAR PUSTAKA	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bagian Tubuh Lobster.....	10
Gambar 2. 2 Daerah Tangkapan Menurut FAO.....	11
Gambar 2. 3 Sirkuasi Arus Lintas Indonesia	14
Gambar 2. 4 Kondisi El Nino	18
Gambar 2. 5 Kondisi La Nina	19
Gambar 2. 6 Ilustrasi kondisi Dipole Mode positif dan negative	21
Gambar 2. 7 Skema Kejadian Angin Monsun	24
Gambar 2. 8 Diagram Sebaran.....	33
Gambar 4. 1 Grafik Hasil Tangkapan Lobster di Perairan Indonesia	39
Gambar 4. 2 Grafik Model Prediksi Lobster Perairan Indonesia.....	41
Gambar 4. 3 Uji akurasi model prediksi tangkapan lobster dengan diagram tebar	46

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kenaikan Penangkapan Lobster di Beberapa Wilayah.....	7
Tabel 2.1 Tabel Kontingensi Yes/No Forecast.....	30
Tabel 2.2 Interpretasi dari nilai r positif.....	32
Tabel 2.3 Interpretasi dari nilai r negatif.....	32
Tabel 4.1 Nilai Koefisien, Koefisien Beta dan Signifikan pada Model Prediksi <i>Lobster</i> Indonesia.....	43
Tabel 4.2 Uji Kualitas Model Prediksi Tangkapan Lobster dengan Skor Peirce.....	49

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan persentasi 75% wilayah indonesia adalah perairan dan lautan dengan 2,7 juta km² zona ekonomi eksklusif (ZEE) terletak diantara samudera Pasifik dan Hindia. Ekosistem laut dapat dilihat dari dimensi horisontal dan vertikal. Secara horizontal kawasan ini menjadi 3 zona, yaitu : zona neritik (pesisir) yang mencakup massa air di atas paparan benua, zona oseanik (laut lepas) yang meliputi perairan terbuka lainnya dan zona intertidal (peralihan) yang meliputi antara ekosistem perairan dan daratan.

Sumber daya perikanan laut Indonesia yang berada di wilayah tropis memiliki keanekaragaman hayati laut (biodiversity) tertinggi di dunia. Wilayah perairan pantai dengan keanekaragaman ekosistem dan variabilitas organisme lautnya merupakan sumber daya perikanan yang penting bagi kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat Indonesia. Keanekaragaman hayati laut tersebut diantaranya adalah jenis-jenis ikan karang konsumsi (kakap, kerapu, baronang, kuwe), ikan karang hias, spiny lobster (udang karang), rajungan (blue swimming crab), kepiting bakau (mud crab), dan berbagai jenis ikan pelagis lainnya (Verianta, 2016).

Data statistik perikanan Indonesia tahun 2012 menunjukkan bahwa lobster menempati urutan ke empat komoditas ekspor tertinggi dari bangsa krustasea setelah marga udang *Penaeus*, *Metapenaeus* dan *Macrobrachium*. Peningkatan pasar lobster di dunia ditunjukkan juga oleh data statistik perikanan FAO dan

GLOBEFISH, di mana sejak tahun 1980-an permintaan lobster dari Jepang setiap tahunnya mengalami peningkatan. Tingginya nilai ekonomi lobster merupakan salah satu faktor yang menyebabkan penangkapan lobster dilakukan secara terus menerus dan tidak memperhatikan kondisi sumber daya dan lingkungan.

Tingginya nilai ekspor lobster di Indonesia menandakan bahwa lobster di Indonesia di terima baik di pasar internasional. Oleh karena itu pertumbuhan lobster Indonesia di masa depan bergantung pada kemampuan untuk mengamankan pasokan dalam konteks global. Namun, belum sadarnya sebagian masyarakat, pengusaha dan nelayan akan pentingnya penangkapan ramah lingkungan yang bisa menjamin keberlanjutan stok lobster laut, misalnya dengan cara destruktif terhadap lingkungan menggunakan bahan peledak dan potasium, tentunya akan merusak ekosistem dan habitat dari lobster sehingga menyebabkan semakin berkurangnya stok komoditas bergengsi ini dan akan mempengaruhi nilai ekspor lobster di Indonesia (Tim Perikanan WWF Indonesia, 2015).

Tabel 1.1 Kenaikan Penangkapan Lobster di Beberapa Wilayah

NO	WILAYAH PENGELOLAAN PERIKANAN (WPP)	CAKUPAN WPP	RATA-RATA KENAIKAN (%)
1	WPP-RI 572	Sebelah barat Sumatera dan Selat Sunda	12.27 %
2	WPP-RI 573	Samudera Hindia, sebelah Selatan Jawa hingga Selatan Nusa Tenggara, Laut Sawu dan Laut Timor bagian Barat	-2.46%
3	WPP-RI 711	Selat Karimata, Laut Natuna, dan Laut Cina Selatan	353.46 %
4	WPP-RI 712	Laut Jawa	27.4 %
5	WPP-RI 713	Selat Makasar, Teluk Bone, Laut Flores, Laut Bali	106.71 %
6	WPP-RI 714	Teluk Tolo dan Laut Banda	-8.24%
7	WPP-RI 715	Teluk Tomini, Laut Maluku, Laut Halmahera, Laut Seram dan Teluk Berau	0.43 %
8	WPP-RI 716	Laut Sulawesi dan Sebelah Utara Pulau Halmahera	5.97 %
9	WPP-RI 717	Teluk Cendrawasih dan Samudera pasifik	59.03 %
10	WPP-RI 718	Teluk Aru, Laut Arafura, Laut Timor bagian Timur	95.21 %

Activate Wii

Dapat dilihat pada tabel diatas menunjukkan peningkatan pemanfaatan dari tahun 2005 hingga tahun 2012, dimana kenaikan tersebut mencapai 19-23% dari total hasil tangkapan diseluruh WPP di Indonesia. Peningkatan tersebut tentunya akan berpotensi mengancam kelastarian sumber daya lobster laut di Indonesia jika tidak dikelola dengan baik. Namun, pengelolaan lobster laut di Indonesia saat ini belum memiliki pengetahuan yang sempurna tentang fenomena meteorologi dan oseanografi yang bisa mempengaruhi jumlah tangkapan lobster di Indonesia, sehingga para nelayan melakukan penangkapan secara terus menerus di sepanjang tahun dan menimbulkan isu terjadinya overfishing.

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan acuan pemerintah ataupun para nelayan untuk mewujudkan pengelolaan lobster di Indonesia yang diatur dalam PERMEN KP Nomor 12 Tahun 2020. Dalam penelitian ini dilakukan pemodelan Prediktif *Multiple Regression* dengan metode *Stepwise* menampilkan prediktor signifikan yang berpengaruh terhadap tinggi rendahnya produksi lobster berdasarkan parameter atmosfer dan oseanografi di perairan Indonesia. Dengan demikian pemerintah dan para nelayan mampu meningkatkan rencana penangkapan lobster dan pengambilan keputusan strategis berdasarkan faktor atmosfer dan oseanografi perairan Indonesia.

I.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian yang dilakukan ialah:

1. Bagaimana pemodelan prediksi tangkapan lobster berdasarkan parameter osean-atmosfer di perairan Indonesia menggunakan analisis *Multiple Regression* metode *Stepwise*?

2. Bagaimana hubungan prediktor osean-atmosfer yang paling signifikan terhadap jumlah tangkapan lobster di perairan Indonesia?

I.3 Ruang Lingkup

Penelitian ini dibatasi oleh pengaruh parameter osean-atmosfer berupa indeks ENSO, IOD, sea surface temperature (SST), Indo-Pacific warm Pool, monsoon SSN Global, dan Ocean Heat Content (OHC) terhadap tangkapan Lobster di perairan Indonesia serta memodelkan prediksi tangkapan dengan prediktor yang signifikan menggunakan analisis *Multiple Regression* dengan metode *stepwise*.

I.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini ialah :

1. Membuat model prediksi tangkapan Lobster untuk mengetahui prediktor paling signifikan berpengaruh terhadap tangkapan Lobster.
2. Mengidentifikasi hubungan prediktor signifikan terhadap masing-masing jumlah tangkapan Lobster di perairan Indonesia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Klasifikasi Lobster

Lobster laut termasuk dalam famili Palinuridae. Sistematika lobster telah banyak diungkapkan oleh banyak peneliti, meskipun terdapat berbagai perbedaan. Klasifikasi yang dibuat oleh Latreille (1806) dalam penelitian Verianta (2016) membagi ordo decapoda ke dalam dua subordo, yaitu macrura dan brachyura. Pembagian ini didasarkan atas kondisi (letak) abdomen. Namun, pembagian ini memiliki banyak kelemahan. Oleh karena itu, H. Milne Edward (1834) menambahkan satu subordo lagi yaitu Anuora. Namun pembagian ini dirasa masih memiliki kekurangan, sehingga ditambahkan Boas (1880) mengusulkan dua subordo yang diberi nama reptantia dan naptantia. Lobster dimasukkan ke dalam subordo reptantia, sedangkan udang dimasukkan ke dalam subordo naptantia.

Oleh Waterman dan Chace (1960) dalam Moosa dan Aswandy (1984), klasifikasi lobster dijelaskan sebagai berikut :

Super kelas : Crustacea

Kelas : Malacostraca

Subkelas : Eumalacostraca

Superordo : Eucarida

Ordo : Decapoda

Subordo : Reptantia

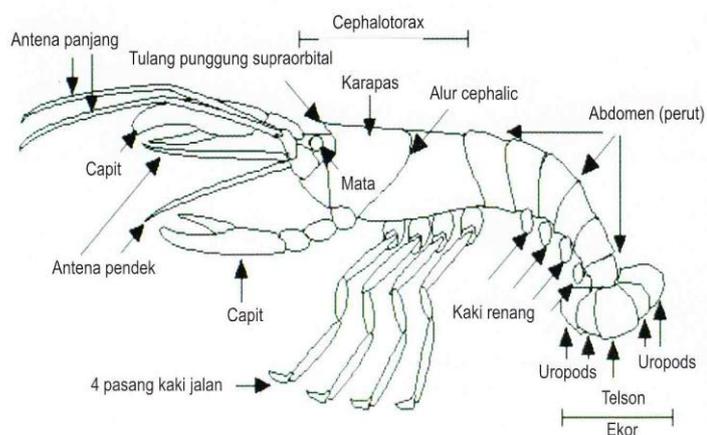
Superfamili : Scyllaridae

Famili : Palinuridae

Genus : Panulirus

Spesies : *Panulirus homarus*, *P. penicillatus*, *P. longipes*, *P. versicolor*,
P. ornatus, *P. poliphagus*.

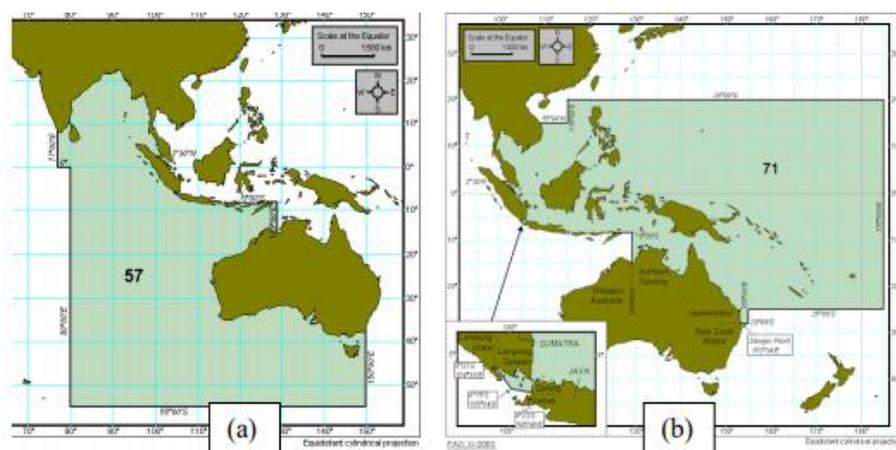
Bentuk fisik udang karang secara umum terdiri atas dua bagian, yaitu bagian depan disebut cephalotorax dan bagian belakang disebut abdomen. Seluruh tubuh lobster dilindungi oleh kerangka luar (cangkang) yang keras dan terbagi atas ruas-ruas. Bagian depan (kepala dan dada) terdiri atas tiga belas ruas dan bagian badan terdiri atas enam ruas. Pada bagian kepala (rostrum) terdapat organ-organ seperti rahang (mandibula), insang, mata majemuk, antenuilla, antenna, dan lima pasang kaki jalan (pereiopoda). Pada bagian badan terdapat lima pasang kaki renang (pleopoda) dan sirip ekor (uropoda) (Setyono, 2006).



Gambar 2. 1 Bagian Tubuh Lobster

II.2 Habitat dan Daerah Tangkapan Lobster di Indonesia

Habitat alami lobster adalah kawasan terumbu karang di perairan-perairan yang dangkal hingga 100 m di bawah permukaan laut. Di Indonesia, terdapat perairan karang yang merupakan habitat lobster seluas 6700 km² dan merupakan perairan karang terluas di dunia. Lobster berdiam di dalam lubang-lubang karang atau menempel pada dinding karang. Aktivitas organisme ini relatif rendah. Lobster yang masih muda biasanya hidup di perairan karang di pantai dengan kedalaman 0,5-30 m (Verianta,2016).



Gambar 2. 2 Daerah Tangkapan Menurut FAO

Sumber: (FAO *Fisheries and Aquaculture*)

Berdasarkan zonasi wilayah statistik perikanan, kegiatan penangkapan di perairan Indonesia dapat dikelompokkan menjadi empat wilayah besar yaitu: (A) Samudera Hindia Bagian Timur, (B) Paparan Sunda, (C) Perairan Sulawesi dan (D) Maluku-Irian Jaya. Sedangkan menurut FAO Fisheries and Aquaculture, daerah tangkapan ikan di Perairan Indonesia termasuk dalam dua area besar yaitu Indian Ocean Eastern (Samudra Hindia Bagian Timur) berada di area lima puluh

tujuh (57) dan Pacific Ocean Western, Central (Samudera Pasifik Bagian Barat Tengah) yang berada di area tujuh puluh satu (71) (FAO Fisheries).

Samudera Hindia Bagian Timur Indonesia dibagi menjadi 3 sub-area dengan asumsi bahwa masing-masing sub-area mewakili unit stok yang terpisah. Ketiga satuan stok tersebut meliputi perairan (1) Sumatera bagian barat, meliputi Provinsi Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Bengkulu dan Lampung, (2) Jawa bagian selatan (meliputi provinsi Jawa Barat, Jawa Tengah, Yogyakarta dan Timur Jawa), dan (3) Bali-Nusa Tenggara (meliputi provinsi Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur dan Timor Timur (FAO Fisheries, 2014).

II.3 Arus Lintas Indonesia (Airlindo)

ARLINDO yang merupakan kependekan dari Arus Lintas Indonesia, atau lebih dikenal oleh para ahli oseanografi dengan istilah "Indonesian Through Flow", adalah aliran massa air antar samudera yang melewati Perairan Indonesia. Sebagai negara yang diapit oleh dua lautan besar yakni Samudera Pasifik di bagian utara dan timur laut serta Samudera Hindia di bagian selatan dan barat daya Indonesia berlaku sebagai saluran bagi aliran massa air dari Samudera Pasifik ke Samudera Hindia. Aliran massa air ini terjadi sebagai akibat adanya perbedaan tekanan antara kedua lautan tersebut (Wyrcki 1987, Indonesia through and the associated pressure gradient dalam Syafrizal, 2019).

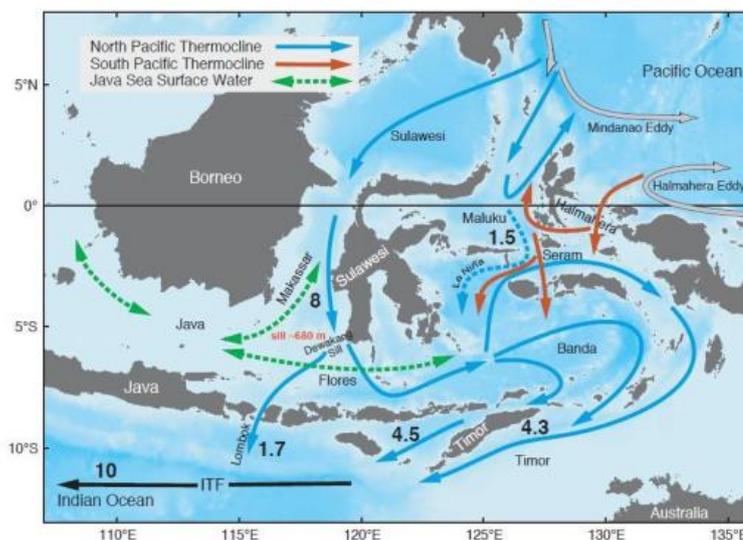
Terjadinya Arlindo terutama disebabkan oleh bertiupnya angin pasat tenggara di bagian selatan Pasifik dari wilayah Indonesia. Angin tersebut mengakibatkan permukaan bagian tropik (daerah yang terletak diantara 23,5° LS

dan 23,5° LU, beriklim panas-lembab berhujan) Lautan Pasifik Barat lebih tinggi dari pada Lautan Hindia bagian timur. Akibatnya terjadi perbedaan tinggi permukaan laut dimana bagian tropik Lautan Pasifik Barat lebih tinggi dari pada Lautan Hindia bagian timur. Sehingga terjadi gradien tekanan yang mengakibatkan mengalirnya arus dari Lautan Pasifik ke Lautan Hindia (Wyrтки, 1987).

Arlindo membawa massa air Samudra Pasifik memasuki perairan Indonesia melalui dua jalur, yaitu jalur barat yang masuk melalui Laut Sulawesi lalu ke Selat Makassar, Laut Flores, dan ke Laut Banda. Jalur kedua adalah jalur timur yang melalui Laut Maluku dan Laut Halmahera lalu ke Laut Banda. Massa air ini akan keluar menuju Samudra Hindia terutama melalui Laut Timor. Jalur keluar lainnya melalui Selat Ombai, yaitu selat antara Alor dan Timor, serta melalui Selat Lombok (Wyrтки 1961, Fieux et al. 1996 dalam Hasanudin, 1998).

Jalur Airlindo yang dimulai dari perairan di sekitar Mindanao dan Halmahera, kemudian selain mengalir masuk melalui Selat Makassar sebagai jalur utamanya adapula yang nelalui Selat Lifamatola. Sebagian massa air Airlindo dari Selat Makassar meninggalkan perairan Indonesia melalui Selat Lombok dan sebagai besar lainnya berbelok melalui Laut Flores, Laut Banda, Selat Ombai, Laut Timor, dan memasuki Samudra Hindia, Demikian pula massa air yang melalui Selat Lifamatola mengalir melalui Laut Banda dan selanjutnya keluar menuju Samudera Hindia (Gordon, 2005).

Proses ARLINDO ini pertama kali diketahui dari hasil "Ekspedisi Snellius", yang mengadakan penelitian Oseanografi di seluruh cekungan yang ada di Laut Maluku pada tahun 1929 dan tahun 1930. Dari sifatsifat fisis air laut yang ditemukan di cekungan-cekungan laut tersebut disimpulkan bahwa massa air tersebut berasal dari Samudera Pasifik yang masuk ke perairan Indonesia. Kemudian di tahun 1960, dengan menggunakan Kapal Jalanidhi secara implisit penelitian ARLINDO ini mulai dirintis. Seiring dengan Program Pembangunan Jangka Panjang 25 tahun dengan tiap tahapan selama 5 tahun, mulai tahun 1969 program penelitian ARLINDO ini disesuaikan dengan tahapan-tahapan Pelita. Untuk tahun-tahun selanjutnya dengan munculnya peminat baru dari negara-negara lain terutama Amerika dan Perancis, kerjasama dengan negara-negara tersebut dalam penelitian ARLINDO ini semakin diintensifkan (Hasanuddin,1998).



Gambar 2. 3 Sirkuasi Arus Lintas Indonesia

(Sumber : Gordon,2005)

Daerah yang dilalui oleh Arlindo merupakan daerah yang subur akan nutrient karena di daerah tersebut terjadi percampuran massa air dari dua samudra yang berbeda sehingga daerah tersebut sangat cocok untuk organism laut untuk hidup. Menurut Wyrki (1987), Susanto & Gordon (2005), laju transport Arlindo tertinggi ditemukan pada saat Muson Tenggara, yaitu selama bulan Juni -Agustus, sedangkan aliran lintasan terendah pada saat Muson Barat Laut yaitu pada bulan Desember - Februari. Selanjutnya, Gordon dan Susanto (2003) juga menyebutkan keragaman tahunan Arlindo berkaitan dengan fenomena ENSO (*El Nino Southern Oscillation*). Adanya *El Niño* dan *La Niña* mempengaruhi massa air yang terangkut Arlindo. Menurut Gordon & Fine (1996) dan Sudjonodkk (2004) transport Arlindo lebih besar dengan arus yang lebih kuat terjadi selama *La Nina* dan melemah pada saat terjadi *El Nino*.

Pada saat terjadi *El Niño* tekanan udara di Pasifik Timur kecil, akibatnya angin dan kolom air hangat dari Pasifik Barat mengalir ke Pasifik Timur. Hal ini membawa dampak suhu dan paras muka laut di Pasifik Barat turun. Adanya penurunan suhu di Pasifik Barat mempengaruhi suhu air di wilayah Indonesia menjadi lebih dingin pada saat *El Niño*. Adanya penurunan paras laut di Pasifik Barat pada saat *El Niño*, menyebabkan kekosongan massa air di wilayah perairan Indonesia. Kosongnya massa air di lapisan permukaan diduga mempengaruhi tekanan air naik keatas (*upwelling*) sehingga di perairan Indonesia akan panen ikan (Tjasyono, 2003 dalam Putra dkk 2017).

II.4 Parameter Atmosfer dan Oseanografi

Lobster umumnya ditemukan pada lingkungan perairan terumbu karang, dari permukaan sampai pada kedalaman beberapa meter, terutama di perairan hangat dengan kisaran suhu 20-30°C dan biasanya mendiami tempat yang terlindungi, oleh batu. Kelimpahan suatu organism merupakan konsekuensi dari respon-respon spesies terhadap karakteristik oseanografi atau variasi lingkungan yang terjadi di alam dapat mempengaruhi kelimpahan dan habitat benih lobster, seperti suhu, kecepatan arus, salinitas, keasaman pH, kecerahan dan kedalaman, pada perairan tersebut (Fitriansyahdkk, 2020).

II.4.1 ENSO

El-Nino and the Southern Oscillation (Osilasi Selatan) atau yang dikenal sebagai fenomena ENSO, merupakan fenomena naiknya suhu permukaan laut di Pasifik Tropik bagian timur dari kondisi normalnya. Fenomena ini menyebabkan bergesernya zona awan penghasil hujan dari wilayah barat menuju wilayah Timur Pasifik Tropik. Kejadian ini menyebabkan banyaknya curah hujan di wilayah Pasifik Timur termasuk pantai barat Ekuador dan Peru. Sebaliknya, akibat ENSO ini curah hujan di Indonesia menjadi berkurang. Berdasarkan hasil penelitian curah hujan yang rendah ini terjadi pada bulan Juni hingga November di wilayah Indonesia bagian Tenggara, Tengah, dan Timur (Sofandkk, 2014).

Berbicara tentang fenomena ENSO berarti berbicara tentang aktivitas *El Nino* dan *La Nina* (Philander, 1990). Secara umum para ahli membagi ENSO menjadi ENSO hangat (*El-Nino*) dan ENSO dingin (*La-Nina*). Peristiwa ENSO dikategorikan menurut *Oceanic Nino Index* (ONI). Indeks Oseanik Nino didasarkan pada rata-rata berjalan selama 3 bulan dari rata-rata spasial anomaly

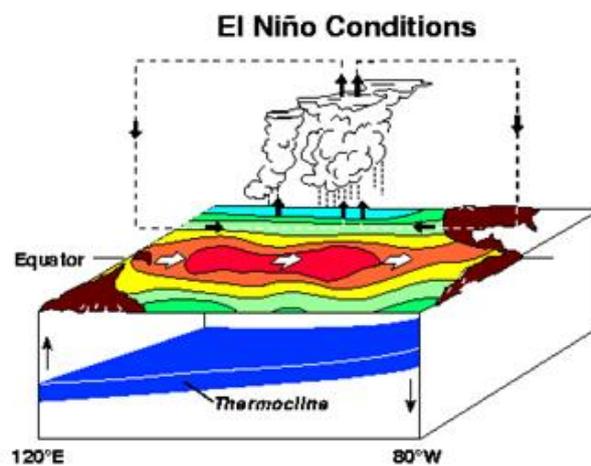
SST di wilayah Nino ($5^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}$, $120^{\circ} - 170^{\circ}\text{W}$). Setahun diklasifikasikan sebagai fase *El Nino* ketika anomali SST lebih besar dari $0,5^{\circ}\text{C}$ selama minimal 6 bulan berturut-turut. Jika anomali SST di bawah $-0,5^{\circ}\text{C}$, tahun tersebut dianggap berada dalam fase *La Nina*. Jika tidak termasuk dalam keduanya, itu dianggap sebagai Tahun netral (NOAA).

Selama berabad-abad bagi para nelayan di sepanjang pantai barat Amerika Selatan yang menyaksikan tampaknya pemanasan secara tiba – tiba, di perairan yang tadinya subur dan kaya akan ikan (akibat adanya upwelling atau arus naik permukaan yang membawa banyak nutrisi dari dasar) menjadi sebaliknya dari perairan yang awalnya dingin berubah menjadi hangat. Pemanasan yang terjadi menyebabkan kegagalan pada panen ikan mereka (Philander, 1990 dalam Syafrizal, 2019). Kejadian umum dari pemanasan semacam itu selalu terjadi pada bulan Desember menjelang natal sehingga mereka terinspirasi untuk menamainya *El Niño* artinya anak laki – laki (bahasa Spanyol). Fenomena ini terjadi dimulai pada tahun 1970-an, para peneliti menemukan bahwa efek iklim *El Niño* jauh lebih luas daripada tempat terjadi sebelumnya dari pantai Peru (Diaz dan Markgraf, 1993; Glantz et al., 1991).

El-Nino merupakan salah satu gejala alam yang dapat mempengaruhi iklim secara global. *El-Nino* sendiri berarti anak laki-laki dan peristiwa ini teramati oleh nelayan Peru pada bulan Desember berupa menghangatnya suhu lautan di wilayah Amerika Selatan, dekat Ecuador yang meluas hingga perairan Peru. *El-Nino* adalah peristiwa yang tidak normal berupa pemanasan permukaan air laut di laut Pasifik Tropis bagian Timur (Ahrens, 2007 dalam Syafrizal, 2019). Apabila nilai Indeks

Osilasi Selatan berada pada harga minus dalam jangka waktu 3 bulan berturut-turut maka telah terjadi *El-Nino*. Semakin negatif semakin kuat kejadian panas. Menurut pengamatan *El-nino* berulang dalam rentang 2 sampai 7 tahun atau rata-rata terjadi empat tahun sekali (Sarachik, 2010 dalam Syahrizal 2019).

Selama peristiwa *El Nino*, angin pasat melemah atau bahkan mungkin berbalik, memungkinkan area yang lebih hangat dari air normal untuk pindah ke Samudra Pasifik bagian tengah dan timur. Iklim yang lebih hangat dari suhu lautan normal dikaitkan dengan pendalaman termoklin di pusat untuk timur Pasifik. Kelemahan dari perairan laut yang lebih sejuk dari bawah juga berkontribusi terhadap pemanasan laut yang lebih luas (Bureau of Meteorology, 2008).



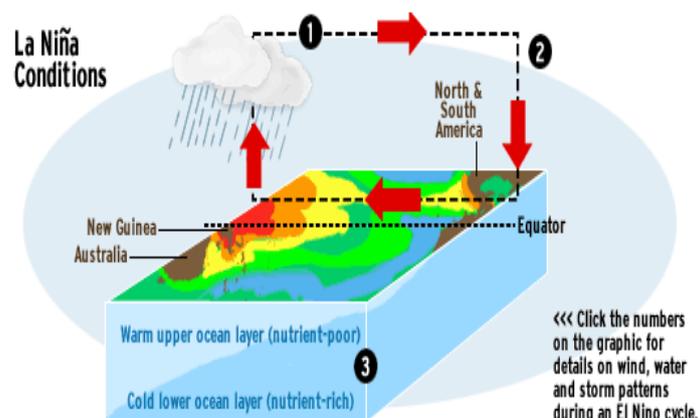
Gambar 2. 4 Kondisi El Nino

(Sumber :(www.ucmp.berkeley.edu, 2019)

Suhu permukaan laut yang hangat di Pasifik barat memompa panas dan kelembaban ke atmosfer di atas. Dalam proses yang dikenal sebagai atmosfer

konveksi, udara hangat akan naik ke atmosfer dan jika udara cukup basah, menyebabkan awan cumulonimbus yang menjulang tinggi dan hujan. Udara yang sekarang lebih kering ini kemudian bergerak ke timur sebelum menuruni Pasifik tropis timur yang lebih dingin. Pola udara naik di barat dan jatuh di timur dengan udara bergerak ke arah barat di permukaan disebut sebagai Peredaran Walker (Bureau of Meteorology, 2008).

Dalam kondisi *La Niña*, Sirkulasi *Walker* meningkat dan tekanan udaranya lebih besar di Pasifik barat dan angin pasat yang lebih kuat. Ketika angin pasat menguat, genangan air hangat terbatas di Pasifik barat tropis, menghasilkan suhu permukaan laut yang lebih hangat dari biasanya di wilayah utara Australia. Suhu permukaan laut di seluruh tropis tengah dan timur Samudera Pasifik menjadi lebih dingin dari biasanya dan termoklin bergeprak lebih dekat ke permukaan air dingin dari lautan dalam ditarik ke permukaan saat upwelling menguat (Bureau of Meteorology, 2008).



Gambar 2. 5 Kondisi La Nina

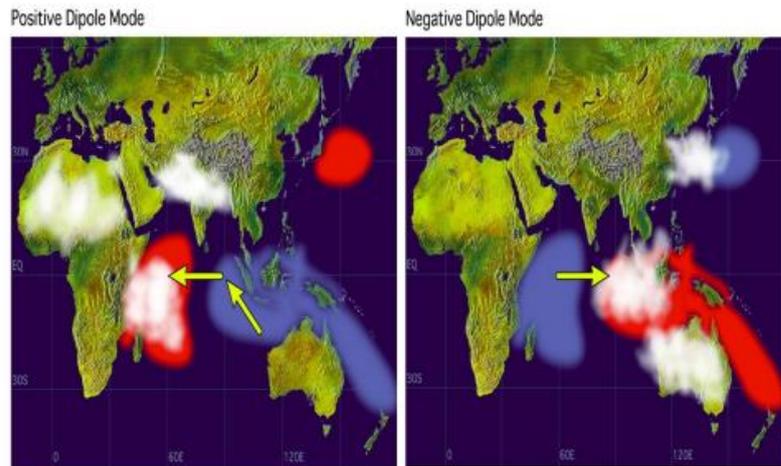
Karena adanya konveksi yang lebih di wilayah utara Australia meningkat, angin kencang memberi lebih banyak kelembapan ke atmosfer di atasnya dan Sirkulasi *Walker* meningkat. Ini memperkuat monsun Australia dan, jika

kondisinya tepat, mengarahkan peningkatan kelembaban dan curah hujan ke pedalaman di Australia. Peristiwa La Niña dikaitkan dengan peningkatan curah hujan di sebagian besar Australia utara dan timur. Bagian utara dan tengah Australia cenderung merasakan dampak *La Niña* lebih dari pada dampak *El Nino* (Syafrizal, 2019).

II.4.2 IOD (*Indian Ocean Dipole*)

Fenomena yang merupakan interaksi antara laut dan atmosfer di atasnya yang terjadi di Samudera Hindia dinamakan *Indian Ocean Dipole* (IOD). Untuk mengetahui kondisi IOD, digunakan *Dipole Mode Index* (DMI) sebagai alat ukur indikasi adanya suatu gejala. DMI ini mengukur adanya perubahan antara suhu permukaan laut di Samudera Hindia bagian timur (90° Bujur Timur - 110° Bujur Timur, dan 10° Lintang Selatan - 0° Lintang Selatan) dengan wilayah Samudera Hindia bagian Barat (50° Bujur Timur - 70° Bujur Timur, dan 10° Lintang Selatan - 10° Lintang Utara). Nilai DMI bisa positif (+) atau negatif (-) digunakan sebagai acuan adanya gejala ekstrim. Nilai DMI positif (+) berarti suhu permukaan laut di bagian Timur Samudera Hindia termasuk wilayah Indonesia bagian Barat dalam kondisi dingin sehingga tidak banyak penguapan yang bisa menghasilkan awan hujan. Sedangkan suhu permukaan laut di wilayah Samudera Hindia bagian barat (dekat dengan Benua Afrika) dalam kondisi panas, sehingga banyak terjadi penguapan dan menghasilkan awan penghasil hujan. Dengan kata lain bahwa nilai DMI positif (+) menyebabkan menurunnya curah hujan di wilayah Indonesia bagian Barat. Sebaliknya jika DMI bernilai negatif (-), maka suhu permukaan laut di Samudera Hindia bagian Timur termasuk wilayah Indonesia bagian Barat akan

meningkat, sehingga banyak terjadi penguapan dan menghasilkan banyak awan hujan. Pada kondisi DMI negative maka banyak turun hujan di wilayah Indonesia bagian Barat (Sofan dkk,2014).



Gambar 2. 6 Ilustrasi kondisi Dipole Mode positif dan negative
(Sumber : jamstec.go.jp)

IOD positif terjadi ketika wilayah pantai barat Sumatera suhu permukaan lautnya bertekanan tinggi, sementara sebelah timur pantai benua Afrika suhu permukaan lautnya bertekanan rendah sehingga terjadi aliran udara dari bagian Sumatera ke bagian timur Afrika yang mengakibatkan pembentukan awan-awan konvektif di wilayah Afrika dan menghasilkan curah hujan melebihi batas normal. Sebaliknya, di wilayah Barat Sumatera terjadi kekeringan setelah massa uap airnya gagal diturunkan sebagai hujan. Selama fenomena IOD positif, suhu permukaan laut secara anomali menghangat di Samudera Hindia barat, sedangkan di bagian timur lebih dingin dari normalnya(Saji et al. 1999 dalam Rauf,2021).

Perubahan pada suhu permukaan laut selama IOD terjadi terkait dengan perubahan medan angin di tengah samudera Hindia ekuator. Sehingga angin

bergerak berlawanan dari biasanya barat ke timur selama IOD positif. Selain itu, proses konveksi yang biasanya terjadi di atas Samudera Hindia bagian timur yang menghangat bergerak ke arah barat. Hasil dari kondisi tersebut adalah hujan lebat di Afrika bagian timur dan meninggalkan wilayah Indonesia dengan sedikit hujan yang kemudian diikuti dengan kekeringan dan hutan yang terbakar. Sebaliknya, pada saat IOD negatif, wilayah barat Sumatera termasuk Sumatera Barat mengalami surplus curah hujan dan wilayah timur Afrika mengalami kekeringan. Hal ini terjadi berdasarkan asumsi bahwa tingginya tekanan di wilayah Afrika Bagian Timur dan tekanan rendah di Bagian Barat Indonesia menyebabkan terjadinya pergerakan awan konvektif yang dibentuk di daerah Samudera Hindia dari wilayah Afrika ke wilayah Indonesia sehingga mengakibatkan tingginya curah hujan di wilayah Indonesia khususnya Indonesia Bagian Barat. Di sini terlihat adanya keterkaitan antara fenomena IOD dengan perilaku curah hujan di wilayah Indonesia Bagian Barat (Behera et al., 2005).

II.4.3 Salinitas

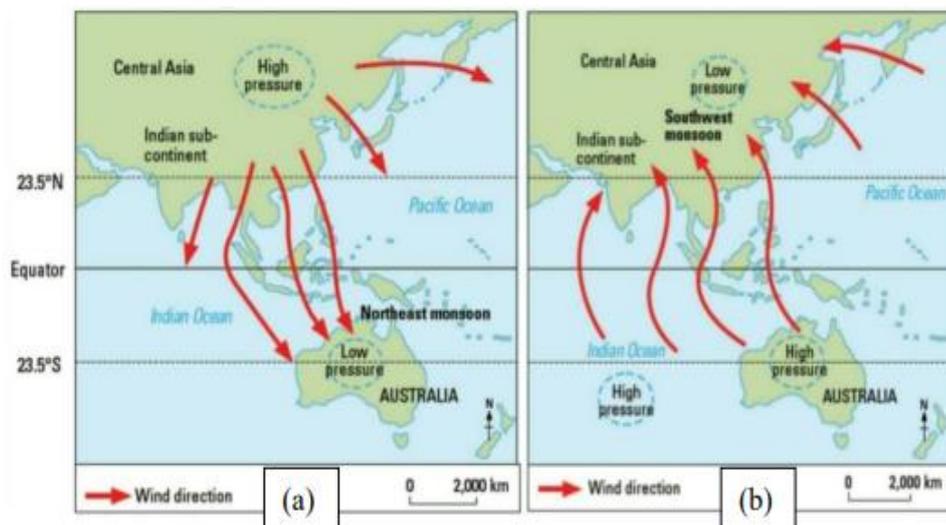
Definisi tentang salinitas pertama kali dikemukakan oleh C. FORCH; M. KNUDSEN dan S.PX. SORENSEN tahun 1902. Salinitas didefinisikan sebagai berat dalam gram dari semua zat padat yang terlarut dalam 1 kilo gram air laut jikalau semua brom dan yodium digantikan dengan khlor dalam jumlah yang setara; semua karbonat diubah menjadi oksidanya dan semua zat organik dioksidasikan. Nilai salinitas dinyatakan dalam g/kg yang umumnya dituliskan dalam % atau ppt yaitu singkatan dari part-per-thousand (Mamayev,1975dalam Salsabila,2019).

Salinitas merupakan salah satu parameter lingkungan yang mempengaruhi proses biologi dan secara tidak langsung akan mempengaruhi kehidupan organisme yaitu mempengaruhi laju pertumbuhan, jumlah makanan dan daya kelangsungan hidup. Hasil penelitian *studi kelimpahan benih lobster (panulirus spp.) berdasarkan karakteristik oseanografi di perairan desa ranooharaya kecamatan moramo kabupaten konawe selatan* oleh Fitriansyah dan kawan-kawan diperoleh kisaran salinitas perairan yaitu 29-34 ppt, kisaran salinitas perairan dengan tingkat hubungan sedang dengan nilai 0.42, kisaran salinitas tersebut mampu mendukung kehidupan benih lobster dari tingkat keasinan atau kadar garam terlarut dalam air masih baik (Fitriansyah dkk, 2020) Hal ini sesuai dengan penelitian La suriadi *et al.*, (2017), yang menyatakan kisaran salinitas masih dalam keadaan optimum yaitu 33-35 ppt menunjukkan masih menunjang kehidupan organisme lobster.

II.4.4 Angin Monsun

Monsun merupakan sebuah fenomena cuaca dan iklim yang terjadi akibat adanya perbedaan panas antara daratan dengan lautan sebagai hasil dari zenithal march matahari yang dikemukakan oleh Edmund Halley pada tahun 1686 (Pandia dkk, 2019). Angin monsoon menyebabkan Indonesia mengenal musim barat dan musim timur yang berpengaruh di darat maupun di perairan Indonesia. Pola monsoon dapat dibedakan menjadi Musim Barat (Desember-Februari), Musim Peralihan I (Maret-Mei), Musim Peralihan II (Juni-Agustus), serta Musim Timur (September-November) (Mahagnyanadkk., 2017). Pada musim Timur, berhembus angin tenggara yang membuat Arus Katulistiwa Selatan (*South Equatorial*

Current) makin melebar ke utara, bergerak sepanjang pantai selatan Jawa hingga ke Sumbawa, kemudian memaksanya membelok ke arah barat daya. Saat itu arus permukaan menunjukkan pola sirkulasi anti-siklonik atau berputar ke kiri. Arus ini membawa serta air permukaan keluar menjauhi pantai sehingga terjadi kekosongan yang berakibat naiknya air dari bawah (*upwelling*) (Cahyadkk, 2016).



Gambar 2. 7 Skema Kejadian Angin Monsun

(a) Angin Monsun Barat, (b) Angin Monsun Timur

(sumber : www.aiya.org.au)

Variabilitas monsun juga ditemukan berpengaruh terhadap ketebalan termoklin, pengaruh tersebut diduga kuat masih berkaitan dengan intensitas cahaya matahari yang masuk dalam kolom perairan. Secara umum pada musim timur intensitas cahaya matahari yang masuk dalam kolom perairan lebih besar sehingga batas bawah termoklin semakin turun dan ketebalan termoklin semakin bertambah. Menurut hasil penelitian Kunarso et al. (2012) pada musim barat bisa juga ketebalan lapisan termoklin lebih besar, sebagaimana yang terjadi pada kasus La Niña - IOD(-), pada musim barat hingga peralihan ke timur tebalnya 218,9 m,

sedangkan pada musim timur hingga peralihan ke barat tebalnya 183,6 m, jadi musim barat lebih tebal daripada saat musim timur.

II.4.5 Suhu Permukaan Laut (*Sea Surface Temperature/SST*)

Daerah yang paling banyak menerima radiasi dari sinar matahari adalah daerah – daerah yang terletak pada lintang 10 LU – 10 LS. Oleh karena itu, suhu air laut yang tertinggi akan ditemukan di daerah khatulistiwa (Kurniawan,2017).

Sebaran suhu yang ada di permukaan laut hingga mencapai kedalaman 10 meter didefinisikan sebagai SST. Suhu permukaan laut di perairan Indonesia berkisar antara 26 – 30 ; lapisan termoklin berkisar antara 9 - 26 dan lapisan dalam berkisar antara 2 – 8 . Sebaran suhu permukaan laut dapat digunakan sebagai salah satu indikator penting terjadinya front, upwelling, arus dan daerah tangkapan ikan. Tingginya nilai SST di Perairan Indonesia disebabkan oleh posisi geografi Indonesia yang terletak di wilayah khatulistiwa yang merupakan daerah penerima panas matahari terbanyak (Bidawi dkk, 2010).

II.4.6 *Ocean Heat Content (OHC)*

Ocean Heat Content (OHC), Merupakan indikator utama sumber energi Bumi, menyediakan metrik untuk saat ini dalam pemanasan global yang sedang berlangsung (Rhein et al., 2013). lebih lebih dari 90% energi pemanasan global tersimpan didalam Samudra karena kapasitas panasnya yang besar, itu adalah fungsi utama untuk siklus iklim untuk memperkirakan tingkat perubahan OHC (Abraham et al., 2013). Namun, karena kekurangan cakupan pengamatan di beberapa tahun belakang, sebagian besar ada yang diestimasi, OHC hanya dapat

kembali diukur dari tahun 1960-an, dari permukaan laut hingga pada kedalaman 700 m. Perkiraan perubahan OHC yang ada menunjukkan divergensi substansial, mengungkapkan ketidakpastian berkenaan untuk nilai OHC. Misalnya, IPCC AR5 (the Intergovernmental Panel on Climate Change Fifth Assessment Report; Rhein et al., 2013) memberikan lima perkiraan independen perubahan OHC terdahulu dari tahun 1970 hingga 2010 oleh lima kelompok internasional yang berbeda: 74TW (1 TW = 10^{12} Watts) (Smith dan Murphy, 2007); 98TW (Ishii dan Kimoto, 2009); 108TW (Palmer et al., 2007); 118TW (Levitus et al., 2012); dan 137TW (Domingues et al., 2008). Di antara nilai-nilai ini, nilai minimum adalah setengah dari nilai maksimum, menyiratkan divergensi besar dalam penilaian tingkat pemanasan laut.

II.5 Analisis Multiple Regression (MR) Metode Stepwise

Analisis regresi merupakan salah satu metode statistik yang bertujuan untuk mengetahui sejauh mana hubungan sebuah variabel bebas dengan beberapa variabel tak bebas. Regresi dikatakan linier apabila hubungan antara variabel bebas dan variabel terikatnya adalah linier. Regresi dikatakan non linier, apabila hubungan antara variabel bebas dan variabel terikatnya tidak linier (Kutner et al., 2004). Bila dalam analisisnya hanya melibatkan sebuah variabel bebas saja, maka analisis yang digunakan adalah analisis regresi linier sederhana. Sedangkan, bila analisisnya melibatkan lebih dari satu atau beberapa variabel bebas, maka analisis yang digunakan adalah analisis regresi linier berganda (Multiple Regression) (Sembiring, 1995 dalam Pujilestari et al., 2017). Model regresi linear berganda (Multiple Regression) adalah persamaan regresi yang menggambarkan hubungan

antara lebih dari satu variabel bebas (X_1, X_2, \dots, X_k) dan satu variabel tak bebas (Y). Secara matematis hubungan variabel-variabel tersebut dapat dituliskan sebagai berikut (Kutner et al., 2004; Walpole et al., 2012):

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_nX_n \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

Y : Variabel Terikat / Hasil Regresi

B_1X_2 : Variabel Bebas / Prediktor

a : Konstanta

b_1b_2 : Koefisien Regresi

Menurut Draper & Smith (1998) ada empat asumsi klasik regresi ganda yang harus terpenuhi yaitu asumsi normalitas, non-heteroskedastisitas, non autokorelasi dan non-multikolinearitas. Jika antar peubah bebas saling berkorelasi atau memiliki hubungan satu sama lain, maka terdapat kemungkinan terjadinya masalah kolinearitas ganda (multikolinear). Jika terjadi masalah multikolinearitas maka koefisien beta pada model akan sangat tidak stabil sehingga mempengaruhi hasil prediksi (Safitri, 2020). Model regresi yang baik harusnya tidak terjadi korelasi di antara variabel bebas (tidak terjadi multi kolinieritas) dan dapat menjelaskan perilaku peubah tak bebas dengan sebaik-baiknya dengan memilih peubah-peubah bebas dari sekian banyak peubah bebas yang tersedia dalam data (Pujilestari et al., 2017). Menurut Pujilestari et al. (2017), Fahrmeir et al. (2013) dan Andayani et al. (2016) menyatakan stepwise merupakan model regresi terbaik

pada kasus multikolinieritas. Regresi stepwise merupakan gabungan dari metode forward selection dan backward elimination. Metode langkah maju (The Forward Selection Method) merupakan metode pemilihan model regresi terbaik dengan menguji apakah suatu peubah yang telah dimasukkan dalam model perlu dikeluarkan dari dalam model atau tidak. Metode eliminasi langkah mundur (The Backward Elimination Method) merupakan kebalikan dari the forward selection method. Metode ini dimulai dengan meregresikan peubah respon dengan semua peubah bebas potensial dan kemudian mengeluarkan satu per satu peubah bebas. Proses ini dilakukan terus menerus hingga tidak ada lagi variabel yang memenuhi kriteria untuk ditambahkan atau dihilangkan (Draper & Smith, 1998).

II.6 Verifikasi Model Prediksi

Verifikasi adalah proses menilai kualitas suatu prediksi (forecast). Dalam proses ini, suatu hasil prediksi dibandingkan dengan nilai pengamatan/observasi. Verifikasi dilakukan untuk mengetahui keserasian antara model dan data. Untuk melihat kesesuaian dari hasil prediksi dan observasi maka dapat dilakukan secara kualitatif, sedangkan untuk menentukan akurasi model sekaligus kesalahan dalam memprediksi maka dapat dilakukan secara kuantitatif menggunakan seperangkat formulasi matematika. Ada 3 (tiga) alasan utama mengapa sebuah verifikasi dilakukan. Pertama, untuk memantau (monitor) akurasi prediksi dan apakah prediksi itu semakin lama semakin baik. Kedua, untuk meningkatkan (improve) kualitas prediksi. Hal ini bisa dimulai dengan menyelidiki kesalahan apa yang telah kita lakukan ketika memprediksi. Ketiga, untuk membandingkan (compare) hasil-hasil prediksi beberapa model dalam memprediksi besaran/fenomena yang

sama. Dari hasil perbandingan ini, kita akan menemukan model yang unggul dibanding model-model lainnya dan mengetahui letak/alasan keunggulan model tersebut (Halide, 2009).

Untuk menguji akurasi suatu model, ada dua besaran yang lazim digunakan yakni Korelasi Pearson dan kesalahan RMSE (Root-Mean-Squared Error) (Makridakis dkk., 1998 dalam Halide, 2016). Selain nilai numerik korelasi dan RMSE tersebut, tampilan akurasi juga dapat disajikan melalui diagram serak (scattered diagram) (Halide, 2016). Pada penelitian ini juga dilakukan perhitungan nilai akurasi prediksi menggunakan PSS (Peirce Skill Score).

II.6.1 Peirce Skill Score (PSS)

Peirce Skill Score mengukur kemampuan ramalan (forecast) untuk membedakan atau mengklasifikasikan antara kejadian dan non-kejadian (WMO, 2014). Keterampilan prediksi model regresi berganda ditentukan oleh skor Peirce-nya menggunakan tabel kontingensi seperti pada Tabel 2.1. Dalam tabel a, b, c dan d masing-masing mengacu pada berapa kali penangkapan diperkirakan banyak dan memang terjadi (hits), penangkapan diperkirakan banyak tetapi tidak terjadi (false alarms), penangkapan tidak diperkirakan banyak tetapi terjadi (misses), dan penangkapan tidak diramalkan atau diamati (correct rejections). Peirce Skill Score (PSS) dihitung menggunakan data dari Tabel 2.1 dan rumus di bawah ini (Stephenson, 2000 dalam Halide 2009):

$$PSS = \frac{ad-bc}{(a+c)(b+d)} \dots\dots\dots(2.2)$$

Tabel 2.1 Tabel Kontingensi *Yes/No Forecast*

<i>Forecast</i>	<i>Observed</i>	
	<i>Yes</i>	<i>No</i>
<i>Yes</i>	<i>a</i> <i>(hits)</i>	<i>b</i> <i>(false alarms)</i>
<i>No</i>	<i>c</i> <i>(misses)</i>	<i>d</i> <i>(correct rejection)</i>

II.6.2 Korelasi Pearson dan RMSE

Korelasi pearson adalah suatu bentuk rumus yang digunakan untuk mencari dan mengukur kemampuan asosiasi atau hubungan linear antara dua variabel yaitu variabel bebas (independen) dan variabel terikat (dependen) (Wilks, 2006). Akurasi prediksi sebuah model berbanding lurus dengan hasil korelasi pearsonnya. Semakin besar nilai korelasinya maka semakin bagus pula akurasi prediksi sebuah model (Andika, 2013). Koefisien korelasi dinyatakan dalam persamaan (Wilks, 2006):

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - (\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)}{\sqrt{\{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2\} \{n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2\}}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

n = jumlah data

r = koefisien korelasi antara data observasi dan data prediksi

X = data observasi

Y = data prediksi

Korelasi digunakan untuk menyatakan hubungan variabel satu terhadap variabel lainnya yang dinyatakan dalam persen. Berikut adalah tabel klasifikasi interpretasi nilai r (Wilks,2006) :

Tabel 2.2 Interpretasi dari nilai r positif

r	Interpretasi
0	Tidak berkorelasi
0,01 s/d 0,20	Sangat rendah
0,21 s/d 0,40	Rendah
0,41 s/d 0,60	Agak rendah
0,61 s/d 0,80	Cukup
0,81 s/d 0,99	Tinggi
1	Sangat tinggi

Tabel 2.3 Interpretasi dari nilai r negatif

r	Interpretasi
0	Tidak berkorelasi
0,01 s/d 0,20	Sangat rendah
0,21 s/d 0,40	Rendah
0,41 s/d 0,60	Agak rendah
0,61 s/d 0,80	Cukup
0,81 s/d 0,99	Tinggi
1	Sangat tinggi

Sedangkan untuk Root Mean Square Error (RMSE) sendiri, berkebalikan dengan korelasi Pearson. Semakin kecil nilai RMSE-nya maka semakin bagus pula akurasi prediksi sebuah model. Nilai Root Mean Square Error (RMSE) diperoleh dengan cara menghitung nilai akar dari rata-rata kuadrat dari nilai kesalahan yang menggambarkan selisih antara data antara observasi dengan nilai hasil prediksi, dapat di hitung dengan menggunakan persamaan (Chai dan Draxler, 2014 dalam Andika, 2013):

$$RMSE = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2}{n} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

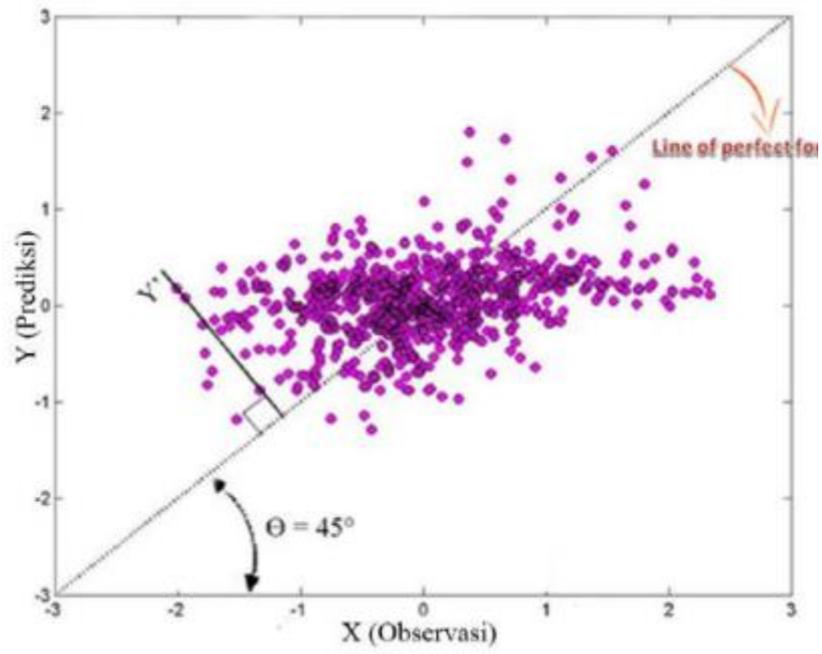
X = data observasi

Y = data prediksi

n = jumlah data

II.6.3 Diagram Sebaran

Diagram sebaran akan menunjukkan akurasi prediksi untuk sebuah model dinamik. Hal tersebut dapat dilihat dari sebaran data setiap model, dimana semakin dekat sebaran data dari line of perfect forecast (garis dengan sudut 45°) maka semakin bagus akurasi prediksi model tersebut. Sebaliknya semakin jauh jarak titik data dari line of perfect forecast maka semakin berbeda pula kemiripan antara prediksi dan observasi (Halide, 2016).



Gambar 2. 8 Diagram Sebaran

(Halide,2016)