



Kementerian PPN/
Bappenas



PEMODELAN PERGERAKAN LARVA IKAN TERPILIH DI WILAYAH PENGELOLAAN PERIKANAN 713 & 573

Indonesia Climate Change Trust Fund
Kementerian PPN/Bappenas

RINGKASAN EKSEKUTIF

WWP 713 dan 573 dijadikan sebagai lokasi penelitian karena perairan ini dapat dianggap sebagai daerah pemijahan ikan dan memiliki karakteristik perairan yang khas sehingga diharapkan mampu memberikan interpretasi tentang kelimpahan larva, struktur ukuran dan tingkatan larva serta kondisi lingkungannya khususnya ikan dengan komoditas penting. Penelitian ini bertujuan untuk membahas pengaruh beberapa parameter oseanografi terhadap kelimpahan dan distribusi larva ikan di perairan laut WPP 713 dan 573. Pengambilan data oseanografi dan larva ikan dilakukan secara in-situ 78 stasiun dari 3 kawasan (Nusa Penida, Gili Matra dan Gili Balu) pada 10 – 28 Januari 2022. Data biofisik yang diambil meliputi: data kimia perairan, data parameter fisika, dan pemetaan lokasi rumput laut. Parameter fisika meliputi: arus permukaan, kecerahan, pasang surut, gelombang, suhu dan salinitas. Parameter kimia meliputi: oksigen terlarut, pH, nutrient dan klorofil. pengukuran arus temporal dengan menggunakan electronic current meter (ECM). Karakteristik fisik kolom air di masing-masing KKP dapat diketahui melalui pengukuran Conductivity Temperature Depth (CTD) di beberapa titik di dalam dan di luar kawasan KKP untuk mendapatkan pengukuran langsung suhu dan salinitas secara detail secara vertikal dengan interval 0,1 m. Selain itu juga dilakukan pengambilan larva ikan melalui Bonggo-net untuk diidentifikasi pengamatan dan pengukuran morfometrik stadia larva ikan dilakukan di laboratorium.

Suhu permukaan secara spasial hasil pengukuran CTD di Perairan Nusa Penida memiliki nilai yang berkisar antara 27°C hingga 30.5°C, Perairan Gili Matra memiliki nilai yang berkisar antara 28.7°C hingga 29.7°C, suhu permukaan di Perairan Gili Balu memiliki nilai yang berkisar antara 27.4°C hingga 29.4°C.

Hasil pengukuran arus di perairan Nusa Penida menunjukkan komponen arus yang memiliki resultan positif jadi ketika nilai u positif dan nilai v pun positif dan ketika nilai u negatif maka nilai v juga negatif dengan kecepatan arus u berkisar -99.78 cm/sec - 86.68 cm/sec dengan pola arah kecepatan arus dominan ke arah Timur Laut dan Barat Daya selama periode pengukuran.

Arus di Gili Matra menunjukkan komponen arus yang memiliki resultan positif jadi ketika nilai u positif dan nilai v pun positif dan ketika nilai u negatif maka nilai v juga negatif dengan nilai komponen kecepatan arus u berkisar 54.41 cm/sec - -16.79 cm/sec. Resultan arah kecepatan arus dominan ke arah Timur Laut selama periode pengukuran.

Kecepatan arus di Gili kecepatan arus u berkisar 32.29 cm/sec - -15.3 cm/sec dengan resultan arah kecepatan arus memiliki arah yang lebih bervariasi dibandingkan dengan Nusa Penida dan Gili Matra. Arus di Gili Balu cenderung lebih tenang dikarenakan terletak di wilayah yang lebih tertutup sehingga tidak dipengaruhi arus samudra secara langsung.

RINGKASAN EKSEKUTIF

Di perairan Nusa Penida dan Gili Matra larva yang dominan ditemukan pada semua stasiun adalah Hexanauplia, Malacostraca, dan Sagittioidea. Informasi larva di semua stasiun dan wilayah pengamatan dikelompokkan pada 11 kelas, yaitu Actinopteri, Appendicularia, Bivalvia, Cephalopoda, Crustacea, Gastropoda, Hexanauplia, Hydrozoa, Malacostraca, Polychaeta, dan Sagittoidea. Hal ini mengindikasikan adanya kesamaan karakteristik perairan, bahkan jenis massa air untuk ketiga wilayah tersebut.

Beberapa karakter oseanografik yang mempengaruhi sebaran larva adalah arus permukaan di Nusa Penida, perairan Gili Matra dan Gili Balu. Parameter tersebut berkorelasi dengan angin musim khususnya arus permukaan. Pada musim Barat dimana arah angin bergerak dari barat menuju ke timur membawa massa air ke arah timur. Larva di seluruh titik stasiun di Nusa Penida, Gili Matra, dan Gili Balu bergerak dominan ke utara di sekitar Laut Bali dan kemudian dibelokkan menuju Laut Flores yang termasuk pada WPP 713. Termasuk sumber larva yang berada di WPP 573 yang diwakili oleh stasiun Nusa Penida massa air bergerak ke arah utara melalui Selat Lombok. Larva yang bersumber dari Nusa Penida, Gili Matra dan Gili Balu terus bergerak menuju timur dan sebagian kecil menyebar di pesisir utara Pulau Sumbawa di sebelah barat Pulau Mojo. Dorongan arus permukaan yang dibangkitkan oleh angin barat terus membawa larva bergerak ke Kepulauan Selayar, area Takabonerate, Kepulauan Tengah dan Sabalana. Adanya pusar arus di WPP 713 juga membuat penyebaran larva menyebar ke Teluk Saleh. Adanya kawasan konservasi di WPP 713 seperti Nusa Penida, Gili Matra, Gili Balu, membuat keuntungan bagi keanekaragaman hayati laut dan ekosistemnya, dimana sumber larva di suatu kawasan dapat mensuplai larva kepada kawasan konservasi di sekitarnya seperti Kawasan Konservasi Perairan di Teluk Saleh, Taman Nasional Taka Bonerate dan supply sumber daya kepada perikanan di Kepulauan Salabana.

Pada musim timur larva dominan menyebar ke Samudera Hindia menuju ke barat daya hingga sejauh 150 km dari pantai Jember dan sebagian menyebar ke arah timur di pesisir Sumbawa dan bergerak menuju ke selatan mendekati P. Sumba. Sementara pada musim peralihan pola sebaran cenderung lebih acak dan tidak dominan, pada musim peralihan 1 larva menyebar hampir ke seluruh laut di Lesser Sunda mulai dari Laut Bali, Pulau Kangean, dan Madura di barat laut, kemudian menyebar di pesisir utara Pulau Sumbawa hingga ke timur, kemudian di selatan menyebar ke Samudera Hindia ke barat daya dan menyebar ke Laut Sawu dan pesisir selatan Pulau Sumbawa. Sementara pada musim peralihan 2 larva menyebar di pesisir utara dan selatan Pulau Sumbawa, Samudera Hinda, selatan Pulau Lombok, Laut Sawu dan timur Pulau Sumba.

RINGKASAN EKSEKUTIF	i
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR SINGKATAN	vii
PENDAHULUAN	9
1.1 Latar Belakang	9
1.2 Tujuan	10
METODOLOGI	11
2.1 Waktu dan Lokasi Pengambilan Data	11
2.2 Analisis Data	18
2.2.1 Analisa sampel larva	18
2.2.2. Pemodelan trajectory sebaran larva	19
HASIL DAN PEMBAHASAN	20
3.1 Kondisi Oseanografi	20
3.1.1 Sebaran suhu di Perairan Nusa Penida, Gili Matra dan Gili Balu	20
3.1.2. Sebaran Salinitas Permukaan dan Vertikal di Nusa Penida, Gili Matra dan Gili Balu.	25
3.1.3. Kondisi arus permukaan di Perairan di Nusa Penida, Gili Matra dan Gili Balu.	31
3.2 Identifikasi dan Kelimpahan Larva	35
3.3 Trajektori Sebaran Larva di WPP 713 dan 573	38
3.3.1 Trajektori sebaran larva di WPP 713 dan 573 pada Musim Barat	38
3.3.2 Trajektori sebaran larva di WPP 713 dan 573 pada Musim Peralihan 1	41
3.3.3 Trajektori sebaran larva di WPP 713 dan 573 pada Musim Timur	44
3.3.4 Trajektori sebaran larva di WPP 713 dan 573 pada Musim Peralihan 2	46
KESIMPULAN	49
DAFTAR PUSTAKA	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Lokasi Pengambilan data di Nusa Penida	11
Gambar 2.	Lokasi Pengambilan data di di Gili Matra	12
Gambar 3.	Lokasi Pengambilan data di di Gili Balu	12
Gambar 4.	Pengambilan parameter suhu, salinitas dan kedalaman menggunakan CTD	16
Gambar 5.	Pengambilan sampel air untuk untuk parameter kimia	17
Gambar 6.	Pengambilan larva ikan dengan menggunakan Bonggo-net dari perairan	17
Gambar 7.	Proses penyaringan larva ikan dan preparasi	18
Gambar 8.	Pola spasial suhu permukaan di perairan Nusa Penida	21
Gambar 9.	Pola spasial suhu permukaan di Perairan Gili Matra	21
Gambar 10.	Pola spasial suhu permukaan di Perairan Gili Balu	21
Gambar 11.	Profil melintang suhu di antara Nusa Penida dan Nusa Ceningan	22
Gambar 12.	Profil melintang suhu pada sisi barat Nusa Penida	22
Gambar 13.	Profil melintang suhu pada sisi utara Nusa Penida	23
Gambar 14.	Profil melintang suhu pada sisi timur Nusa Penida	23
Gambar 15.	Profil melintang suhu pada sisi selatan Nusa Penida	23
Gambar 16.	Profil melintang suhu pada sisi utara Gili Matra	24
Gambar 17.	Profil melintang suhu pada sisi selatan Gili Matra	24
Gambar 18.	Profil melintang suhu pada sisi barat Gili Matra	24
Gambar 19.	Profil melintang suhu pada sisi timur Gili Matra	24
Gambar 20.	Profil melintang suhu pada sisi utara Gili Balu	25
Gambar 21.	Profil melintang suhu pada sisi timur laut Gili Balu	25
Gambar 22.	Profil melintang suhu pada sisi tenggara Gili Balu	25
Gambar 23.	Profil melintang suhu pada sisi barat daya Gili Balu	25
Gambar 24.	Pola spasial salinitas permukaan di Nusa Penida.	26
Gambar 25.	Pola spasial suhu permukaan di Perairan Gili Matra.	26
Gambar 26.	Pola spasial salinitas permukaan di Perairan Gili Balu	27
Gambar 27.	Profil melintang salinitas di antara Nusa Penida dan Nusa Ceningan	28
Gambar 28.	Profil melintang salinitas pada sisi barat Nusa Penida	28
Gambar 29.	Profil melintang salinitas pada sisi utara Nusa Penida	28
Gambar 30.	Profil melintang salinitas pada sisi timur Nusa Penida	28
Gambar 31.	Profil melintang salinitas pada sisi selatan Nusa Penida	28
Gambar 32.	Profil melintang salinitas pada sisi utara Gili Matra	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 33.	Profil melintang salinitas pada sisi selatan Gili Matra.	29
Gambar 34.	Profil melintang salinitas pada sisi barat Gili Matra.	29
Gambar 35.	Profil melintang salinitas pada sisi timur Gili Matra	29
Gambar 36.	Profil melintang salinitas pada sisi utara Gili Balu	30
Gambar 37.	Profil melintang salinitas pada sisi timur laut laut Gili Balu	30
Gambar 38.	Profil melintang salinitas pada sisi tenggara Gili Balu	30
Gambar 39.	Profil melintang salinitas pada sisi barat daya Gili Balu	30
Gambar 40.	Diagram Pencar Arus Nusa Penida	31
Gambar 41.	Grafik Kecepatan Arus a) Komponen Zonal, b) Komponen Meridional, c) Resultan	32
Gambar 42.	Stick plot arus hasil observasi di Nusa Penida (cm/s)	32
Gambar 43.	Diagram Pencar Arus Gili Matra	33
Gambar 44.	Grafik Kecepatan Arus a) Komponen Zonal, b) Komponen Meridional, c) Resultan	33
Gambar 45.	Stick plot arus hasil observasi di Gili Matra (cm/s)	33
Gambar 46.	Diagram Pencar Arus Gili Balu	34
Gambar 47.	Grafik Kecepatan Arus a) Komponen Zonal, b) Komponen Meridional, c) Resultan	35
Gambar 48.	Stick plot arus hasil observasi di Gili Balu (cm/s)	35
Gambar 49.	Kelimpahan larva di perairan Nusa Penida, Gili Matra, dan Gili Balu	36
Gambar 50.	Komposisi larva di perairan Nusa Penida	36
Gambar 51.	Komposisi larva di perairan Gili Matra	37
Gambar 52.	Komposisi larva di perairan Gili Balu	37
Gambar 53.	Model Sebaran Larva di Lesser Sunda pada bulan Januari mewakili musim barat	40
Gambar 54.	Model Sebaran Larva di Lesser Sunda pada bulan April mewakili musim peralihan I	43
Gambar 55.	Model Sebaran Larva di Lesser Sunda pada bulan Agustus mewakili musim Timur	45
Gambar 56.	Model Sebaran Larva di Lesser Sunda pada bulan Oktober mewakili musim peralihan II	46

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Lokasi pengambilan data parameter fisika, kimia dan larva ikan di Perairan Nusa Penida	13
Tabel 2.	Lokasi pengambilan data parameter fisika, kimia dan larva ikan di Gili Matra	14
Tabel 3.	Lokasi pengambilan data parameter fisika, kimia dan larva ikan di Perairan Gili Balu	15
Tabel 4.	Indeks keanekaragaman larva di perairan Nusa Penida, Gili Matra, dan Gili Balu	37

DAFTAR SINGKATAN

CTD	: Conductivity Temperature Depth
CMEMS	: Copernicus Marine Environment Monitoring Service
ECM	: Electronic Current Meter :ECM
GB	: Gili Balu
IPB	: Institut Pertanian Bogor
MOHID	: Model Hidrodinamika
KKP	: Kawasan Konservasi Perairan
NP	: Nusa Penida
PSU	: Practical Salinity Unit
SST	: Sea Surface Temperature
WPP	: Wilayah Pengelolaan Perikanan
WPPNRI	: Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia



1.1 Latar Belakang

Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 573 (Samudera Hindia Selatan Jawa) terbentang dari perairan Samudera Hindia sebelah selatan Jawa hingga sebelah selatan Nusa Tenggara, Laut Sawu, dan Laut Timor bagian barat (PERMEN-KP No 18 Tahun 2014). Perairan ini memiliki berbagai macam selat yang merupakan akhir dari aliran Arus Lintas Indonesia dari perairan Samudera Pasifik menuju Samudera Hindia. Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI) 713 meliputi perairan Selat Makassar, Teluk Bone, Laut Flores, dan Laut Bali. Kondisi karakteristik oseanografi seluruh perairan tersebut banyak dipengaruhi oleh kondisi karakteristik Samudra Pasifik dan sekitarnya.

Ichthyoplankton (larva ikan) merupakan bagian dari kelompok meroplankton pada tahap awal kehidupan dari ikan setelah telur menetas (early life history). Pada tahap berikutnya meroplankton berubah menjadi ikan pelagis berenang bebas sebagai nekton. Terdapat keterkaitan yang sangat erat antara fitoplankton, zooplankton, dan ichthyoplankton dalam suatu jaring - jaring makanan di laut (Romimohtarto et al., 1998). Pada stadia tahap awal tersebut pergerakan dan distribusinya dipengaruhi oleh arus dan gelombang.

Potier (1988) menyatakan stok ikan pelagis sangat peka terhadap perubahan penyebaran spasial salinitas yang diakibatkan oleh angin muson. Laevastu & Hayes (1980) menyatakan perubahan suhu perairan yang sangat kecil ($\pm 0,02^{\circ}\text{C}$) dapat menyebabkan perubahan densitas populasi ikan. Sementara arus membantu pergerakan nutrisi sehingga mempengaruhi pola dan tingkat kesuburan perairan serta sebaran organisme planktonik (fito dan zoo plankton serta larva ikan) yang hidup di dalamnya.

Distribusi atau penyebaran larva ikan adalah pergerakan larva dari suatu tempat ke tempat lain, baik secara horizontal maupun vertikal (Sabates and Olivar, 1996; Lough and Manning, 2001; Nash and Danilowicz, 2005). Penyebaran organisme merupakan informasi penting dalam menginterpretasikan karakteristik lingkungan pesisir dan laut, yang mana hal tersebut berimplikasi terhadap pendugaan indeks kelimpahan. Selain disebabkan arus dan gelombang, distribusi larva ikan di perairan menurut peneliti sebelumnya (Moyle and Cech, 1988; Brodeur and Ruge 1994,) dipengaruhi oleh cahaya, suhu, salinitas, kedalaman, kekeruhan, kesuburan klorofil-a dan faktor biotik terutama predasi, kompetisi dan penyakit.

Kajian mengenai stadia larva ikan di WPP 713 dan 573 saat masih terbatas dan beberapa kajian masih memfokuskan pada larva difokuskan pada larva rajungan [30]. Berdasarkan hal tersebut, WWP 713 dan 573 sebagai lokasi penelitian karena perairan ini dapat dianggap sebagai daerah pemijahan ikan dan memiliki karakteristik perairan yang khas sehingga diharapkan mampu memberikan interpretasi tentang kelimpahan larva, struktur ukuran dan tingkatan larva serta kondisi lingkungannya khususnya ikan dengan komoditas penting.

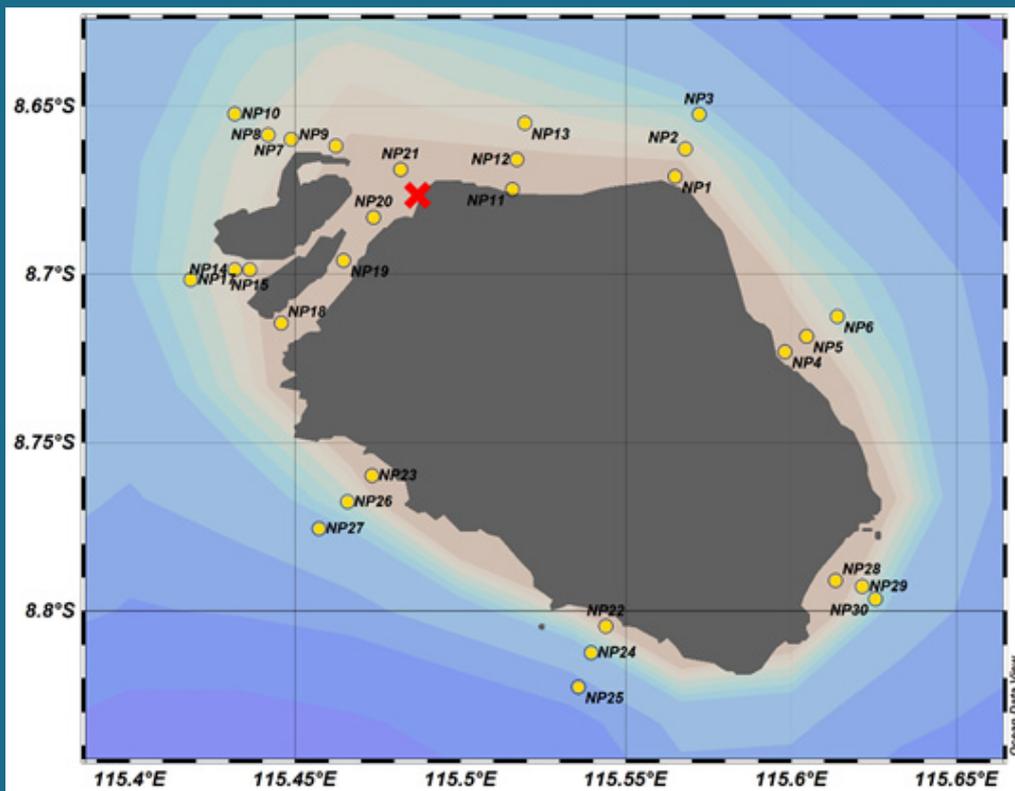
1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk membahas pengaruh beberapa parameter oseanografi terhadap kelimpahan dan distribusi larva ikan di perairan Laut WPP 713 dan 573. Bahasan difokuskan pada keterkaitan sebaran larva khususnya larva ikan dengan data oseanografi hasil pengukuran in-situ.



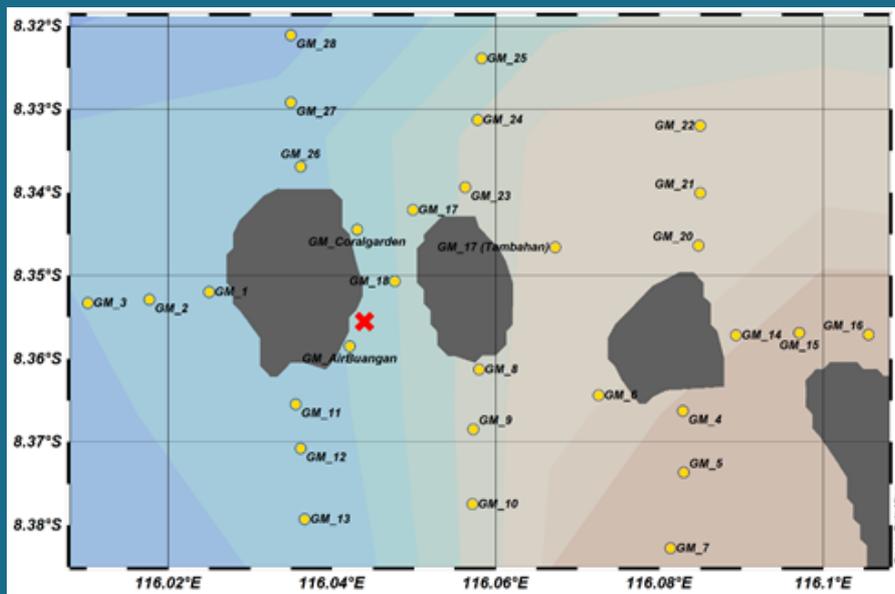
2.1 Waktu dan Lokasi Pengambilan Data

Pengambilan data oseanografi dan larva ikan dilakukan secara in-situ 78 stasiun dari 3 kawasan (Nusa Penida, Gili Matra dan Gili Balu) pada 10 – 28 Januari 2022. Lokasi pengambilan data observasi berada pada tiga daerah yaitu Nusa Penida, Gili Matra dan Gili Balu. Lokasi pengambilan sampel Nusa Penida berada di 115.4 BT – 115.65 BT dan 8.65 LS – 8.85 LS yang dibagi sebanyak 30 stasiun pengambilan data seperti pada Gambar 1. Titik kuning menunjukkan stasiun pengambilan data dan titik silang merah menunjukkan daerah pengukuran arus dan pasang surut.



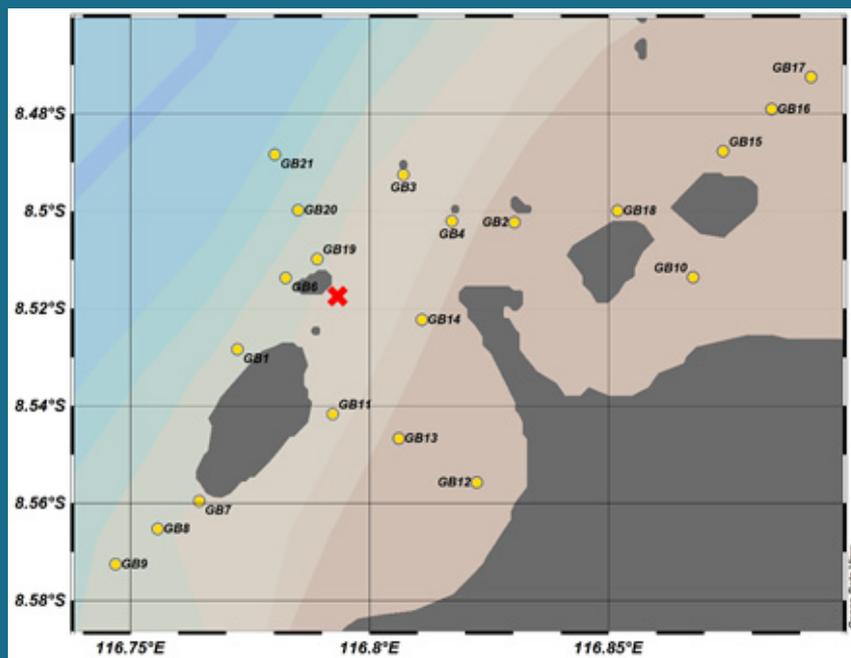
Gambar 1. Lokasi Pengambilan data di Nusa Penida

Lokasi pengambilan sampel Gili Matra berada di 116 BT – 116.15 BT dan 8.31 LS – 8.39 LS dengan titik pengambilan data sebanyak 31 stasiun seperti pada Gambar 2. Titik kuning menunjukkan stasiun pengambilan data dan titik silang merah menunjukkan daerah pengukuran arus dan pasang surut.



Gambar 2. Lokasi Pengambilan data di di Gili Matra

Lokasi pengambilan sampel Gili Balu berada di 116 .70 BT – 116.90 BT dan 8.46 LS – 8.58 LS diambil sebanyak 22 stasiun seperti pada Gambar 3. Titik kuning menunjukkan stasiun pengambilan data dan titik silang merah menunjukkan daerah pengukuran arus dan pasang surut.



Gambar 3. Lokasi Pengambilan data di di Gili Balu

Tabel 1. Lokasi pengambilan data parameter fisika, kimia dan larva ikan di Perairan Nusa Penida

No.	Kode Stasiun	Parameter	Lat	Lon	Wilayah
1	NP-1	Parameter fisik + kimia	-8.67283	115.56460	Batu Nunggul
2	NP-2	Parameter fisik	-8.66442	115.56810	Batu Nunggul
3	NP-3	Parameter fisik	-8.65428	115.57192	Batu Nunggul
4	NP-4	Parameter fisik + kimia	-8.72488	115.59725	Desa Suana
5	NP-5	Parameter fisik	-8.71992	115.60476	Desa Suana
6	NP-6	Parameter fisik	-8.71430	115.61381	Desa Suana
7	NP-7	Parameter fisik + kimia	-8.66354	115.44757	Jungut Batu
8	NP-8	Parameter fisik + Sampel larva	-8.65990	115.44202	Jungut Batu
9	NP-9	Parameter fisik	-8.66368	115.46112	Jungut Batu
10	NP-10	Parameter fisik	-8.65420	115.43214	Jungut Batu
11	NP-11	Parameter fisik + kimia	-8.67620	115.51625	Ped
12	NP-12	Parameter fisik	-8.66770	115.51738	Ped
13	NP-13	Parameter fisik	-8.65826	115.51854	Ped
14	NP-14	Parameter fisik	-8.70062	115.43197	Selat Lembongan
15	NP-15	Parameter fisik + kimia	-8.69755	115.44238	Selat Lembongan
16	X	Arus dan Pasang surut	-8.68573	115.46510	Selat Lembongan
17	NP-17	Parameter fisik	-8.70372	115.41851	Selat Lembongan
18	NP-18	Parameter fisik	-8.71628	115.44590	Selat Penida
19	NP-19	Parameter fisik + Sampel larva	-8.69945	115.46340	Selat Penida
20	NP-20	Parameter fisik	-8.68541	115.47315	Selat Penida
21	NP-21	Parameter fisik	-8.67034	115.48195	Selat Penida
22	NP-22	Parameter fisik	-8.80530	115.54301	Selatan Nusa Penida
23	NP-23	Parameter fisik	-8.76151	115.47327	Selatan Nusa Penida
24	NP-24	Parameter fisik	-8.81504	115.53980	Selatan Nusa Penida
25	NP-25	Parameter fisik	-8.82431	115.53563	Selatan Nusa Penida
26	NP-26	Parameter fisik	-8.76936	115.46614	Selatan Nusa Penida
27	NP-27	Parameter fisik	-8.77695	115.45755	Selatan Nusa Penida
28	NP-28	Parameter fisik + Sampel larva	-8.79336	115.61150	Timur Nusa Penida
29	NP-29	Parameter fisik	-8.79607	115.61954	Timur Nusa Penida
30	NP-30	Parameter fisik	-8.79781	115.62575	Timur Nusa Penida

Tabel 2. Lokasi pengambilan data parameter fisika, kimia dan larva ikan di Perairan Gili Matra

No.	Kode Stasiun	Parameter	Lat	Lon	Wilayah
1	GM-1	Parameter fisik + Sampel larva	-8.35223	116.02602	Barat Gili Trawangan
2	GM-2	Parameter fisik	-8.35289	116.01479	Barat Gili Trawangan
3	GM-3	Parameter fisik	-8.35282	116.00403	Barat Gili Trawangan
4	GM-4	Parameter fisik + kimia	-8.36631	116.08269	Selatan Gili Air
5	GM-5	Parameter fisik	-8.37822	116.08242	Selatan Gili Air
6	GM-6	Parameter fisik + Sampel larva	-8.36509	116.07345	Selatan Gili Air
7	GM-7	Parameter fisik	-8.38950	116.08178	Selatan Gili Air
8	GM-8	Parameter fisik + kimia	-8.36087	116.05747	Selatan Gili Meno
9	GM-9	Parameter fisik	-8.37291	116.05731	Selatan Gili Meno
10	GM-10	Parameter fisik	-8.38782	116.05724	Selatan Gili Meno
11	GM-11	Parameter fisik + kimia	-8.36381	116.03644	Selatan Gili Trawangan
12	GM-12	Parameter fisik	-8.37362	116.03665	Selatan Gili Trawangan
13	GM-13	Parameter fisik	-8.38595	116.03680	Selatan Gili Trawangan
14	GM-14	Parameter fisik	-8.35712	116.08932	Timur Gili Air
15	GM-15	Parameter fisik	-8.35700	116.10118	Timur Gili Air
16	GM-16	Parameter fisik	-8.35707	116.11258	Timur Gili Air
17	GM-17	Parameter fisik + Sampel larva	-8.34864	116.06778	Timur Gili Meno
18	GM-18	Parameter fisik + kimia	-8.35070	116.04779	Timur Gili Trawangan
19	X	Arus dan Pasut	-8.35505	116.04357	Timur Gili Trawangan
20	GM-20	Parameter fisik + kimia	-8.34813	116.08453	Utara Gili Air
21	GM-21	Parameter fisik	-8.33651	116.08506	Utara Gili Air
22	GM-22	Parameter fisik	-8.32538	116.08511	Utara Gili Air
23	GM-23	Parameter fisik + kimia	-8.34005	116.05668	Utara Gili Meno
24	GM-24	Parameter fisik	-8.32829	116.05793	Utara Gili Meno
25	GM-25	Parameter fisik	-8.31780	116.05773	Utara Gili Meno
26	GM-26	Parameter fisik + kimia	-8.33727	116.03590	Utara Gili Trawangan
27	GM-27	Parameter fisik	-8.32552	116.03525	Utara Gili Trawangan
28	GM-28	Parameter fisik	-8.31602	116.03438	Utara Gili Trawangan
29	GM-17_ tambahan	Parameter fisik	-8.3466	116.0673	Timur Gili Meno
30	GM-coralgarden	Parameter fisik + kimia	-8.3445	116.0431	Timur Gili Trawangan
31	GM-airbuangan	Parameter fisik + kimia	-8.3585	116.0422	Timur Gili Trawangan

Tabel 3. Lokasi pengambilan data parameter fisika, kimia dan larva ikan di Perairan Gili Balu

No	Kode stasiun	Parameter	Lat	Lon	Wilayah
1	GB-1	Parameter fisik + kimia	-8.52819	116.77445	Barat P Belang
2	GB-2	Parameter fisik + kimia	-8.50240	116.83015	Barat P Kenawa
3	GB-3	Parameter fisik + kimia	-8.49241	116.80707	Barat P Mandiki
4	GB-4	Parameter fisik	-8.50203	116.81695	Barat P Ular
5	X	Arus dan Pasut	-8.51748	116.79327	P Paserang
6	GB-6	Parameter fisik + kimia	-8.51368	116.78290	P Paserang
7	GB-7	Parameter fisik + Sampel larva	-8.55941	116.76438	Selatan P Belang
8	GB-8	Parameter fisik	-8.56537	116.75555	Selatan P Belang
9	GB-9	Parameter fisik	-8.57253	116.74690	Selatan P Belang
10	GB-10	Parameter fisik	-8.51387	116.86764	Selatan P Kalong
11	GB-11	Parameter fisik + kimia	-8.54152	116.79225	Timur P Belang
12	GB-12	Parameter fisik	-8.55554	116.82231	Timur P Belang
13	GB-13	Parameter fisik	-8.54663	116.80746	Timur P Belang
14	GB-14	Parameter fisik	-8.52220	116.81094	Timur P Paserang
15	GB-15	Parameter fisik	-8.48785	116.87397	Utara P Kalong
16	GB-16	Parameter fisik	-8.47904	116.88404	Utara P Kalong
17	GB-17	Parameter fisik	-8.47231	116.89230	Utara P Kalong
18	GB-18	Parameter fisik + kimia + Sampel larva	-8.49994	116.85155	Utara P Namo
19	GB-19	Parameter fisik + Sampel larva	-8.51003	116.78887	Utara P Paserang
20	GB-20	Parameter fisik	-8.49977	116.78517	Utara P Paserang
21	GB-21	Parameter fisik	-8.48839	116.78030	Utara P Paserang

Data biofisik yang diambil meliputi: data kimia perairan, data parameter fisika, dan pemetaan lokasi rumput laut. Parameter fisika meliputi: arus permukaan, kecerahan, pasang surut, gelombang, suhu dan salinitas. Parameter kimia meliputi: oksigen terlarut, pH, nutrient dan klorofil. Pengukuran arus temporal dengan menggunakan Electronic Current Meter (ECM). Pengukuran dilakukan selama 5 hari dengan interval 30 detik untuk setiap KKP. Keluaran dari instrumen ECM meliputi kecepatan arus zonal, kecepatan arus meridional, kecepatan arus total, dan arah arus pada kedalaman tertentu. Variabel-variabel tersebut dapat

Data biofisik yang diambil meliputi: data kimia perairan, data parameter fisika, dan pemetaan lokasi rumput laut. Parameter fisika meliputi: arus permukaan, kecerahan, pasang surut, gelombang, suhu dan salinitas. Parameter

kimia meliputi: oksigen terlarut, pH, nutrient dan klorofil. Pengukuran arus temporal dengan menggunakan Electronic Current Meter (ECM). Pengukuran dilakukan selama 5 hari dengan interval 30 detik untuk setiap KKP. Keluaran dari instrumen ECM meliputi kecepatan arus zonal, kecepatan arus meridional, kecepatan arus total, dan arah arus pada kedalaman tertentu. Variabel-variabel tersebut dapat menggambarkan dinamika perairan di daerah penelitian dan digunakan untuk memvalidasi model hidrodinamika yang selanjutnya dijelaskan pada sub bab validasi model. Karakteristik fisik kolom air di masing-masing KKP dapat diketahui melalui pengukuran Conductivity Temperature Depth (CTD) di beberapa titik di dalam dan di luar kawasan KKP untuk mendapatkan pengukuran langsung suhu dan salinitas secara detail secara vertikal dengan interval 0,1 m. Pengukuran ini dilakukan karena keterbatasan data sekunder dalam menggambarkan dinamika fisik perairan pada wilayah skala kecil. Pengukuran pasut dengan interval 30 detik selama 5 hari juga dilakukan di setiap lokasi untuk menentukan komponen harmonik yang dominan, rentang pasut, dan menghitung prediksi di masa yang akan datang. Perubahan elevasi pasang surut menjadi variabel validasi model dan informasi lingkungan untuk mendukung identifikasi periode pemijahan ikan di lokasi KKP (Gambar 4).



Gambar 4. Pengambilan parameter suhu, salinitas dan kedalaman menggunakan CTD

Parameter kimia air laut yang dikumpulkan dari daerah-daerah ini akan dianalisis menggunakan metode komprehensif seperti alat pengambilan sampel elektronik, instrumen CTD (conductivity, temperature, and depth) dan fasilitas Laboratorium Kualitas Air. Sampel air akan diambil masing-masing dari permukaan, kedalaman 10 meter dan 20 meter. Stasiun pengambilan sampel akan ditentukan menggunakan peta GIS KKL. Parameter pH, salinitas, suhu, oksigen terlarut (DO), dan kecerahan di permukaan akan dilakukan dengan menggunakan alat sampling elektronik. Salinitas, suhu dan sampel air pada 10 dan 20 meter akan dilakukan dengan menggunakan instrumen CTD. Kesuburan perairan yang ditunjukkan oleh Fosfat dan Nitrat, serta biomassa produktivitas primer yang ditunjukkan dalam kandungan klorofil-a akan dianalisis di fasilitas Laboratorium Kualitas Air (Gambar 5).



Gambar 5. Pengambilan sampel air untuk untuk parameter kimia



Gambar 6. Pengambilan larva ikan dengan menggunakan Bongo-net dari perairan

Pengambilan larva ikan dalam penelitian ini dilakukan dengan metode Purposive sampling pada setiap lokasi pengamatan, pertama kali mencatat koordinat sampling dengan menggunakan alat GPS. Kemudian sampel larva ikan dikumpulkan oleh Bongo-net yang diameter bingkai mulut 60 cm, panjang 3 m dan mata jaring 0,5 mm yang dilengkapi dengan flowmeter mekanis (General Oceanics Seri 2030R), Bongo-net diturunkan hingga pada posisi siap ditarik oleh kapal bermesin dengan kecepatan 1–2,5 knot (Gambar 6).

Saat on board, seluruh volume sampel yang tersaring dipisahkan dari sampah dan material abiotik lainnya kemudian dimasukkan kedalam botol sampel 500 ml yang berisi larutan Etanol 96% dan diberi label (Gambar 7). Identifikasi pengamatan dan pengukuran morfometrik stadia larva ikan dilakukan di laboratorium Biologi Makro, Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, IPB.



Gambar 7. Proses penyaringan larva ikan dan preparasi

2.2 Analisis Data

2.2.1 Analisa sampel larva

Analisis sampel larva ikan dilakukan melalui identifikasi jenis dan menghitung kelimpahannya. Hasil identifikasi larva dikelompokkan berdasarkan family yang ditampilkan dalam bentuk tabel

$$T = 1000 \times (t/V)$$

Dimana:

T = Jumlah larva ikan dalam sampel air 1000 m³

t = Jumlah larva ikan yang tersampling

V = Volume air tersaring dalam planktonet (m³) untuk menghitung kelimpahan,

V diganti dengan volume air yang melewati bongo net tanpa flowmeter:

$$V = a \times L \times t$$

Dimana:

V = volume air (m³);

a = luas alas (luas bukaan mulut bongo net/ diameter cm);

L = panjang jaring (meter),

T = lama waktu towing/penarikan, biasanya 10-20 menit.

Jadi: T = 1000 x (t/V), kelimpahan dalam 1000 m³ .

2.2.2. Pemodelan trajectory sebaran larva

Software yang digunakan dalam penelitian ini adalah Openflows FLOOD – Bentley yang merupakan penerus dari software sebelumnya yaitu MOHID Studio (http://www.mohid.com/pages/userinterfaces/OpenFlows_FLOOD.shtml). Model lintasan juga digunakan untuk memprediksi penyebaran partikel, baik dalam mode forecast maupun hind cast. Oleh karena itu, model numerik MOHID memiliki kemampuan untuk mendukung studi distribusi larva yang dimodelkan dari sampling observasi lapangan.

Input hidrodinamika yang digunakan dalam kajian ini merupakan variabel arus permukaan dengan resolusi temporal tiap jam dan resolusi spasial $1/12^\circ$ yang diakses melalui Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS) pada laman <https://marine.copernicus.eu/>. Data arus yang digunakan merupakan hasil asimilasi dengan tinggi muka laut, profil vertikal suhu-salinitas, Sea Surface Temperature (SST), dan ketebalan lapisan es di wilayah kutub, sehingga hasil model sangat realistic karena seluruh aspek dilibatkan dalam proses pembuatan model fisik. Hasil model telah tervalidasi secara global yang dihitung dan divalidasi terhadap basis data Argo drifter di permukaan dengan nilai korelasi pada variabel arus zonal (U) 0,73, meridional (V) 0,63, dan resultan arus permukaan total sebesar 0,63.

Model penyebaran larva merupakan bagian dari modul Lagrangian dan menggunakan konsep tracer yang berfokus pada tracer pasif (sifatnya pasif mengikuti gerakan air). Properti yang paling penting dari tracer pasif adalah posisi yang bervariasi dengan ruang dan waktu (x, y, z, t), di mana properti larva masih dalam tahap pasif. Pergerakan larva dapat dipengaruhi oleh dinamika pola arus dan efek atmosfer pada lapisan permukaan dan juga kemampuan spesies mentolerir perubahan lingkungan. Karakteristik larva di setiap KKP diperoleh dari studi literatur dari spesies ikan tertentu, termasuk konsentrasi dan kelimpahan dari larva yang disimulasikan di setiap lokasi, usia efektif larva, dan konsentrasi minimum oksigen yang diperlukan untuk larva untuk bertahan hidup. Model lintasan dibagi menjadi dua sistem, yaitu model lintasan maju dan model lintasan mundur.



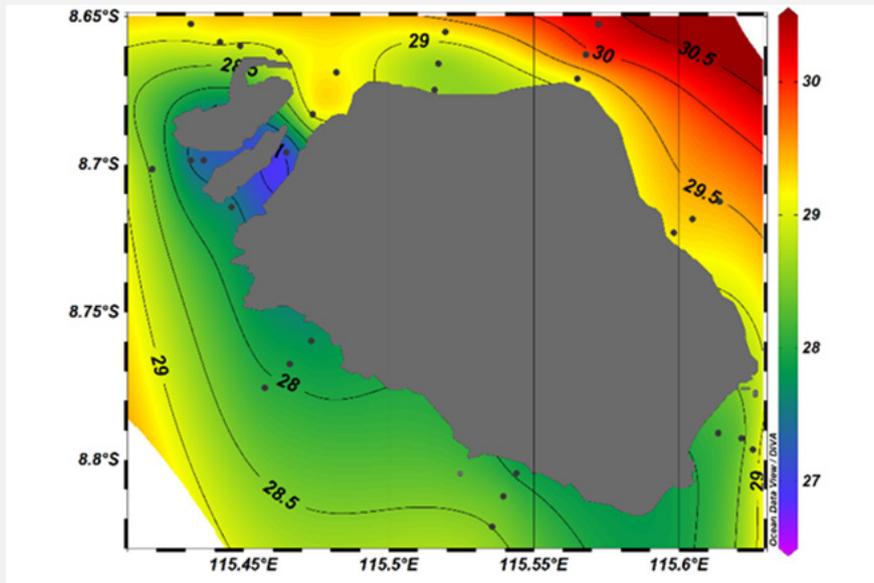
3.1 Kondisi Oseanografi

3.1.1 Sebaran suhu di Perairan Nusa Penida, Gili Matra dan Gili Balu

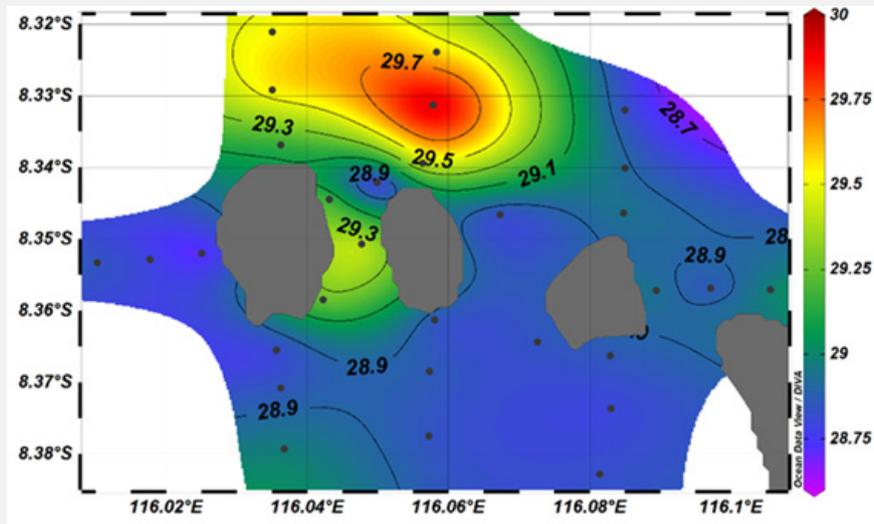
Suhu permukaan secara spasial hasil pengukuran CTD di Perairan Nusa Penida memiliki nilai yang berkisar antara 27°C hingga 30.5°C. Secara umum memiliki karakter suhu yang bervariasi, khususnya pada sisi utara dan selatan, serta di selat antara Nusa Penida dan Nusa Ceningan. Pada sisi utara dan timur laut Nusa Penida, distribusi suhu permukaan cenderung lebih hangat dibandingkan dengan sisi lainnya dengan nilai suhu berkisar antara 29°C – 29.5°C di sekitar pesisir dan 29.5°C – 30.5°C. Pada sisi selatan Nusa Penida, distribusi nilai suhu cenderung lebih rendah dengan nilai yang berkisar antara 28°C – 28.5°C dan kisaran suhu serupa ditemukan pada sisi tenggara Nusa Penida. Kisaran suhu terendah hasil pengukuran suhu di permukaan ditemukan di area selat (antara Nusa Penida dan Nusa Ceningan) dengan nilai suhu rata-rata kurang dari 28°C (Gambar 8).

Suhu permukaan secara spasial hasil pengukuran CTD di Perairan Gili Matra memiliki nilai yang berkisar antara 28.7°C hingga 29.7°C dan memiliki rentang suhu yang lebih sempit dibandingkan dengan Perairan Nusa Penida. Secara umum karakter suhu di Gili Matra memiliki variasi di beberapa lokasi, khususnya pada sisi utara dan selatan. Pada sisi utara Gili Matra bagian barat, distribusi suhu permukaan cenderung lebih hangat dibandingkan dengan sisi selatan dan timur (mendekati daratan utama) dengan nilai berkisar antara 29.3°C – 29.7°C. Pada sisi selatan Gili Matra, distribusi nilai suhu cenderung seragam dengan nilai 28.9°C. Pada sisi timur Gili Matra kisaran suhu di permukaan berkisar antara 28.7°C – 28.9°C. Ditemukan spot suhu yang lebih hangat diantara Gili Meno dan Gili Trawangan dengan nilai 29.3°C (Gambar 9).

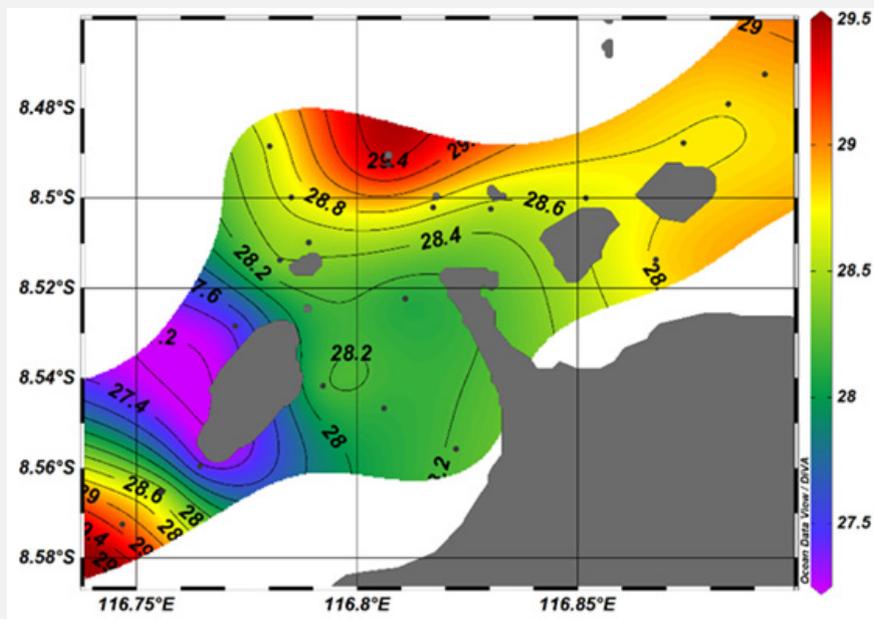
Suhu permukaan secara spasial hasil pengukuran CTD di Perairan Gili Balu memiliki nilai yang berkisar antara 27.4°C hingga 29.4°C. Secara umum karakter suhu di Gili Balu memiliki variasi di beberapa lokasi, khususnya pada sisi utara dan timur area kajian. Pada sisi utara Gili Balu, distribusi suhu permukaan cenderung lebih hangat dengan nilai berkisar antara 28.8°C – 29.4°C. Pada sisi tenggara Gili Balu (mendekati daratan utama), distribusi suhu permukaan cenderung rendah dibandingkan dengan nilai berkisar antara 28°C – 28.2°C. Terdapat nilai suhu rendah yang ditemukan pada sisi barat Pulau Belang dengan nilai suhu sekitar 27.6°C (Gambar 10.).



Gambar 8. Pola spasial suhu permukaan di perairan Nusa Penida

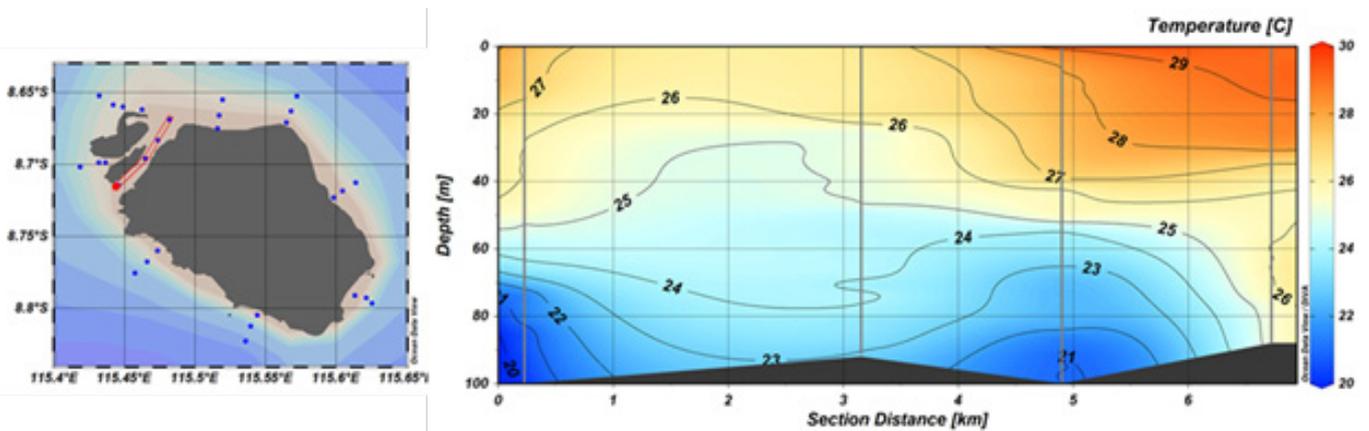


Gambar 9. Pola spasial suhu permukaan di Perairan Gili Matra

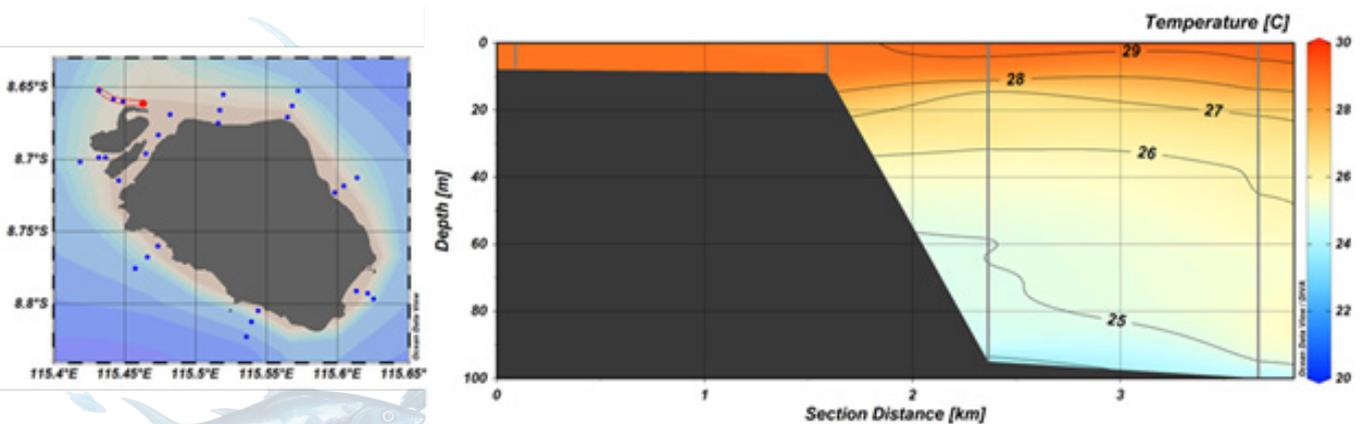


Gambar 10. Pola spasial suhu permukaan di Perairan Gili Balu

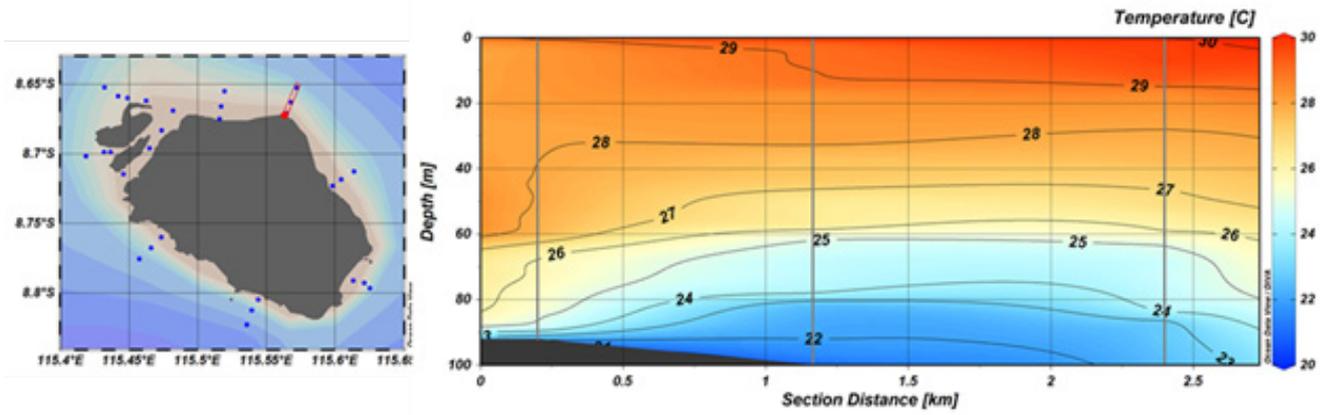
Profil melintang suhu di celah antara Nusa Penida dan Nusa Ceningan pada lapisan permukaan berkisar 27°C – 29°C dan suhu di kedalaman 20 m berkisar 26°C – 28°C . Nilai suhu di kedalaman 40 m adalah 25°C - 27°C . Nilai suhu pada kedalaman 60 m adalah 24°C - 25°C . Nilai suhu di kedalaman 80 m berkisar di 21°C - 23°C . Kedalaman 100 memiliki suhu berkisar 20°C – 23°C (Gambar 11). Sebaran suhu sisi Barat Nusa Penida di permukaan adalah 28°C dan suhu di kedalaman 20 m sekitar 27°C . Nilai suhu di kedalaman 40 m sekitar 26°C dan suhu di kedalaman 60 m berkisar 25°C - 26°C . Nilai suhu di kedalaman 80 m adalah 25°C dan suhu di kedalaman 100 m mencapai 24°C (Gambar 12). Profil melintang suhu sisi Utara Nusa Penida di permukaan adalah 29°C – 30°C dan suhu di kedalaman 20 m sekitar 29°C . Pada kedalaman 40 m adalah 28°C dan suhu di kedalaman 60 m sekitar 27°C . Nilai suhu di kedalaman 80 m adalah 24°C - 26°C dan suhu di kedalaman 100 m berkisar 22°C - 23°C (Gambar 13). Profil melintang suhu sisi Timur Nusa Penida pada permukaan adalah 28°C – 29°C , di kedalaman 20 m adalah 29°C . Nilai suhu di kedalaman 40 m adalah 27°C - 28°C . Nilai suhu di kedalaman 60 m sekitar 20°C (Gambar 14). Profil melintang suhu sisi Selatan Nusa Penida pada permukaan berkisar 28°C dan di kedalaman 20 m nilai suhu berkisar 26°C – 27.5°C . Nilai suhu di kedalaman 40 m adalah 25°C - 27°C , nilai suhu di kedalaman 60 m sekitar 27°C dan nilai suhu di kedalaman 80 m sekitar 24°C . Terdapat perbedaan karakteristik profil melintang suhu antara tara dan selatan, dimana pada sisi utara cenderung lebih hangat dibandingkan di sisi selatan (Gambar 15).



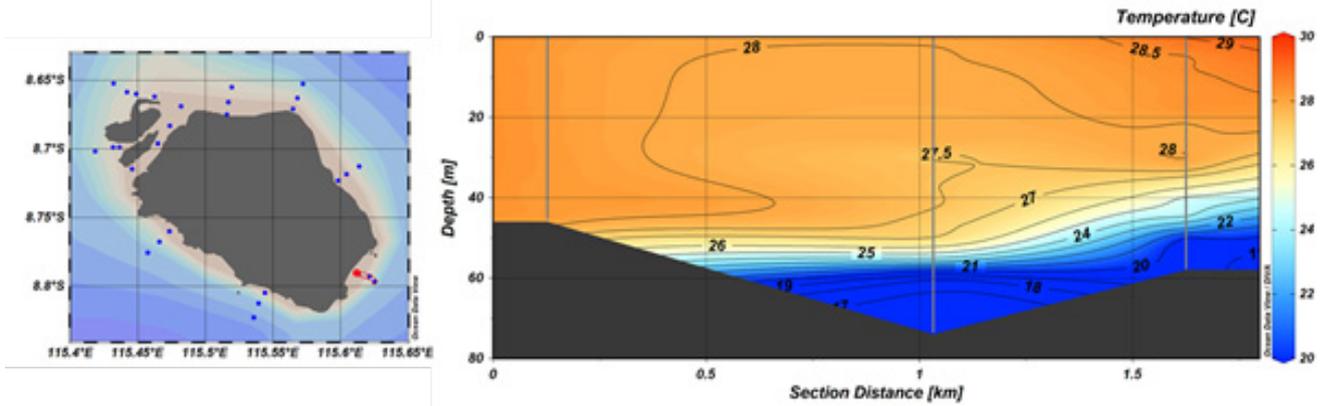
Gambar 11. Profil melintang suhu di antara Nusa Penida dan Nusa Ceningan



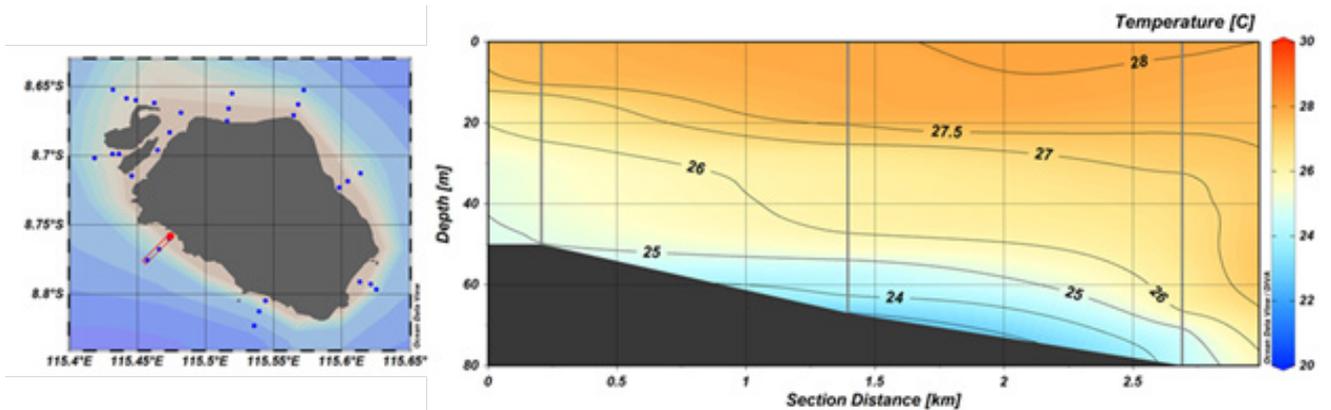
Gambar 12. Profil melintang suhu pada sisi barat Nusa Penida



Gambar 13. Profil melintang suhu pada sisi utara Nusa Penida



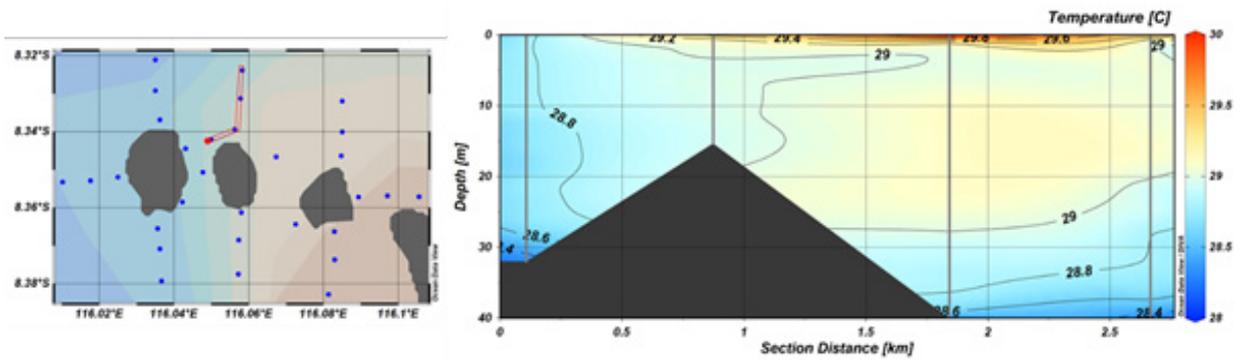
Gambar 14. Profil melintang suhu pada sisi timur Nusa Penida



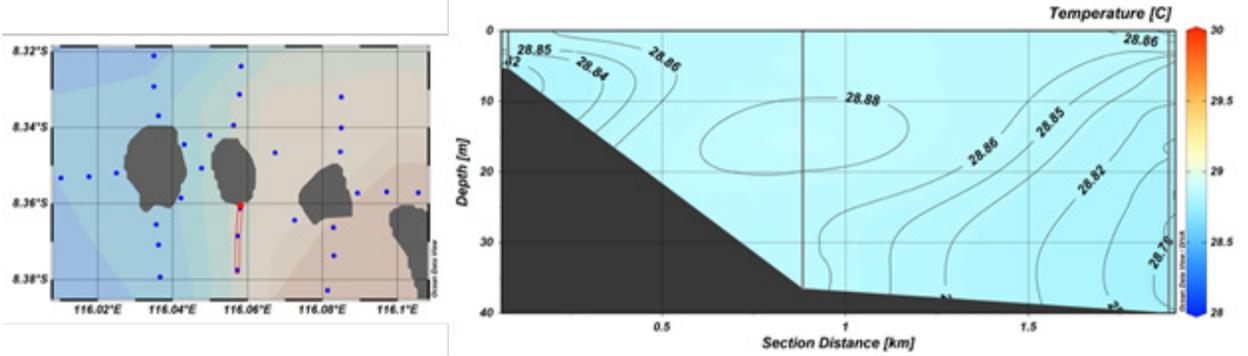
Gambar 15. Profil melintang suhu pada sisi selatan Nusa Penida

Profil melintang suhu di sisi utara Gili Matra di permukaan adalah 29°C - 30°C. Nilai suhu di kedalaman 20 m berkisar 28°C - 29°C dan suhu di kedalaman 40 m berkisar 28.4°C - 28.6°C (Gambar 16). Pada sisi selatan Gili Matra suhunya cenderung homogen bernilai 28.6°C (Gambar 17), sedangkan pada sisi barat Gili Matra suhunya berkisar pada 28.35°C - 28.8°C (Gambar 18). Profil melintang suhu sisi timur Gili Matra cenderung homogen dengan kisaran 28.85°C - 28.9°C (Gambar 19).

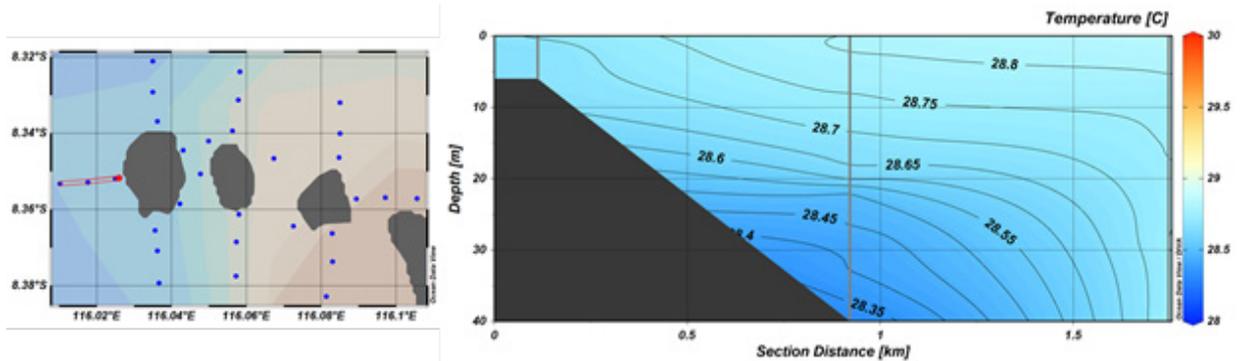




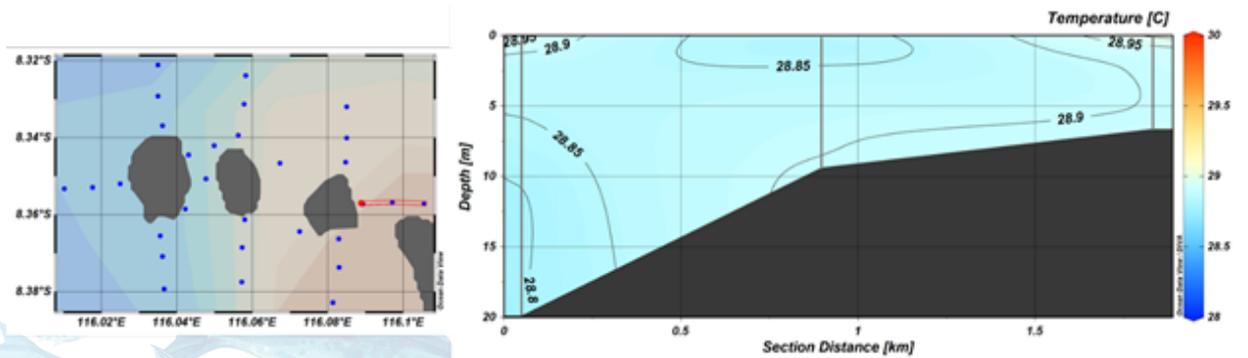
Gambar 16. Profil melintang suhu pada sisi utara Gili Matra



Gambar 17. Profil melintang suhu pada sisi selatan Gili Matra

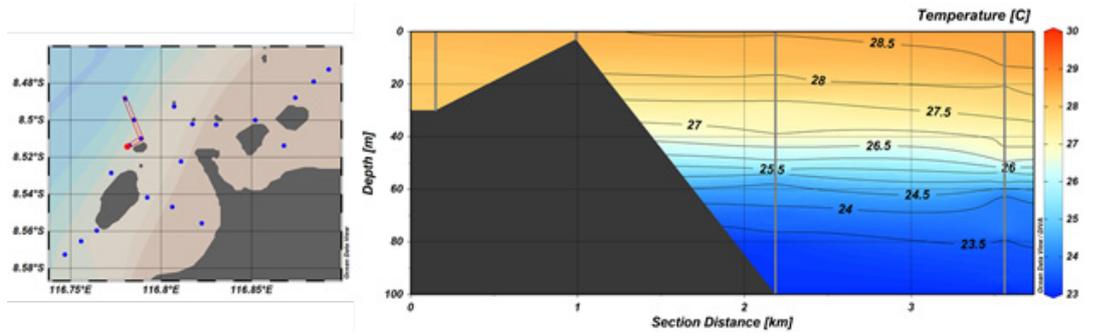


Gambar 18. Profil melintang suhu pada sisi barat Gili Matra

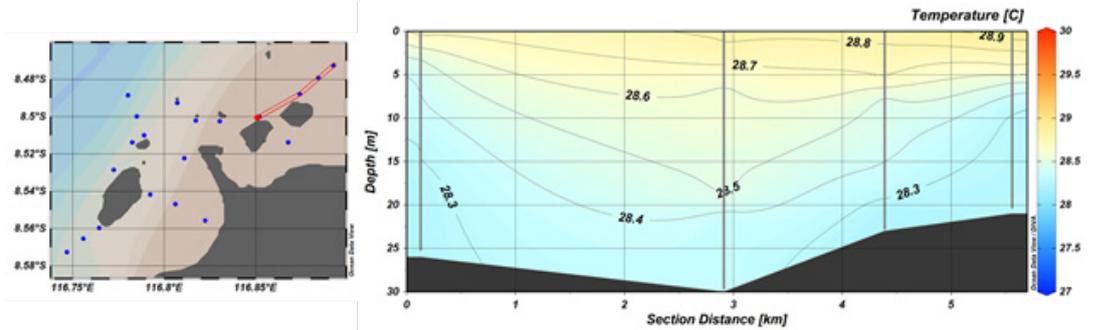


Gambar 19. Profil melintang suhu pada sisi timur Gili Matra

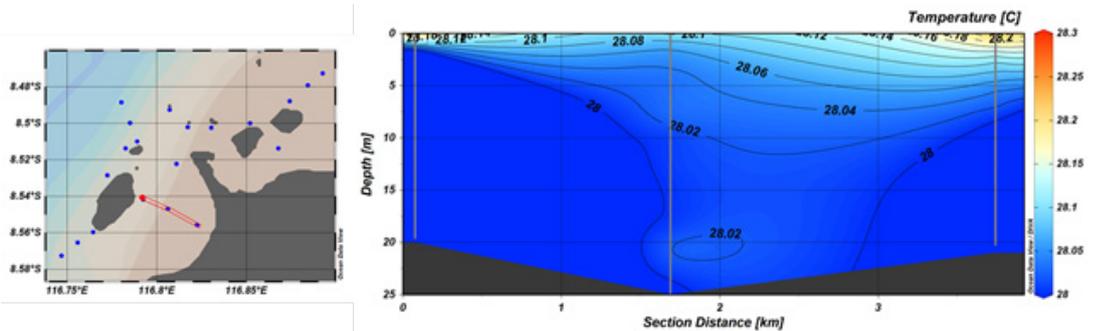
Profil melintang suhu di sisi utara Gili Balu di permukaan sekitar 28.5°C dan di kedalaman 20 m sekitar 28°C, sedangkan pada kedalaman 40 m suhu mencapai 27°C dan suhu di kedalaman 60 m sekitar 24.5°C. Nilai suhu di kedalaman 80 m sekitar 23.5°C dan suhu di kedalaman 100 m sekitar 23°C (Gambar 20). Profil melintang suhu sisi timur laut Gili Balu cenderung homogen berkisar antara 28.3°C - 28.9°C (Gambar 21). Profil melintang suhu sisi tenggara Gili Balu cenderung homogen yang berkisar antara 28.02°C - 28.2°C (Gambar 22). Profil melintang suhu sisi barat daya Gili Balu dengan kisaran 28.85°C - 28.9°C (Gambar 23).



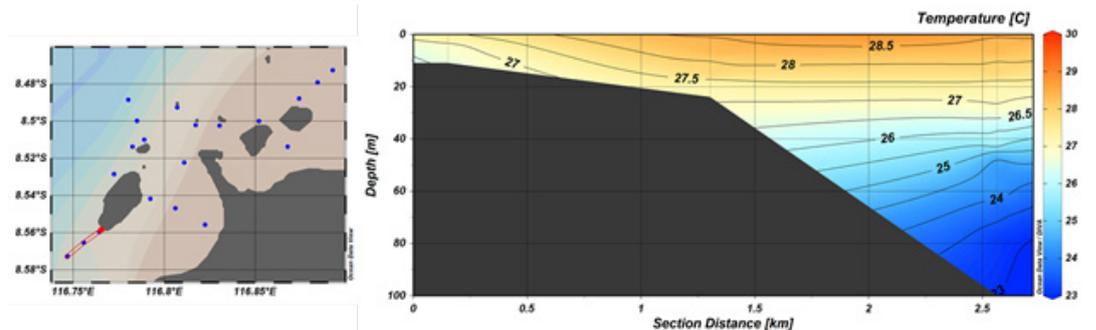
Gambar 20. Profil melintang suhu pada sisi utara Gili Balu



Gambar 21. Profil melintang suhu pada sisi timur laut Gili Balu



Gambar 22. Profil melintang suhu pada sisi tenggara Gili Balu



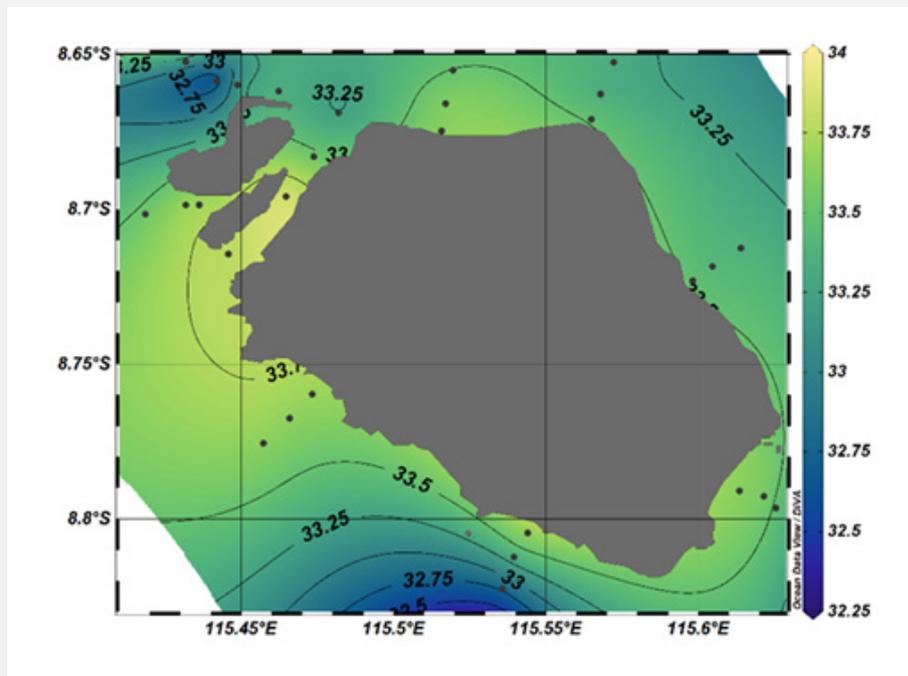
Gambar 23. Profil melintang suhu pada sisi barat daya Gili Balu

3.1.2. Sebaran Salinitas Permukaan dan Vertikal di Nusa Penida, Gili Matra dan Gili Balu.

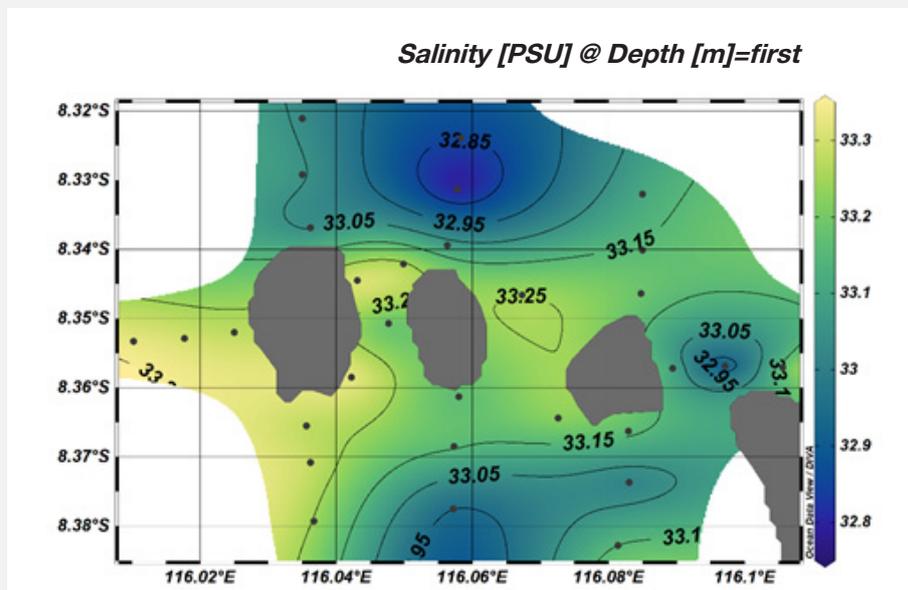
Salinitas permukaan secara spasial hasil pengukuran CTD di Perairan Nusa Penida memiliki nilai yang berkisar antara 32.75 psu hingga 33.5 psu. Secara umum memiliki karakter salinitas memiliki sedikit variasi, khususnya pada sisi utara dan selatan, serta di selat antara Nusa Penida dan Nusa Ceningan. Pada sisi utara Nusa Penida, distribusi salinitas permukaan memiliki nilai rata-rata 33.25 psu dan sedikit meningkat di area pesisir hingga mendekati 33.5 psu. Pada sisi selatan Nusa Penida, distribusi nilai salinitas cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan sisi utara dengan nilai yang berkisar antara 33.5 psu. Kisaran salinitas tertinggi hasil pengukuran di permukaan ditemukan di area selat (antara Nusa Penida dan Nusa Ceningan) dengan nilai salinitas rata-rata lebih dari 33.5 psu (Gambar 24).

Salinitas permukaan secara spasial hasil pengukuran CTD di Perairan Gili Matra memiliki nilai yang berkisar antara 33.85 psu hingga 33.25 psu. Karakter salinitas di Gili Matra memiliki variasi di beberapa lokasi, khususnya pada sisi utara dan selatan. Pada sisi utara Gili Matra, distribusi salinitas permukaan 33.85 psu – 33.15 psu, dengan titik salinitas rendah ditemukan di sisi utara Gili Meno. Pada sisi selatan Gili Matra, distribusi nilai salinitas berkisar antara 32.95 psu – 33.15 psu, kisaran salinitas yang sama juga ditemukan pada sisi timur Gili Matra (Gambar 25).

Salinitas permukaan secara spasial hasil pengukuran CTD di Perairan Gili Balu memiliki nilai yang berkisar antara 33.2 psu – 33.6 psu. Karakter salinitas di Gili Balu memiliki variasi di beberapa lokasi, khususnya pada sisi timur, tengah, dan barat area kajian. Pada sisi timur laut Gili Balu distribusi salinitas permukaan cenderung rendah dengan nilai berkisar antara 33.3 psu – 33.4 psu. Distribusi nilai salinitas rendah juga ditemukan pada sisi tenggara area kajian (mendekati daratan utama) dengan nilai salinitas 33.2 psu. Salinitas tinggi ditemukan pada sisi barat Pulau Belang dengan nilai salinitas mencapai lebih dari 33.5 psu (Gambar 26).

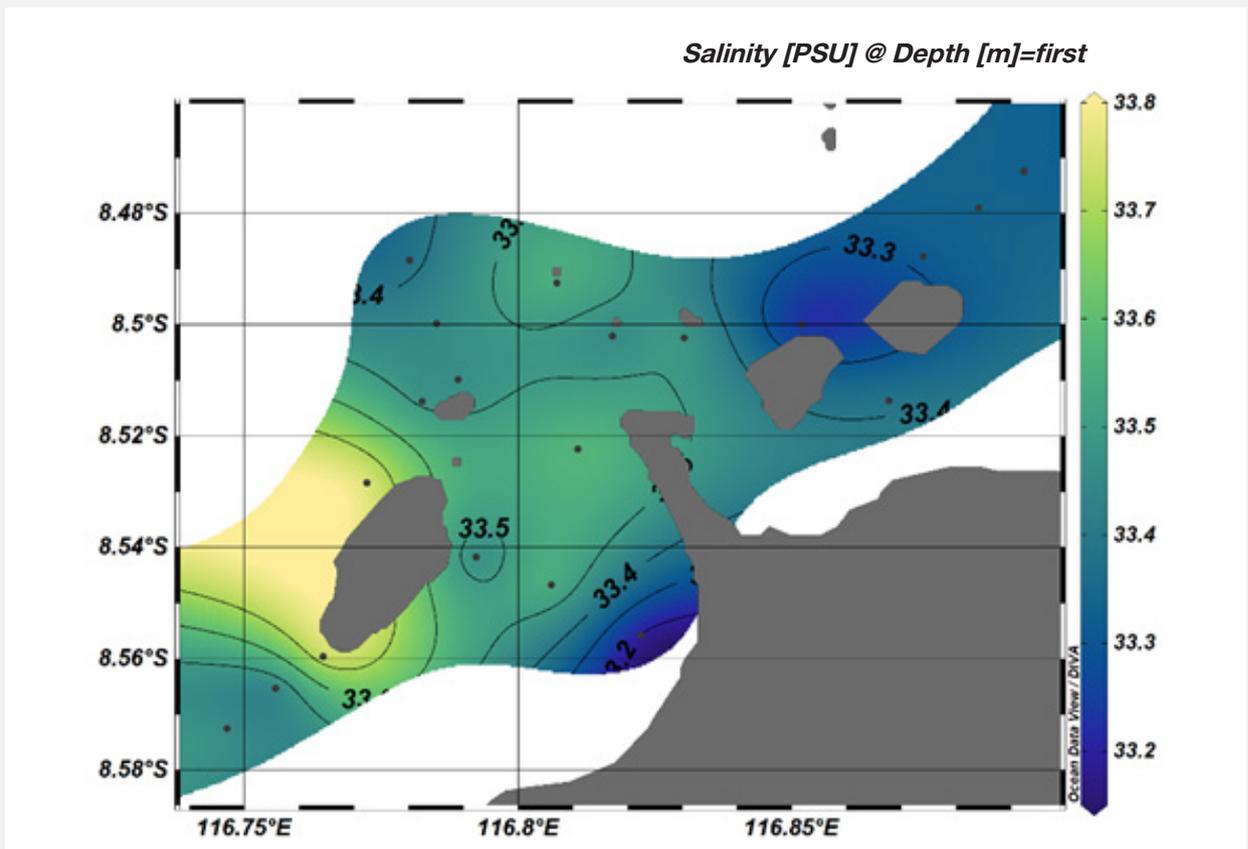


Gambar 24. Pola spasial salinitas permukaan di Nusa Penida.



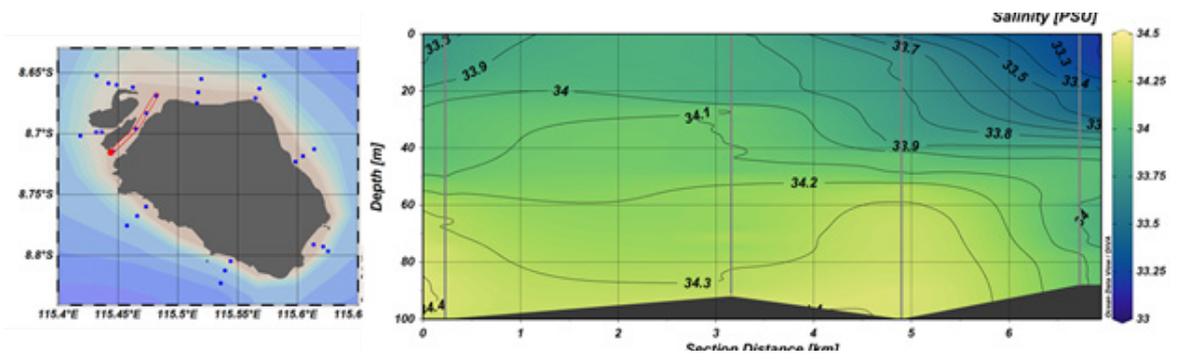
Gambar 25. Pola spasial suhu permukaan di Perairan Gili Matra.



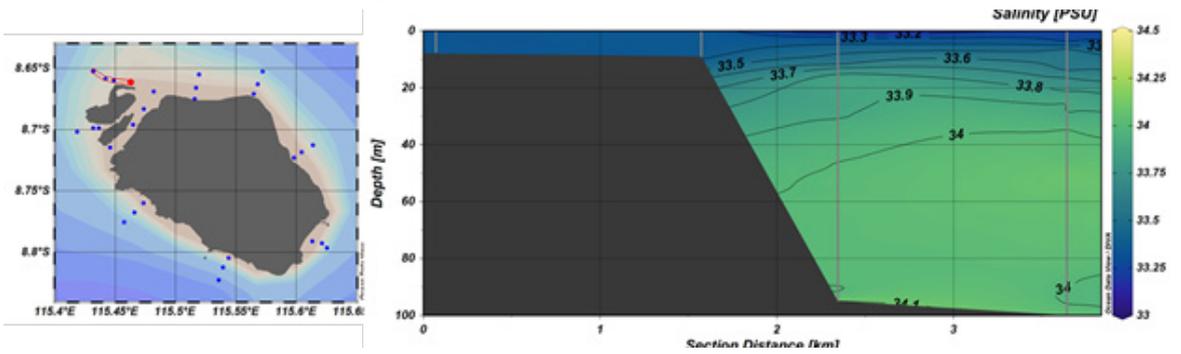


Gambar 26. Pola spasial salinitas permukaan di Perairan Gili Balu

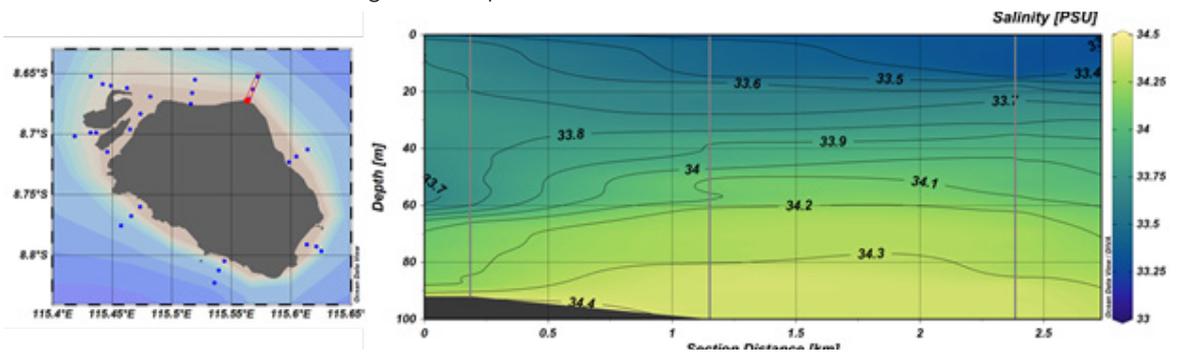
Profil melintang salinitas di celah antara Nusa Penida dan Nusa Ceningan di permukaan adalah 33.3 psu, pada kedalaman 20 m adalah 33.4 psu – 33.9 psu, kemudian nilai salinitas di kedalaman 40 m adalah 33.5 psu – 34.1 psu, pada kedalaman 60 m adalah 34 psu – 34.2 psu. Nilai salinitas di kedalaman 80 m berkisar di 34 psu – 34.4 psu. Kedalaman 100 memiliki salinitas berkisar 34 psu – 34.4 psu (Gambar 27). Profil melintang salinitas sisi Barat Nusa Penida pada permukaan adalah 33 psu dan di kedalaman 20 m berkisar 33.5 psu – 33.6 psu. Nilai salinitas di kedalaman 40 m adalah 34 psu. Nilai salinitas di kedalaman 60 m adalah 34 psu. Nilai salinitas di kedalaman 80 m adalah 25°C. Nilai salinitas di kedalaman 100 m adalah 34 psu (Gambar 28). Profil melintang salinitas sisi Utara Nusa Penida di permukaan adalah 33 psu dan di kedalaman 20 m berkisar 33.6 psu – 33.7 psu. Nilai salinitas di kedalaman 40 m adalah 33.8 psu – 33.9 psu. Nilai salinitas di kedalaman 60 m adalah 33.7 psu – 34.2 psu. Nilai salinitas di kedalaman 80 m adalah 34.2 psu – 34.3 psu. Nilai salinitas di kedalaman 100 m adalah 34.4 psu (Gambar 29). Profil melintang salinitas sisi Timur Nusa Penida di permukaan adalah 33.5 psu dan di kedalaman 20 m sekitar 33.6 psu. Nilai salinitas di kedalaman 40 m adalah 33.6 psu – 33.8 psu dan salinitas di kedalaman 60 m berkisar 34.1 psu – 34.3 psu (Gambar 30). Profil melintang salinitas sisi Selatan Nusa Penida di permukaan adalah 33.75 psu, nilai salinitas di kedalaman 20 m berkisar 33.7 psu – 33.9 psu dan nilai salinitas di kedalaman 40 m berkisar 33.8 psu – 34 psu. Nilai salinitas di kedalaman 60 m adalah 33.8 psu – 34.1 psu dan salinitas di kedalaman 80 m adalah 34.2 psu (Gambar 31).



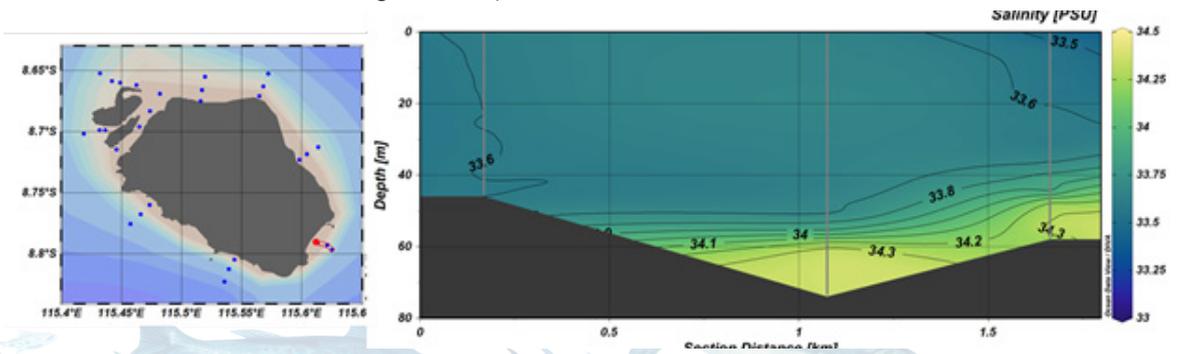
Gambar 27. Profil melintang salinitas di antara Nusa Penida dan Nusa Ceningan



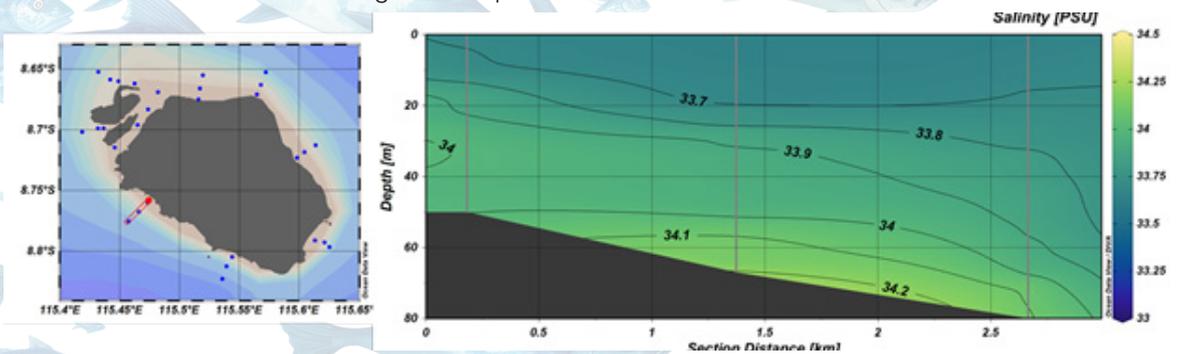
Gambar 24. Profil melintang salinitas pada sisi barat Nusa Penida



Gambar 29. Profil melintang salinitas pada sisi utara Nusa Penida

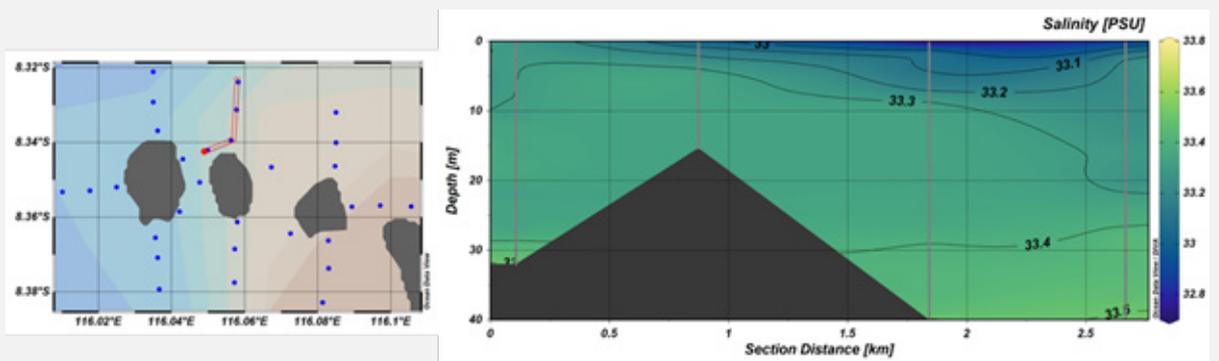


Gambar 30. Profil melintang salinitas pada sisi timur Nusa Penida

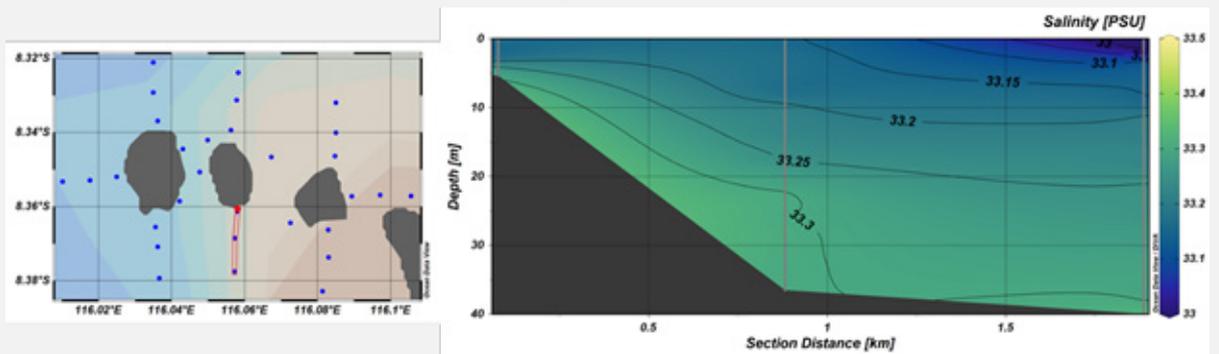


Gambar 31. Profil melintang salinitas pada sisi selatan Nusa Penida

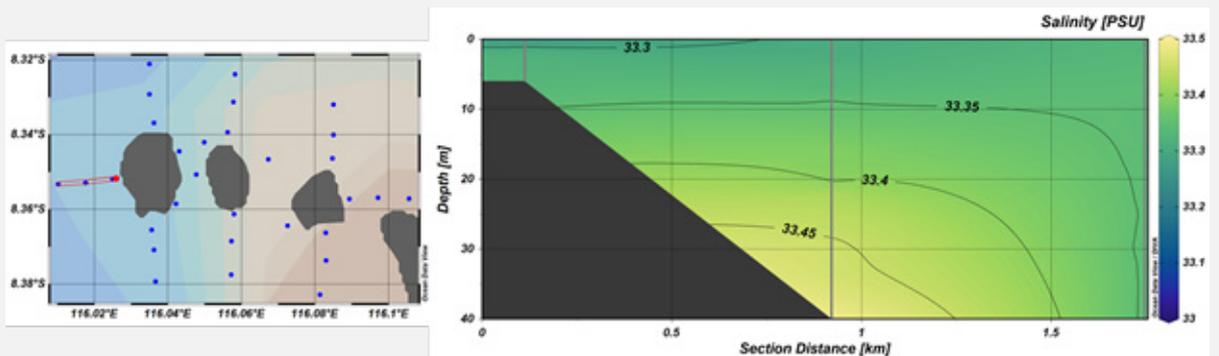
Profil melintang salinitas di sisi Utara Gili Matra. Nilai salinitas di permukaan adalah 33 psu, nilai salinitas di kedalaman 20 m adalah 33.3 psu – 33.4 psu, dan nilai salinitas di kedalaman 40 m adalah 33.5 psu (Gambar 32). Profil melintang salinitas sisi Selatan Gili Matra di permukaan adalah 33 psu dan nilai salinitas di kedalaman 20 m berkisar 33.25 psu – 33.3 psu dan nilai salinitas di kedalaman 40 m adalah 33.3 psu (Gambar 33). Profil melintang salinitas sisi Barat Gili Matra di permukaan adalah 33.3 psu, nilai salinitas di kedalaman 20 m berkisar 33.35 psu – 33.4 psu, dan nilai salinitas di kedalaman 40 m berkisar 33.35 psu – 33.5 psu (Gambar 34). Profil melintang salinitas sisi Timur Gili Matra di permukaan adalah 32.9 psu, nilai salinitas di kedalaman 10 m adalah 33.2 psu – 33.25 psu, dan di kedalaman 20 m adalah 33.2 psu (Gambar 35).



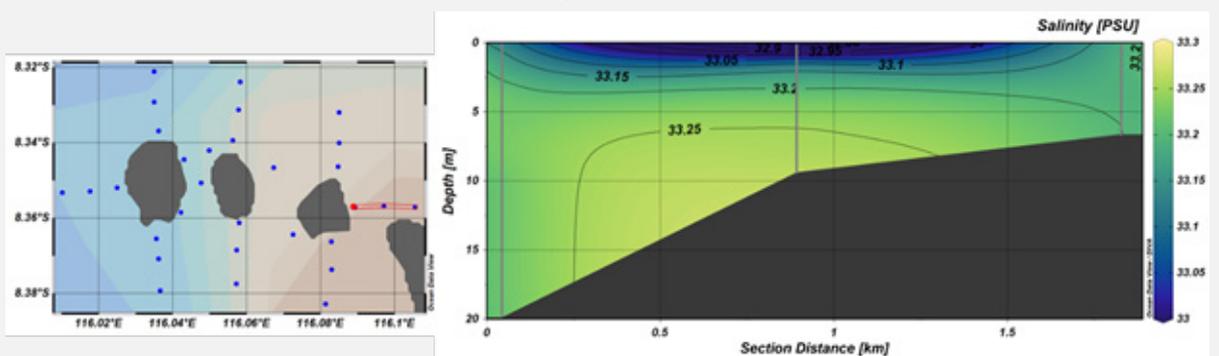
Gambar 32. Profil melintang salinitas pada sisi utara Gili Matra



Gambar 33. Profil melintang salinitas pada sisi selatan Gili Matra.

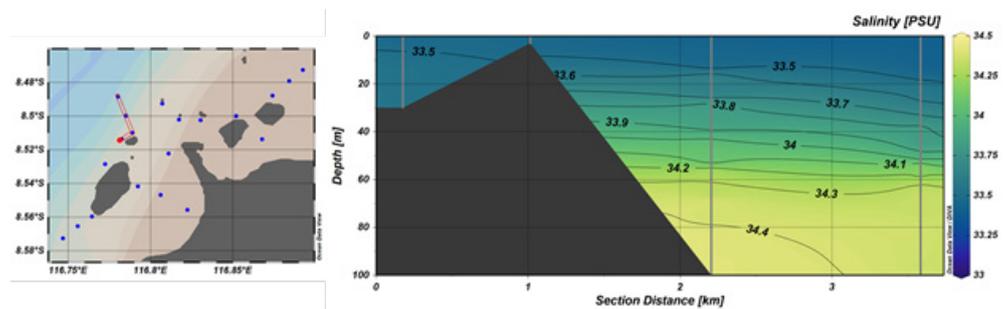


Gambar 34. Profil melintang salinitas pada sisi barat Gili Matra.

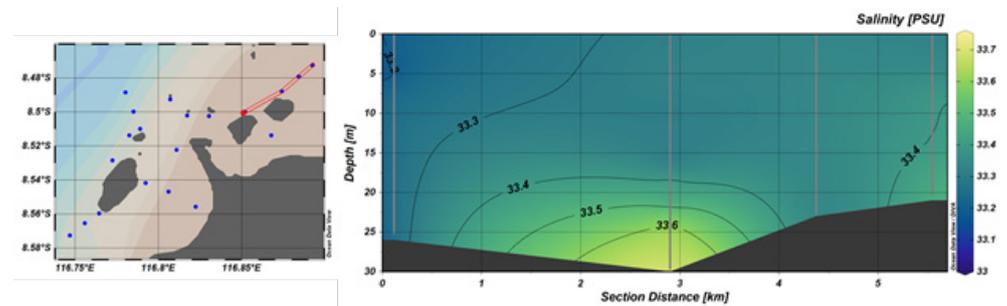


Gambar 35. Profil melintang salinitas pada sisi timur Gili Matra

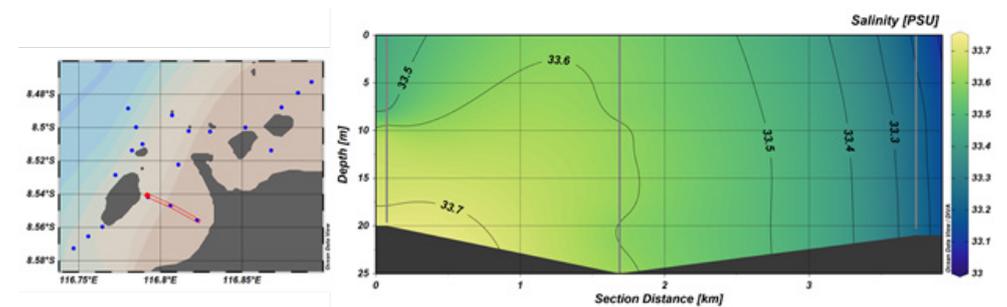
Profil melintang salinitas di sisi Utara Gili Balu di permukaan adalah 33.5 psu dan nilai salinitas di kedalaman 20 m adalah 33.6 psu. Nilai salinitas di kedalaman 40 m adalah 33.9 psu dan nilai salinitas di kedalaman 60 m adalah 34.2 psu. Nilai salinitas di kedalaman 80 m adalah 34.4 psu dan nilai salinitas di kedalaman 100 m adalah 34.4 psu (Gambar 36). Profil melintang salinitas sisi Timur Laut Gili Balu di permukaan adalah 33.2 psu – 33.4 psu, nilai salinitas di kedalaman 15 m adalah 33.3 psu – 33.4 psu, dan nilai salinitas di kedalaman 30 m adalah 33.7 psu (Gambar 37). Profil melintang salinitas sisi Tenggara Gili Balu di permukaan adalah 33 psu – 33.4 psu, nilai salinitas di kedalaman 10 m adalah 33 psu – 33.6 psu, dan nilai salinitas di kedalaman 20 m adalah 33 psu - 33.7 psu (Gambar 38). Profil melintang salinitas sisi Barat Daya Gili Balu di permukaan adalah 33.4 psu dan nilai salinitas di kedalaman 20 m adalah 33.8 psu. Nilai salinitas di kedalaman 40 m adalah 34 psu, nilai salinitas di kedalaman 60 m adalah 34.2 psu – 34.3 psu. Nilai salinitas di kedalaman 80 m adalah 34.4 psu dan nilai salinitas di kedalaman 100 m adalah 34.4 psu (Gambar 39).



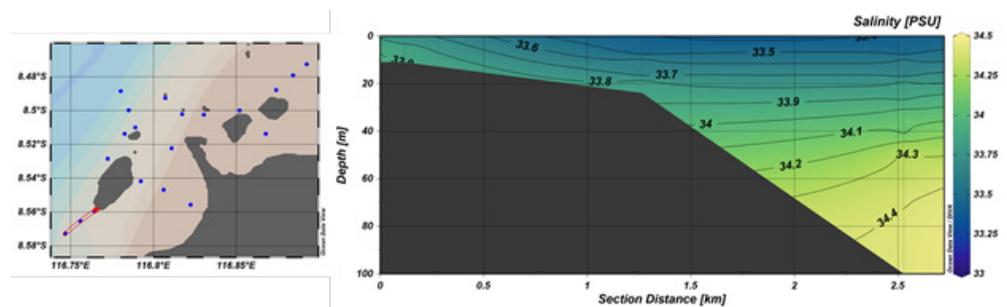
Gambar 36. Profil melintang salinitas pada sisi utara Gili Balu



Gambar 37. Profil melintang salinitas pada sisi timur laut laut Gili Balu



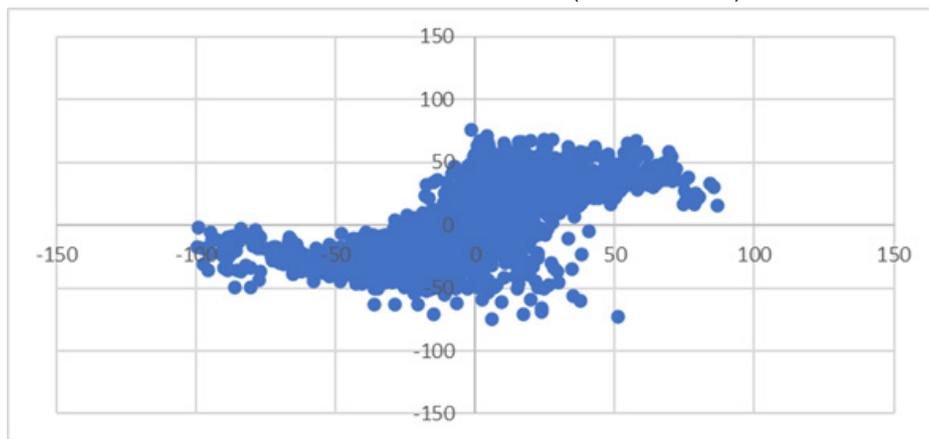
Gambar 38. Profil melintang salinitas pada sisi tenggara Gili Balu



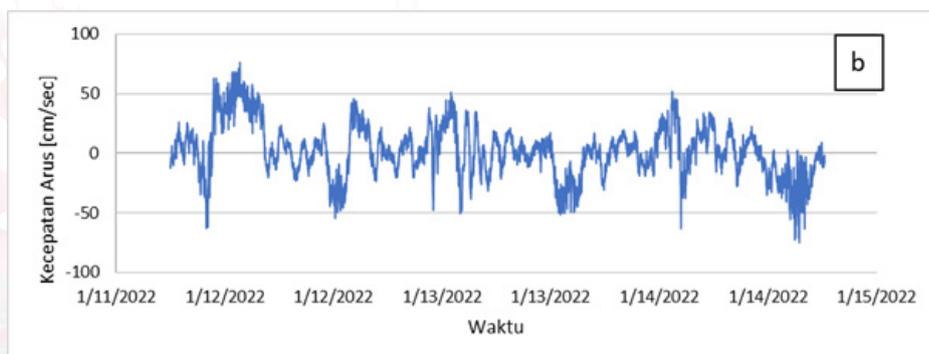
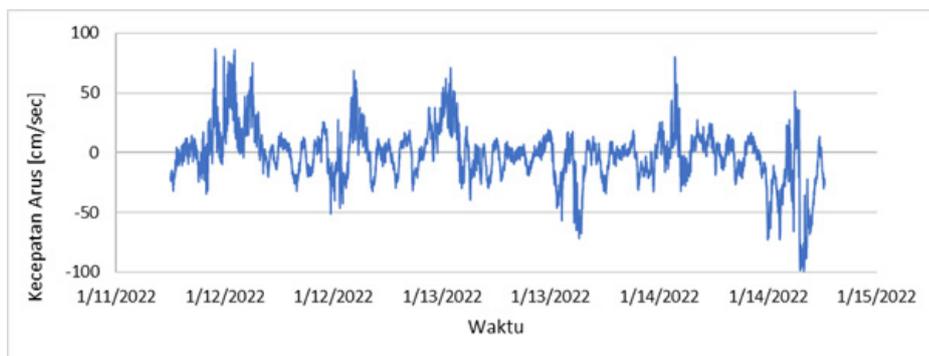
Gambar 39. Profil melintang salinitas pada sisi barat daya Gili Balu

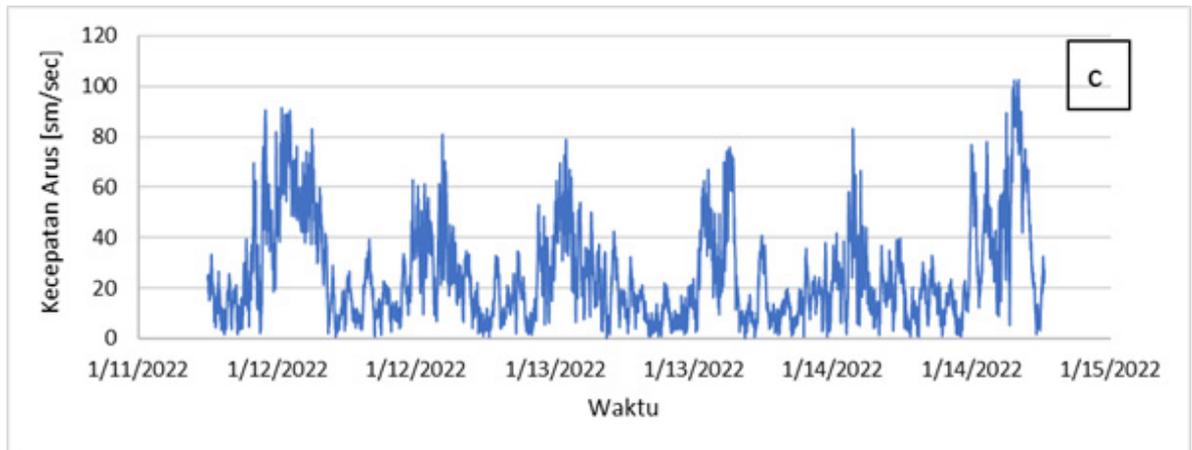
3.1.3. Kondisi arus permukaan di Perairan di Nusa Penida, Gili Matra dan Gili Balu.

Hasil pengukuran arus di tiga perairan yaitu Nusa Penida, Gili Matra dan Gili Balu ditampilkan dalam diagram pencar, plot seri waktu komponen u dan v, serta resultan arus. Pada Perairan Nusa Penida, diagram pencar menunjukkan komponen arus yang memiliki resultan positif jadi ketika nilai u positif dan nilai v pun positif dan ketika nilai u negatif maka nilai v juga negatif. Kecepatan arus komponen zonal (u) dan meridional (v) pada saat pengukuran (Gambar 41). Nilai komponen kecepatan arus u berkisar -99.78 cm/sec - 86.68 cm/sec, nilai komponen kecepatan arus u negatif menunjukkan arah komponen ke barat sedangkan jika nilai positif menunjukkan arah komponen ke timur. Nilai komponen kecepatan arus v berkisar -75.16 cm/sec - 76.22 cm/sec, nilai komponen kecepatan arus v negatif menunjukkan arah komponen ke selatan sedangkan jika nilai positif menunjukkan arah komponen ke utara. Visualisasi komponen u dan v memiliki pola yang sama jadi ketika nilai u positif nilai v juga positif, begitu pula ketika nilai u negatif nilai v juga negatif. Pola arah kecepatan arus dominan ke arah Timur Laut dan Barat Daya selama periode pengukuran. Fluktuasi resultan kecepatan arus di perairan Nusa penida disajikan secara time series pada (Gambar 41 c). Nilai kecepatan arus berkisar 0 cm/sec - 102.25 cm/sec dengan kecepatan rata-rata 25.29 cm/sec. Pola arus juga digambarkan dengan stick plot arus di Nusa Penida selama observasi dan terlihat orientasi arus ke arah timur laut dan barat daya dengan kecepatan berkisar 0.3 m/s - 0.4 m/s ke arah barat daya dan 0.4 m/s - 0.6 m/s ke arah timur laut (Gambar 42).

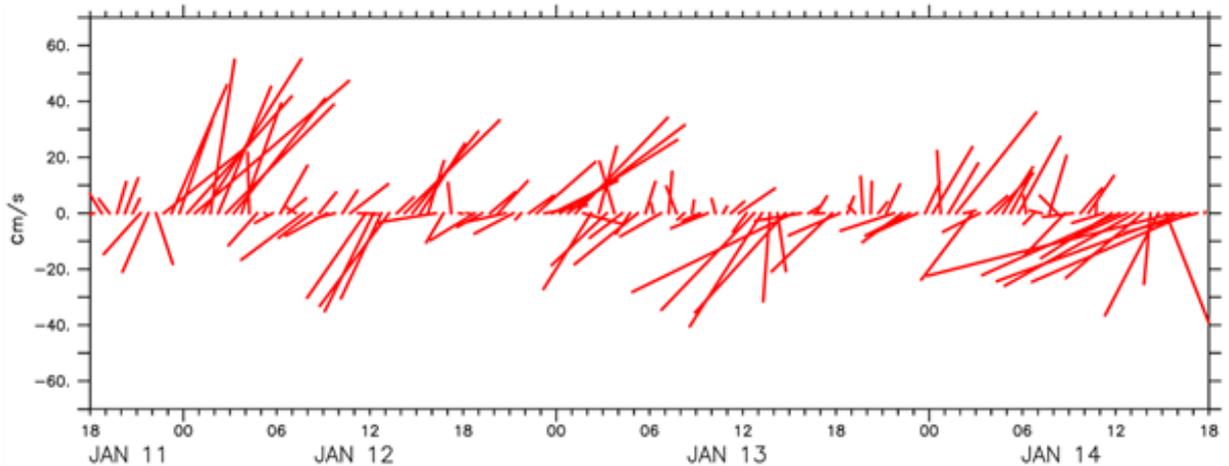


Gambar 40. Diagram Pencar Arus Nusa Penida



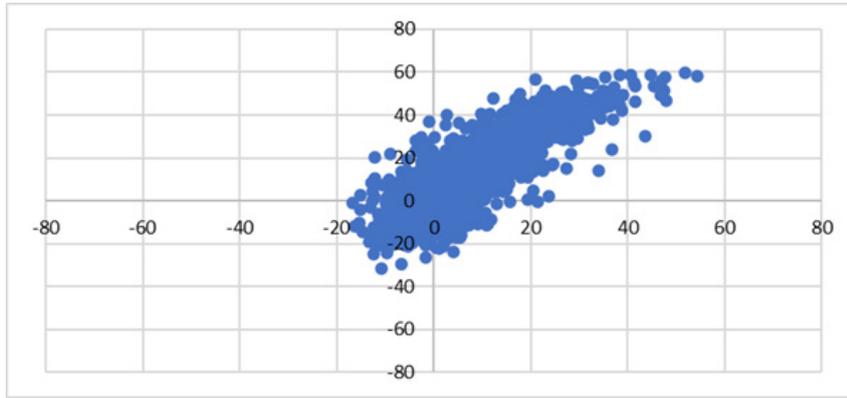


Gambar 41. Grafik Kecepatan Arus a) Komponen Zonal, b) Komponen Meridional, c) Resultan

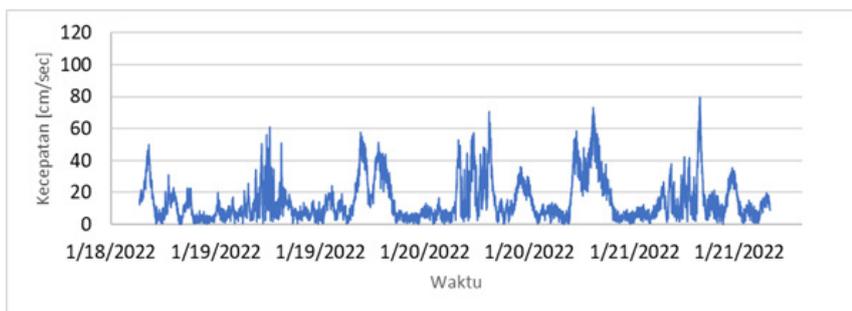
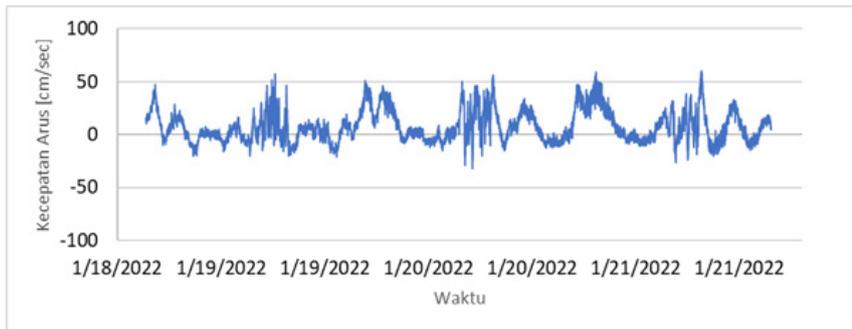
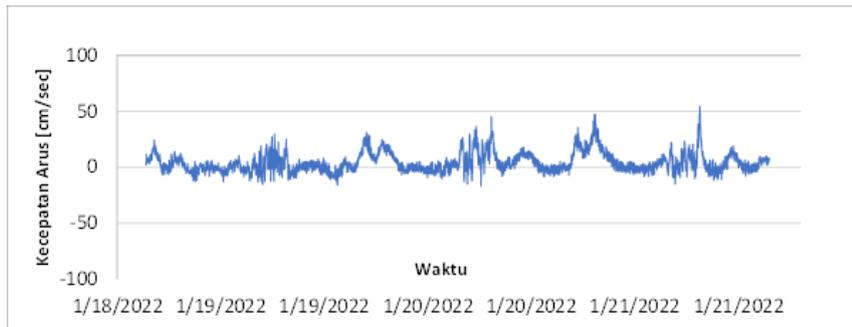


Gambar 42. Stick plot arus hasil observasi di Nusa Penida (cm/s)

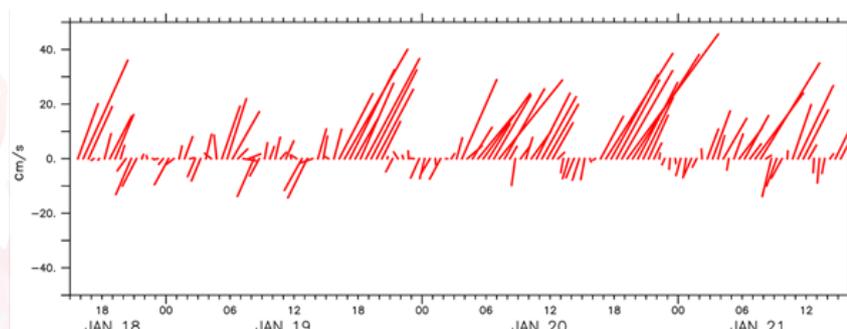
Diagram pencar arus di Gili Matra yang menunjukkan arus dominan berada di kuadran 1 dan kuadran 3. Diagram pencar menunjukkan komponen arus yang memiliki resultan positif jadi ketika nilai u positif dan nilai v pun positif dan ketika nilai u negatif maka nilai v juga negatif (Gambar 43). Nilai kecepatan arus pada komponen zonal (u) dan meridional (v) pada saat pengukuran disajikan pada Gambar 44a dan Gambar 44b. Nilai komponen kecepatan arus u berkisar $54.41 \text{ cm/sec} - -16.79 \text{ cm/sec}$, nilai komponen kecepatan arus u negatif menunjukkan arah komponen ke kiri sedangkan jika nilai positif menunjukkan arah komponen ke kanan. Nilai komponen kecepatan arus v berkisar $59.95 \text{ cm/sec} - -31.81 \text{ cm/sec}$, nilai komponen kecepatan arus v negatif menunjukkan arah komponen ke bawah sedangkan jika nilai positif menunjukkan arah komponen ke atas. Fluktuasi komponen u dan komponen v memiliki kemiripan pola dimana saat nilai u positif nilai v juga positif, begitu pula ketika nilai u negatif nilai v juga negatif. Resultan arah kecepatan arus dominan ke arah Timur Laut selama periode pengukuran. Fluktuasi resultan kecepatan arus di perairan Gili Matra secara time series (Gambar 44a-c). Nilai kecepatan arus berkisar $0 \text{ cm/sec} - 79.55 \text{ cm/sec}$ dengan kecepatan rata-rata 15.07 cm/sec . Arus di Gili Matra cenderung kencang dikarenakan terletak di Selat sehingga arus akan lebih kencang dibandingkan wilayah terbuka. Pola arus digambarkan melalui stick plot arus di Gili Matra selama observasi yang terlihat pola dominan ke arah timur laut dan sebagian menuju barat daya dengan kecepatan berkisar $0.2 \text{ m/s} - 0.4 \text{ m/s}$ ke arah timur laut dan $0.05 \text{ m/s} - 0.1 \text{ m/s}$ ke arah barat daya (Gambar 45).



Gambar 43. Diagram Pencar Arus Gili Matra

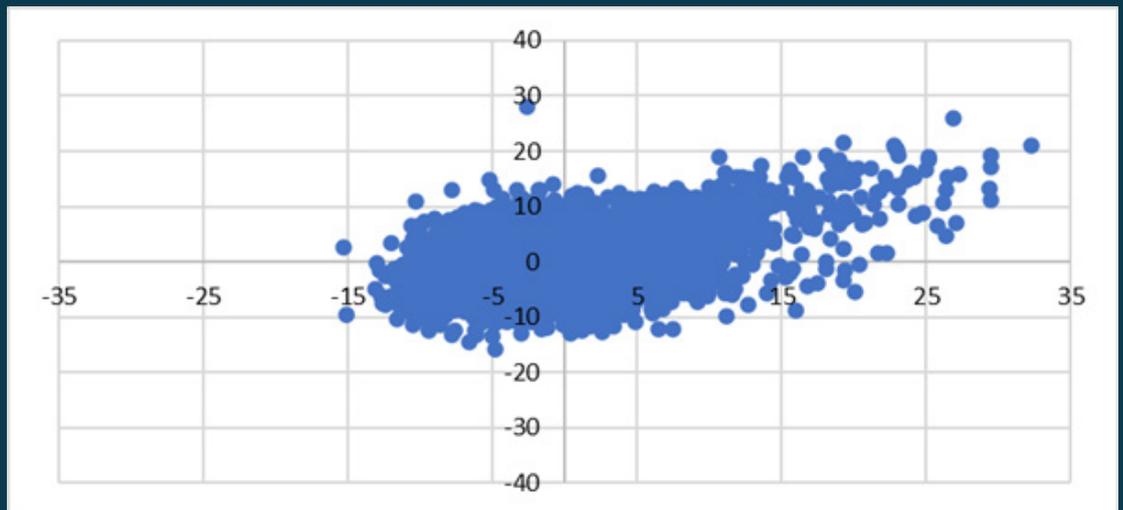


Gambar 44. Grafik Kecepatan Arus a) Komponen Zonal, b) Komponen Meridional, c) Resultan

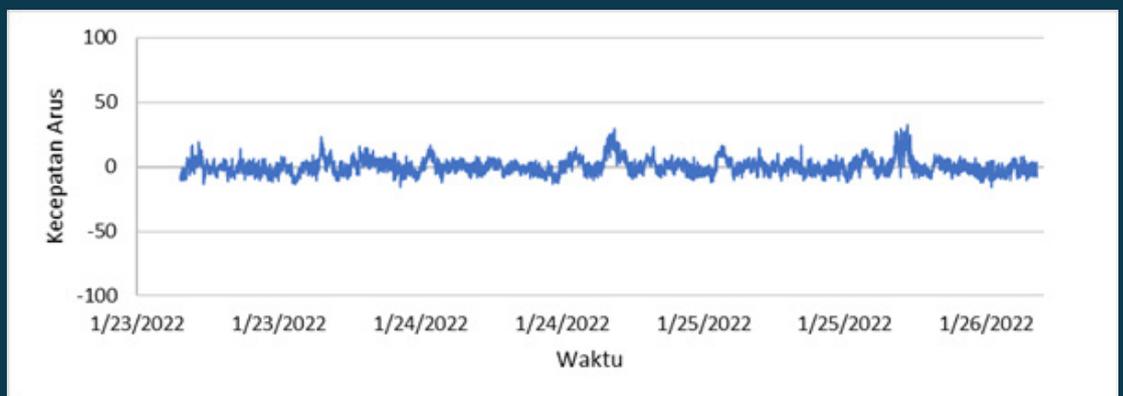


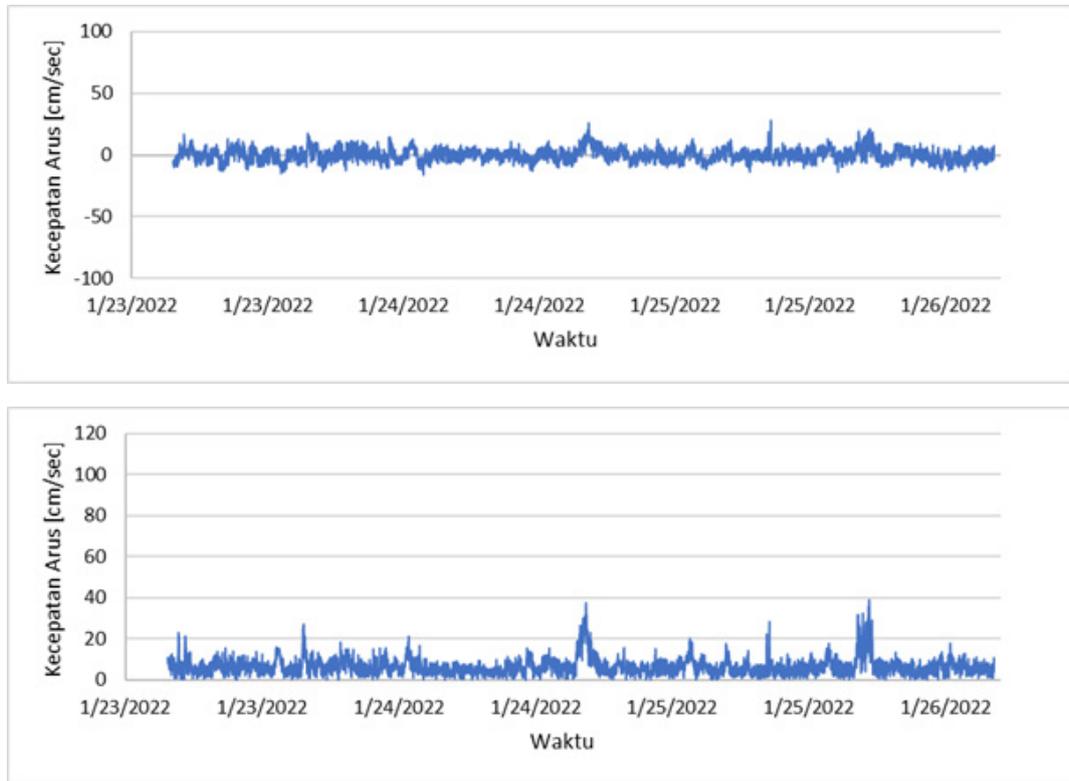
Gambar 45. Stick plot arus hasil observasi di Gili Matra (cm/s)

Kecepatan arus digambarkan dengan diagram pencar arus di Gili Matra (Gambar 46) yang menunjukkan arus dominan berada di kuadran 1 dan kuadran 3. Diagram pencar menunjukkan komponen arus yang memiliki resultan positif jadi ketika nilai u positif dan nilai v pun positif dan ketika nilai u negatif maka nilai v juga negatif. Nilai komponen kecepatan arus u berkisar 32.29 cm/sec - -15.3 cm/sec, nilai komponen kecepatan arus u negatif menunjukkan arah komponen ke kiri sedangkan jika nilai positif menunjukkan arah komponen ke kanan. Nilai komponen kecepatan arus v berkisar 28.14 cm/sec - -15.67 cm/sec, nilai komponen kecepatan arus v negatif menunjukkan arah komponen ke bawah sedangkan jika nilai positif menunjukkan arah komponen ke atas. Komponen u dan komponen v memiliki pola yang sama jadi ketika nilai u positif nilai v juga positif, begitu pula ketika nilai u negatif nilai v juga negatif (Gambar 47a dan Gambar 47b). Resultan arah kecepatan arus memiliki arah yang lebih bervariasi dibandingkan dengan Nusa Penida dan Gili Matra. Fluktuasi resultan kecepatan arus di perairan Gili Matra disajikan pada Nilai kecepatan arus berkisar 0 cm/sec – 38.52 cm/sec dengan kecepatan rata-rata 6.7 cm/sec. Arus di Gili Balu cenderung lebih tenang dikarenakan terletak di wilayah yang lebih tertutup sehingga tidak dipengaruhi arus samudra secara langsung (Gambar 47c). Stick plot arus di Gili Balu selama observasi yang terlihat pola cukup acak dengan kecepatan berkisar 0.02 m/s – 0.15 m/s. Namun kecepatan tertinggi menunjukkan ke arah timur laut dan barat daya (Gambar 48).

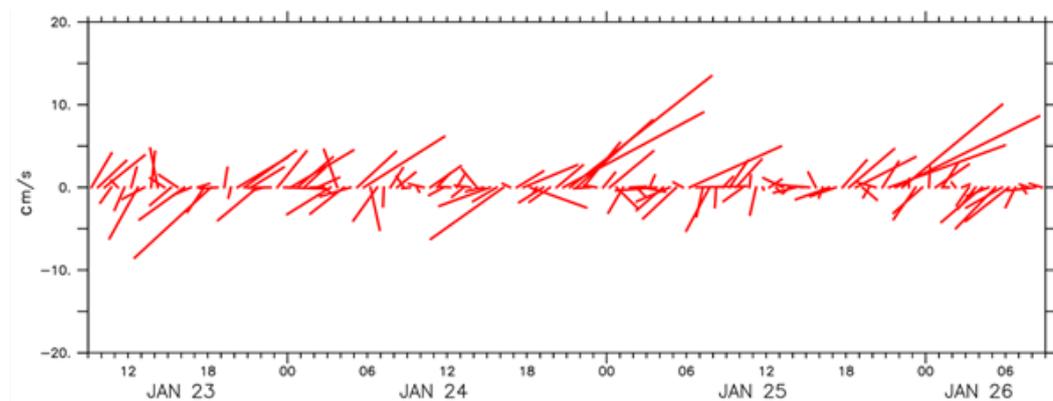


Gambar 46. Diagram Pencar Arus Gili Balu





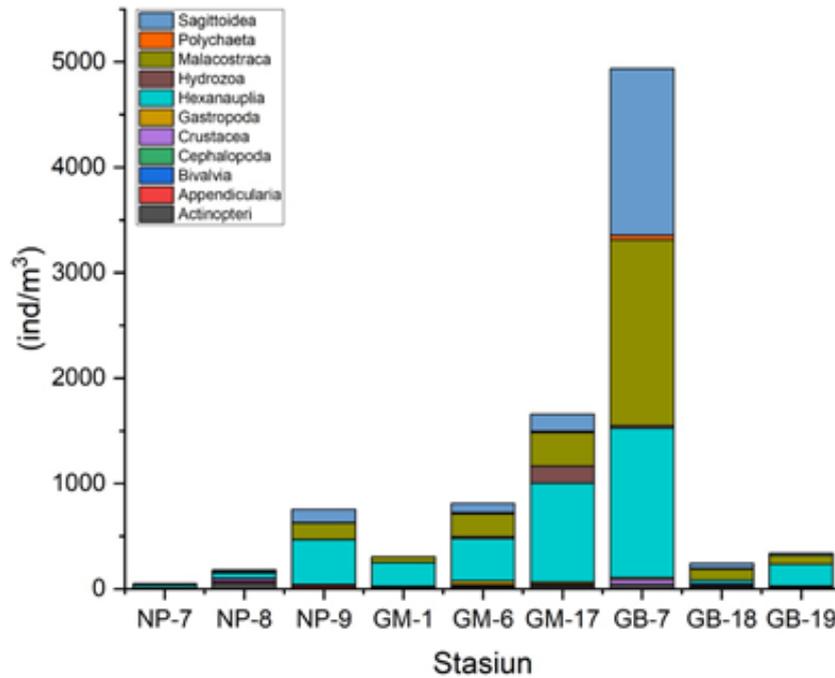
Gambar 47. Grafik Kecepatan Arus a) Komponen Zonal, b) Komponen Meridional, c) Resultan



Gambar 48. Stick plot arus hasil observasi di Gili Balu (cm/s)

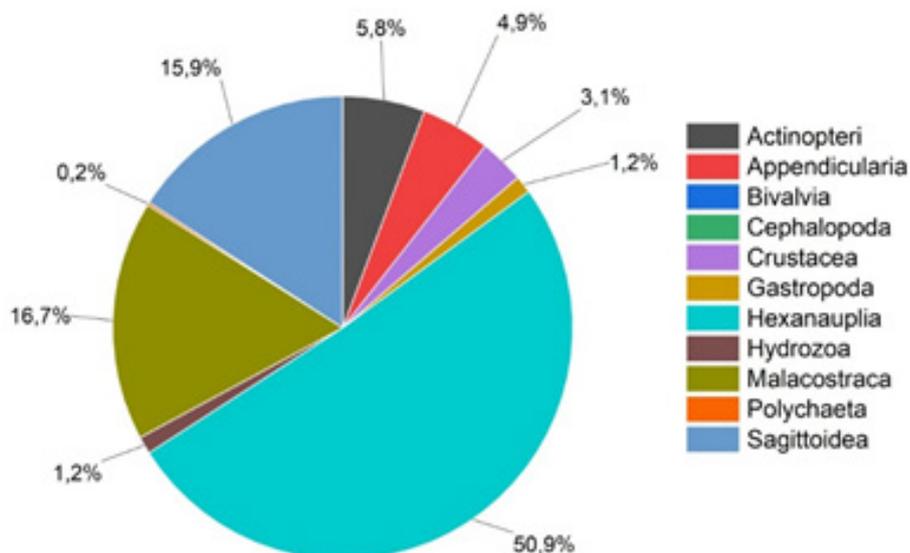
3.2 Identifikasi dan Kelimpahan Larva

Di perairan Nusa Penida, kelimpahan larva tertinggi terdapat di stasiun NP9 sebesar 756 ind/m³ dan kelimpahan larva terendah terdapat di stasiun NP7 sebesar 49 ind/m³. Adapun kelas larva yang dominan ditemukan pada semua stasiun perairan Nusa Penida adalah Hexanauplia. Kelimpahan larva tertinggi di perairan Gili Matra terdapat di stasiun GM17 sebesar 1656 ind/m³ dan terendah sebesar 305 ind/m³ di stasiun GM1. Kelas larva yang mendominasi ketiga stasiun di perairan Gili Matra adalah Hexanauplia. Selanjutnya kelimpahan larva tertinggi di perairan Gili Balu yaitu sebesar 4936 ind/m³ di stasiun GB7 dan terendah 242 ind/m³ di stasiun GB18. Pada stasiun GB7, kelimpahan didominasi oleh 3 kelas besar yaitu Hexanauplia, Malacostraca, dan Sagittioidea. Kelimpahan di stasiun GB19 juga didominasi oleh kelas Hexanauplia, namun pada stasiun GB18 dominasi utama oleh kelas Malacostraca (Gambar 49).

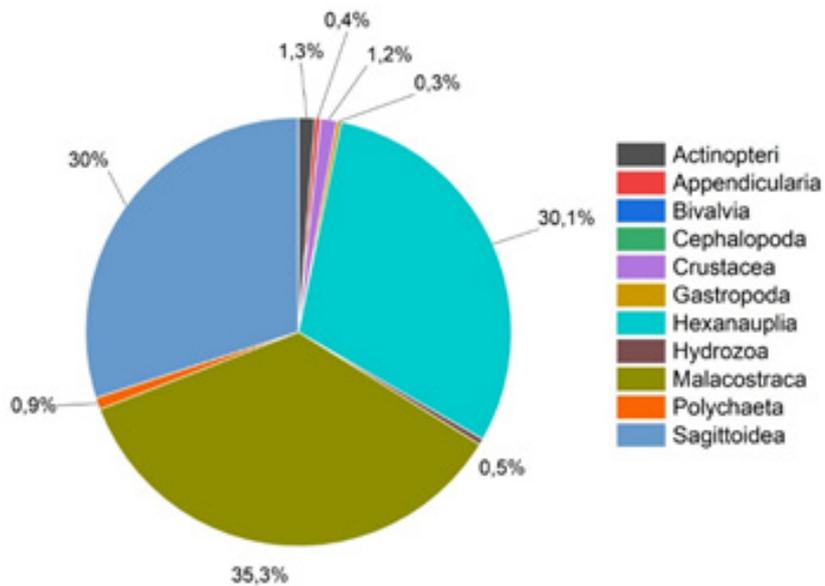


Gambar 49. Kelimpahan larva di perairan Nusa Penida, Gili Matra, dan Gili Balu

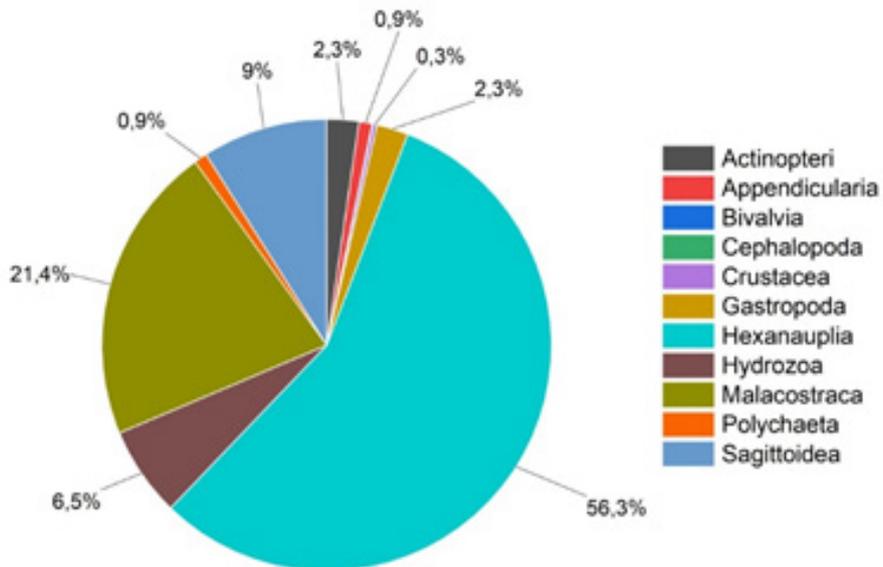
Informasi larva di semua stasiun dan wilayah pengamatan dikelompokkan pada 11 kelas, yaitu Actinopteri, Appendicularia, Bivalvia, Cephalopoda, Crustacea, Gastropoda, Hexanauplia, Hydrozoa, Malacostraca, Polychaeta, dan Sagittoidea. Di perairan Nusa Penida, komposisi larva tertinggi terdapat pada kelas Hexanauplia sebesar 50.9% (Gambar 50). Larva di perairan Gili Matra sendiri didominasi oleh kelas Malacostraca sebesar 35.5% (sedikit lebih tinggi dibandingkan kelas Hexanauplia sebesar 30.1 %) (Gambar 51), dan di perairan Gili Balu juga didominasi oleh kelas Hexanauplia sebesar 56.3 % (Gambar 52). Hal ini mengindikasikan adanya kesamaan karakteristik perairan, bahkan jenis massa air untuk ketiga wilayah tersebut.



Gambar 50. Komposisi larva di perairan Nusa Penida



Gambar 51. Komposisi larva di perairan Gili Matra



Gambar 52. Komposisi larva di perairan Gili Balu

Tabel 3. Lokasi pengambilan data parameter fisika, kimia dan larva ikan di Perairan Gili Balu

	NP-7	NP-8	NP-9	GB-7	GB-18	GB-19	GM-1	GM-6	GM-17
Jumlah taksa	4	9	19	22	17	20	16	20	20
Indeks keragaman (H')	1.28	1.90	1.98	1.94	2.47	1.74	1.59	2.34	1.93
Indeks keseragaman (E)	0.93	0.86	0.67	0.63	0.87	0.58	0.57	0.78	0.64
Indeks dominansi (D)	0.30	0.18	0.23	0.21	0.10	0.35	0.34	0.14	0.28

Indeks keragaman larva di perairan Nusa Penida berkisar 1.284-1.976. Nilai tersebut menunjukkan kondisi keanekaragaman kecil dan kestabilan komunitas rendah. Indeks keseragaman memiliki rentang nilai 0,57-0,93 dan menunjukkan kondisi komunitas yang labil hingga stabil. Indeks dominansi di perairan Nusa Penida menunjukkan nilai minimum 0.18 dan maksimum 0.303. Nilai tersebut menunjukkan tingkat dominansi yang rendah di perairan tersebut. Perairan Gili Matra menunjukkan rentang Indeks Keanekaragaman 1.592-2.336, Indeks keseragaman 0.574-0.78, dan Indeks dominansi 0.144 – 0.342. Nilai Indeks keseragaman tersebut menunjukkan komunitas yang labil. Keanekaragaman kecil dan kestabilan komunitas rendah. Indeks dominansi menunjukkan kategori rendah karena $<0,5$. Perairan Gili Balu menunjukkan kisaran nilai 1.736-2.471 untuk indeks keragaman dan nilai tersebut menunjukkan komunitas yang berkeanekaragaman rendah dan stabilitas komunitas kecil. Kecuali nilai maksimum 2.471 menunjukkan keanekaragaman dan kestabilan komunitas yang sedang. Indeks keseragaman menunjukkan 0.579-0.872 yang mengindikasikan komunitas labil hingga stabil. Rentang indeks dominansi yaitu 0.104 – 0.352 menunjukkan rendahnya tingkat dominansi larva di perairan Gili Balu.

3.3 Trajektori Sebaran Larva di WPP 713 dan 573

3.3.1 Trajektori sebaran larva di WPP 713 dan 573 pada Musim Barat

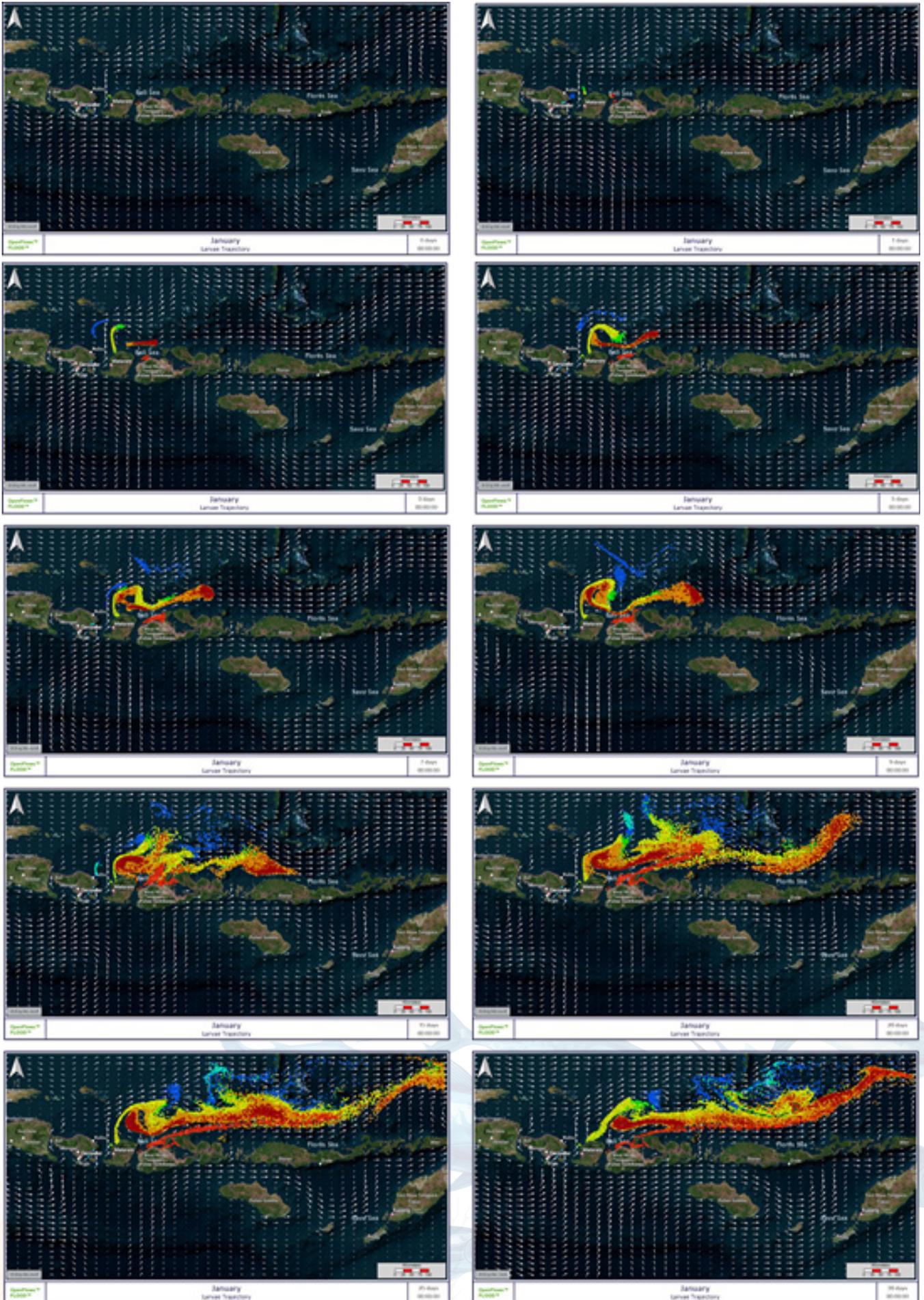
Hasil simulasi model trajektori larva pada 9 titik pengambilan sampel larva di wilayah Lesser Sunda saat bulan Januari yang mewakili musim barat menunjukkan larva di seluruh titik stasiun di Nusa Penida, Gili Matra, dan Gili Balu bergerak dominan ke utara di sekitar Laut Bali dan Laut Flores. Pada hari ke-1 larva di Nusa Penida secara cepat memasuki Selat Lombok menuju ke utara dengan sebagian terdampar di sebuah teluk kecil di utara Nusa Penida, begitu pula dengan larva di Gili Matra dan Gili Balu yang menuju ke utara dari titik pelepasan larva namun masih di sekitar titik pelepasan larva. Pada hari ke-3 larva dari Nusa Penida yang menuju ke utara sejauh 100 km dari Nusa Penida dan kemudian di belokkan ke timur menuju Laut Flores, begitu pula dengan larva dari Gili Matra yang bergerak ke utara dan dibelokkan ke timur hingga 75 km dari titik pelepasan, sementara larva dari Gili Balu mengalami penyebaran ke timur dan ke barat sekitar 50 km dari titik pelepasan.

Pada hari ke-5 larva dari Nusa Penida terus bergerak menuju timur memasuki Laut Flores Larva dari Gili Matra nampak terjebak oleh pusaran air searah jarum jam di utara 25 – 75 km di utara Pulau Lombok bersama sebagian larva dari Gili Balu, sebagian larva dari Gili Balu bergerak ke timur menuju Laut Flores dan sebagian kecil menyebar di pesisir utara Pulau Sumbawa di sebelah barat Pulau Mojo. Pada hari ke-7 larva yang dilepas pada hari pertama dari Nusa Penida semakin menyebar di sekitar kepulauan di utara Sumbawa sekitar 150 km ke arah timur dari Pulau Kangean, kemudian larva yang dilepas pada hari kelima dari Nusa Penida menyebar ke utara dan berbelok ke arah timur menuju Laut Flores, kemudian larva dari Gili Matra sebagian besar berputar di pusaran air di utara Pulau Lombok dan sebagian mulai menuju Laut Flores, Larva dari Gili Balu semakin menjauh menuju Laut Flores sekitar 75 km di utara Bima dan sebagian di pusaran air di utara Pulau Lombok dan beberapa larva berada di barat Pulau Mojo.

Pada hari ke-9 larva dari Nusa Penida semakin luas menyebar di sekitar Kepulauan Tengah di sekitar 100 – 150 km dari Gili Balu, sementara itu larva dari Gili Matra menyebar dengan sebagian berpusar di utara Pulau Lombok dengan dan sebagian lainnya terus ke arah timur menuju ke Laut Flores. Kemudian larva dari Gili Balu menyebar dengan sebagian berpusar di utara Pulau Lombok dengan dan sebagian besar lainnya terus ke timur menuju ke Laut Flores, sebagian kecil menyebar di pesisir utara Sumbawa dekat Pulau Mojo.

Pada hari ke-15 larva dari Nusa Penida terus menyebar menuju ke timur hingga di sekitar Kepulauan Sabalana di selatan Sulawesi, kemudian larva yang dilepas pada hari kesepuluh juga menuju ke utara di sekitar Laut Bali, kemudian larva dari Gili Matra menyebar luas ke arah utara kemudian ke timur di sepanjang Laut Bali hingga ke Laut Flores, kemudian larva dari Gili Balu mulai terus menuju ke timur hingga memasuki Laut Flores dengan sebagian larva masih berputar di utara Pulau Lombok dan beberapa larva terdampar di beberapa pulau di sekitar Sumbawa bahkan beberapa larva memasuki Teluk Saleh di tenggara P. Mojo. Pada hari ke-20 larva dari Nusa Penida mulai menyebar hingga Kepulauan Selayar dan area Takabonerate dan beberapa larva baru masih di sekitar Laut Bali dan menuju ke arah timur, kemudian larva dari Gili Matra terus menyebar ke arah timur memasuki Laut Flores, dan sebagian besar larva menyebar luas di utara Sumbawa termasuk Kepulauan Tengah dan Sabalana, kemudian larva dari Gili Balu terus menuju ke timur memasuki Laut Flores dan sebagian masih berputar di pusaran di utara Pulau Lombok dan memasuki Teluk Saleh.

Pada hari ke-25 larva dari Nusa Penida terus menuju ke timur menyebar dari Laut Bali, Kepulauan Tengah, Kepulauan Sabalana hingga di sekitar Takabonerate, kemudian larva dari Gili Matra menyebar ke Laut Bali dan menuju ke timur melalui Kepulauan Tengah, Kepulauan Sabalana hingga di selatan Kepulauan Selayar, kemudian larva dari Gili Balu menyebar ke arah timur di sepanjang Laut Bali hingga ke Laut Flores. Pada hari ke-30 larva dari Nusa Penida terus menuju ke timur menyebar dari Laut Bali, Kepulauan Tengah, Kepulauan Sabalana hingga di sekitar Takabonerate. Kemudian larva dari Gili Matra juga dominan menyebar ke timur di Laut Bali, Kepulauan Tengah, Kepulauan Sabalana hingga di selatan Kepulauan Selayar. Kemudian larva dari Gili Balu menyebar ke timur di sepanjang Laut Bali hingga Laut Flores dan beberapa menyebar di pesisir utara Sumbawa dekat Pulau Mojo.



Gambar 53. Model Sebaran Larva di Lesser Sunda pada bulan Januari mewakili musim barat

3.3.2 Trajektori sebaran larva di WPP 713 dan 573 pada Musim Peralihan 1

Hasil simulasi model trajektori larva pada 9 titik pengambilan sampel larva di wilayah Lesser Sunda saat bulan April yang mewakili musim peralihan 1 menunjukkan larva di seluruh titik stasiun di Nusa Penida, Gili Matra, dan Gili Balu bergerak secara acak di seluruh domain model. Pada hari ke-1 larva dari Nusa Penida bergerak ke arah selatan menuju ke Samudera Hindia, kemudian larva dari Gili Matra nampak perlahan menuju ke selatan namun masih di sekitar Gili dan Selat Lombok, begitu pula dengan larva dari Gili Balu yang menyebar disekitar dekat Gili Balu. Pada hari ke-3 larva dari Nusa Penida mulai bergerak 50 – 150 km menuju ke barat daya dan sebagian masih di sekitar Nusa Penida, kemudian larva dari Gili Matra mulai keluar dari Selat Lombok menuju ke Samudera Hindia dan sebagian bergerak ke timur di dekat pesisir P. Lombok, kemudian larva dari Gili Balu masih berada di sekitar Selat Alas tidak jauh dari lokasi stasiun pengambilan sampel larva.

Pada hari ke-5 larva dari Nusa Penida mulai dominan ke arah barat hingga mencapai 125 km di selatan pantai di Jember dan memanjang hingga Nusa Penida, kemudian larva dari Gili Matra mulai menyebar ke barat daya mengikuti larva dari Nusa Penida dan sebagian menuju timur di pesisir P. Lombok, kemudian larva dari Gili Balu masih menyebar di dalam Selat Alas namun nampak bergerak sedikit ke utara. Pada hari ke-7 larva dari Nusa Penida secara umum nampak mengalami pergeseran ke arah timur, larva yang dilepas pada hari pertama nampak berputar sekitar 10 km di selatan Bali sedangkan larva yang dilepas pada hari ke-5 nampak langsung bergerak ke tenggara cenderung ke timur di pesisir selatan Pulau Lombok. Kemudian larva dari Gili Matra terlihat bergeser ke timur dan sedikit memasuki Selat Alas menuju utara, sementara larva dari Gili Balu nampak berkumpul di sekitar Gili Balu.

Pada hari ke-9 larva dari Nusa Penida secara umum mulai bergeser menyebar ke timur dan dominan di pesisir selatan Nusa Tenggara Barat, sedangkan beberapa larva masih berputar di selatan Bali dan beberapa bergerak ke utara di sekitar Laut Bali, kemudian larva dari Gili Matra menyebar di beberapa area yakni menuju ke tenggara sekitar 100 km dari selatan Pulau Lombok, sebagian terus bergerak ke timur di pesisir Pulau Sumbawa, sebagian berkumpul di selatan Selat Alas, dan sebagian menyebar di utara Selat Alas di sekitar Gili Balu. Kemudian larva dari Gili Balu menyebar di sekitar area Gili Balu dan utara Pulau Sumbawa di sebelah barat Pulau Mojo.

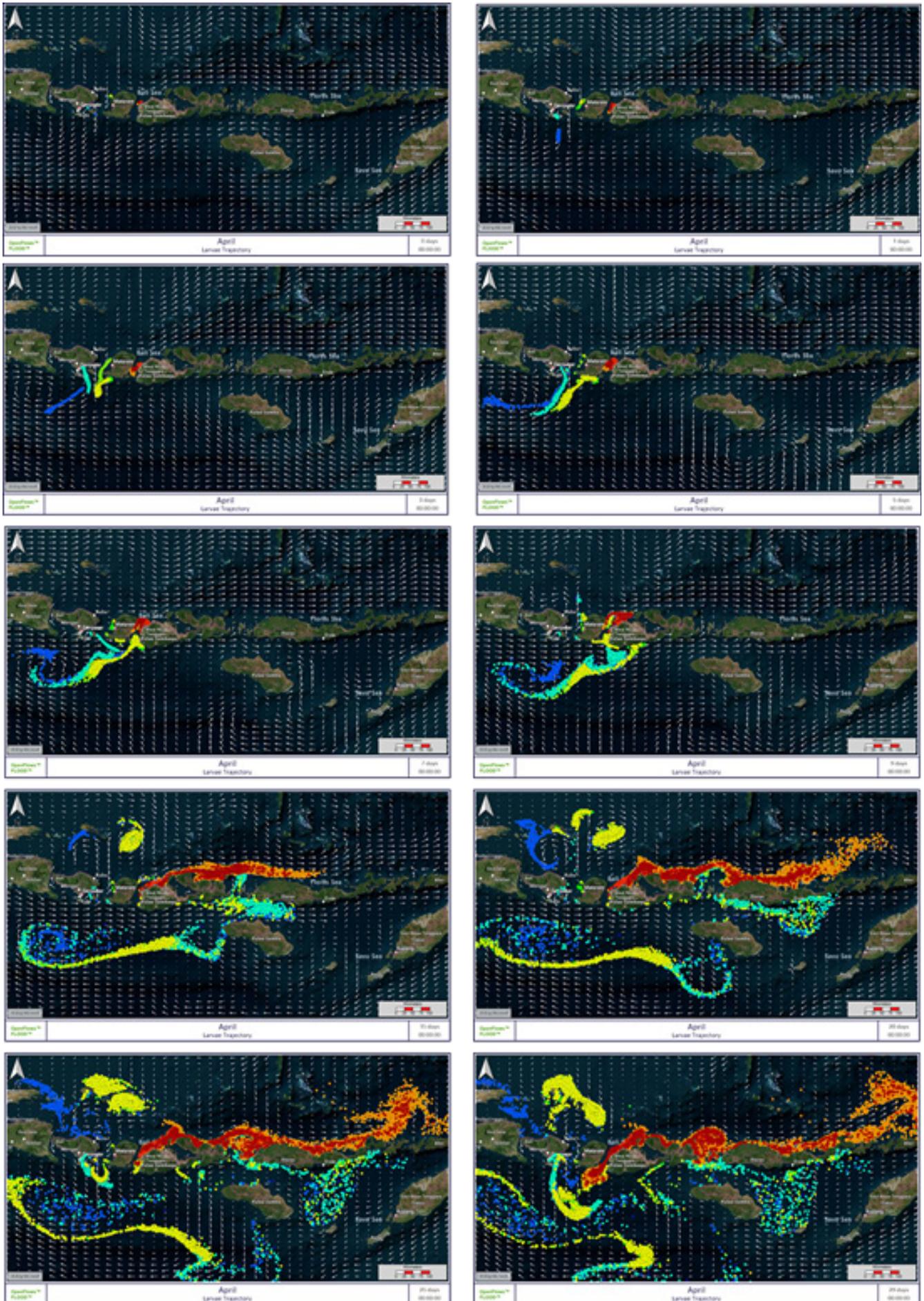
Pada hari ke-15 larva dari Nusa Penida tersebar di berbagai area, sebagian berputar di sekitar 150 km dari selatan Pulau Bali dan memanjang ke arah timur hingga mendekati sebelah barat Pulau Sumba, sebagian lain berada di utara Pulau Sumba dan beberapa menuju utara melalui selat di sekitar TN Komodo, dan sebagian kecil berada di utara Pulau Bali. Kemudian larva dari Gili Matra menyebar di beberapa area, sebagian besar menyebar di Samudera Hindia yang memanjang dari selatan Pulau Bali hingga mendekati Pulau Sumba, sebagian menyebar di pesisir Pulau Sumbawa dan menuju ke

timur hingga di utara Pulau Sumba, sebagian nampak berputar sekitar 100 km di utara Pulau Lombok. Kemudian larva dari Gili Balu dominan menyebar di sepanjang pesisir dari titik sampel hingga Laut Flores di utara Pulau Sumbawa.

Pada hari ke-20 larva dari Nusa Penida menyebar di berbagai area, sebagian menyebar di selatan Pulau Bali, sebagian menyebar ke utara Bali dan mencapai sekitar Pulau Kangean dan nampak berputar kembali di Laut Bali, sebagian menyebar di sekitar barat daya Pulau Sumba dan nampak menuju ke selatan, sebagian larva terus menuju ke timur dan menyisiri selatan Pulau Flores hingga masuk ke area Laut Sawu, dan sebagian kecil berada di utara TN Komodo. Kemudian larva dari Gili Matra menyebar di berbagai area, sebagian menyebar memanjang dari selatan Jember hingga selatan Sumbawa sejauh 175 km dari daratan, sebagian menyebar sekitar 100 km di utara Pulau Lombok dan berkumpul akibat pusaran air, sebagian larva menuju ke barat di pesisir Pulau Kangean, dan sebagian bergerak menyisiri selatan Pulau Flores hingga masuk ke area Laut Sawu. Kemudian larva dari Gili Balu dominan menyebar di sepanjang pesisir Pulau Sumbawa dari titik sampel menuju ke timur hingga Laut Flores.

Pada hari ke-25 larva dari Nusa Penida menyebar di berbagai area, sebagian menyebar sejauh 150 km di sekitar selatan Bali, sebagian menyebar hingga sejauh sekitar 125 km di selatan Pulau Sumba, sebagian menyebar luas di area Laut Sawu dan pesisir selatan Flores, sebagian besar menyebar di utara Bali hingga timur Madura, dan beberapa larva yang baru dilepas berada di sekitar Nusa Penida dan Selat Lombok. Kemudian larva dari Gili Matra menyebar di berbagai area, sebagian besar menyebar di Samudera Hindia dan memanjang dari selatan Jember hingga sekitar selatan Pulau Sumba kira-kira 200 km dari daratan, sebagian berkumpul di utara Selat Lombok hingga pesisir Pulau Kangean, sebagian menyebar di area Laut Sawu dan pesisir selatan Pulau Flores, dan sebagian kecil menyebar di selatan Selat Lombok, Selat Alas, dan pesisir selatan Sumbawa. Kemudian larva dari Gili Balu dominan menyebar di sepanjang pesisir Pulau Sumbawa dari titik sampel menuju ke timur hingga Laut Flores dan Alor.

Pada hari ke-29 larva dari Nusa Penida menyebar di berbagai area, sebagian menyebar sekitar 100 km di selatan Jember dan Bali, sebagian menyebar ke utara Bali dan menuju sekitar Pulau Madura, sebagian besar lainnya menyebar di pesisir selatan Pulau Flores dan area Laut Sawu hingga pesisir Pulau Sawu dan Pulau Sumba, sebagian lain menyebar ke Samudera Hindia sejauh 300 km dari daratan, sebagian larva baru menyebar di selatan Bali dan selatan Selat Lombok ke arah tenggara. Kemudian larva dari Gili Matra menyebar di berbagai area, sebagian besar menyebar di utara Pulau Lombok dan Pulau Bali hingga sekitar Pulau Kangean, sebagian menyebar di Samudera Hindia sejauh 300 km dari daratan, dan beberapa larva baru nampak di selatan Selat Lombok menuju ke tenggara, beberapa larva juga nampak di pesisir selatan Flores dan sekitar Laut Sawu hingga pesisir Pulau Sawu, sebagian kecil larva menyebar di Selat Alas dan pesisir Sumbawa. Kemudian larva dari Gili Balu menyebar di berbagai area, sebagian besar larva dominan menyebar di sepanjang pesisir Pulau Sumbawa dari titik sampel menuju ke timur hingga Laut Flores dan Alor, sebagian larva baru menyebar menuju selatan Selat Alas dan berkumpul di pesisir Pulau Lombok dan Pulau Sumbawa bagian selatan.



Gambar 54. Model Sebaran Larva di Lesser Sunda pada bulan April mewakili musim peralihan I

3.3.3 Trajektori sebaran larva di WPP 713 dan 573 pada Musim Timur

Hasil simulasi model trajektori larva pada 9 titik pengambilan sampel larva di wilayah Lesser Sunda saat bulan Agustus yang mewakili musim timur menunjukkan larva di seluruh titik stasiun di Nusa Penida, Gili Matra, dan Gili Balu bergerak dominan ke selatan menuju Samudera Hindia. Pada hari ke-1 larva dari Nusa Penida secara cepat menuju ke selatan menuju Samudera Hindia, kemudian larva dari Gili Matra juga menyebar cukup cepat disekitar Selat Lombok, sedangkan larva dari Gili Balu cenderung menyebar lebih lambat di sekitar Gili Balu dan Selat Alas. Pada hari ke-3 larva dari Nusa Penida dan Gili Matra sudah mulai memasuki Samudera Hindia sekitar 50 - 100 km dari P. Bali, kemudian larva dari Gili Balu masih berada di Selat Alas dan menuju ke selatan.

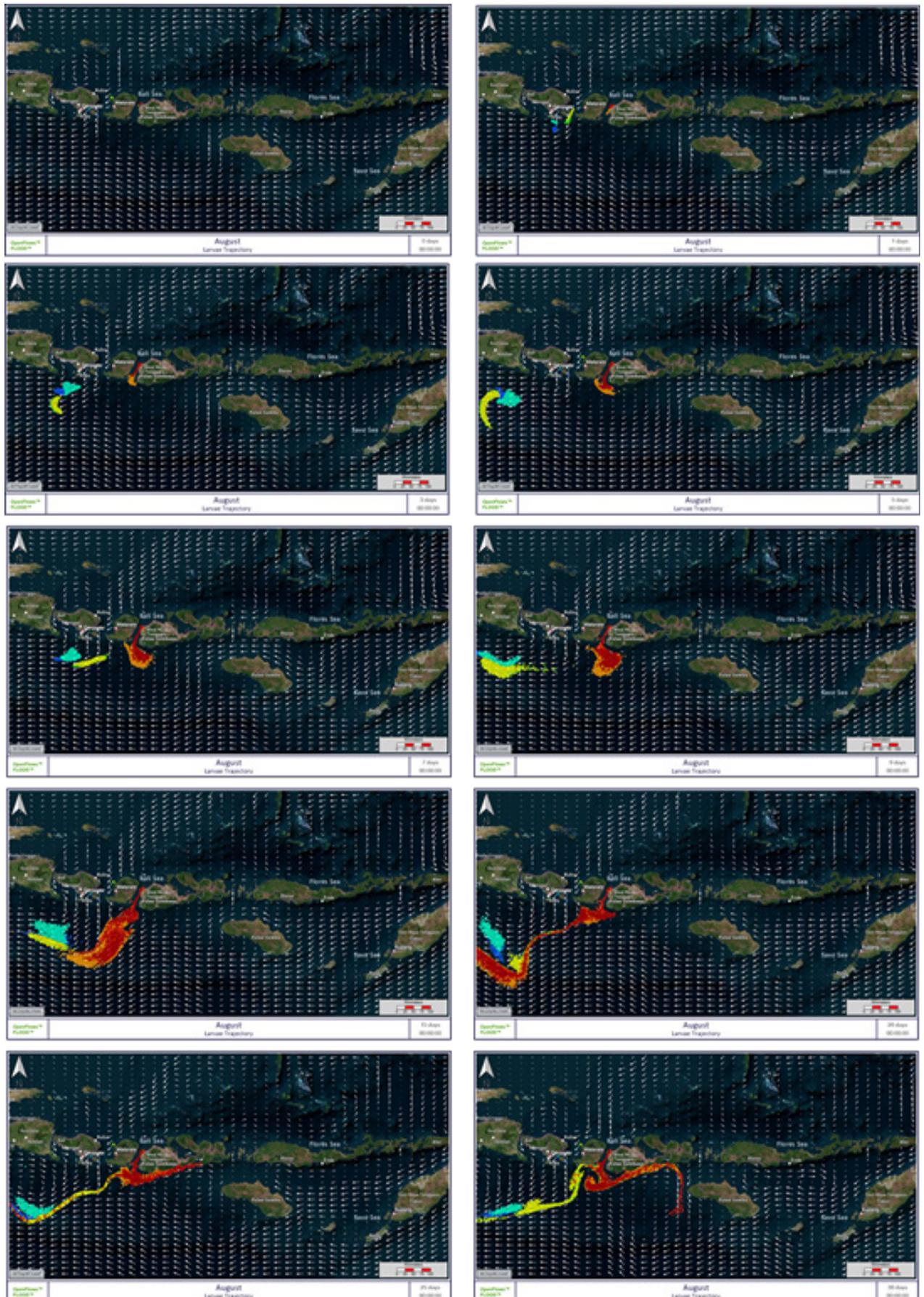
Pada hari ke-5 larva dari Nusa Penida dan Gili Matra bergerak ke barat sekitar 100 km dari daratan Jember, kemudian larva dari Gili Balu mulai menyebar ke laut lepas di sekitar P.Lombok dan Sumbawa bagian selatan selat, pada hari ke-5 juga dilakukan skenario pelepasan larva dari titik-titik pengambilan sampel. Pada hari ke-7 larva yang dilepas pada hari pertama dari Nusa Penida dan Gili Matra sudah keluar dari domain model dan tidak terdeteksi, sementara pelepasan larva baru pada hari ke-5 terlihat larva masih bergerak ke selatan secara cepat dan berada sekitar 50 – 75 km dari P. Bali, kemudian larva dari Gili Balu masih berada disekitar Selat Alas bersama dengan tambahan larva yang dilepas pada hari ke-5 namun dominan memadat di selatan Selat Alas sekitar 50 km dari daratan Sumbawa. Pada hari ke-9 larva yang dilepas dari Nusa Penida dan Gili Matra mulai bergerak ke barat berada sekitar 100 km dari daratan Jember, kemudian larva dari Gili Balu masih memadat di selatan Selat Alas dan meluas ke arah selatan tersebar sekitar 25 – 100 km dari daratan Sumbawa.

Pada hari ke-15 larva juga menunjukkan larva dari Nusa Penida dan Gili Matra menyebar ke selatan kemudian ke barat berada sekitar 100 – 175 km dari daratan P. Bali dan Banyuwangi, kemudian larva dari Gili Balu mulai menyebar luas di selatan P. Lombok berkisar 25 – 250 km ke arah barat daya dari Selat Alas. Pada hari ke-20 trajektori larva dari Nusa Penida bergerak lebih ke barat daya sekitar 150 km dari pantai di sekitar Jember, kemudian larva dari Gili Matra juga bergerak lebih ke selatan sekitar 200 km dari P. Bali, larva dari Gili Balu mulai menyebar luas di selatan P. Bali dan pantai Jember sekitar 200 – 250 km berdekatan dengan larva dari Nusa Penida dan Gili Matra, sementara beberapa larva baru yang dilepas masih berada sekitar 50 km di selatan Selat Alas dan P. Lombok.

Pada hari ke-25 larva dari Nusa Penida bergerak dengan trajektori yang mirip yakni menuju barat daya sekitar 150 km dari selatan pantai Jember, kemudian larva dari Gili Matra menuju ke selatan dan setelah melalui Selat Lombok menyebar ke dua arah berbeda sebagian menuju barat daya sedangkan sebagian lain menuju ke timur di selatan P. Lombok, kemudian larva dari Gili Balu memadat di selatan Selat Alas dan bergerak ke dua arah, yakni ke barat dan memadat di selatan P.Lombok bersama larva dari Gili Matra dan sebagian besar menyebar ke timur menyusuri pantai di selatan Sumbawa.

Pada hari ke-30 larva dari Nusa Penida masih bergerak ke barat daya sekitar 150 km dari selatan pantai Jember, kemudian larva dari Gili Matra bergerak ke dua arah,

sebagian menuju ke barat daya bersama larva dari Nusa Penida sedangkan sebagian lain nampak berputar di pesisir selatan P.Lombok, kemudian larva dari Gili Balu menyebar ke dua arah, sebagian berputar di pesisir selatan P. Lombok dan sebagian menyebar ke arah timur di pesisir Sumbawa dan bergerak menuju ke selatan mendekati P. Sumba.



Gambar 55. Model Sebaran Larva di Lesser Sunda pada bulan Agustus mewakili musim Timur

3.3.4 Trajektori sebaran larva di WPP 713 dan 573 pada Musim Peralihan 2

Hasil simulasi model trajektori larva pada 9 titik pengambilan sampel larva di wilayah Lesser Sunda saat bulan Oktober yang mewakili musim timur menunjukkan larva di seluruh titik stasiun di Nusa Penida, Gili Matra, dan Gili Balu bergerak ke berbagai area dari domain model. Pada hari ke-1 larva dari Nusa Penida menyebar ke arah selatan sekitar 25 km dari Nusa Penida, kemudian larva dari Gili Matra juga menyebar ke arah selatan dan masih di dalam Selat Lombok, sedangkan larva dari Gili Balu menyebar secara perlahan ke arah selatan dan masih berada di dalam Selat Alas. Pada hari ke-3 larva dari Nusa Penida bergerak ke barat daya dan semakin luas sekitar 50 km dari Nusa Penida, kemudian larva dari Gili Matra mulai menyebar keluar Selat Lombok dan meluas sejauh 50 km dari pantai Bali dan Lombok, kemudian larva dari Gili Balu bergerak ke selatan dan keluar dari Selat Alas menuju ke timur di dekat pesisir Sumbawa.

Pada hari ke-5 larva dari Nusa Penida terus bergerak ke barat daya menuju Samudera Hindia hingga sejauh 200 km dari Nusa Penida, kemudian larva dari Gili Matra menyebar ke beberapa area, sebagian menuju ke barat daya memasuki Samudera Hindia, sebagian menyebar ke timur dan menyusuri pesisir selatan Pulau Lombok, kemudian larva dari Gili Balu menyebar ke selatan keluar dari Selat Alas dan bergerak menuju ke timur menyusuri selatan Pulau Sumbawa. Pada hari ke-7 larva dari Nusa Penida yang dilepas pertama terus bergerak menuju ke barat sedangkan larva yang dilepas pada hari ke-5 bergerak ke selatan sejauh 50 – 75 km dari Nusa Penida, kemudian larva dari Gili Matra menyebar ke beberapa area, sebagian terus menuju ke barat Samudera Hindia, sebagian menyebar ke selatan dari Selat Lombok, sebagian menyebar ke timur di pesisir selatan Pulau Lombok dan Pulau Sumbawa, kemudian larva dari Gili Balu menyebar ke selatan keluar dari Selat Alas dan bergerak ke timur menyisiri pesisir Pulau Sumbawa.

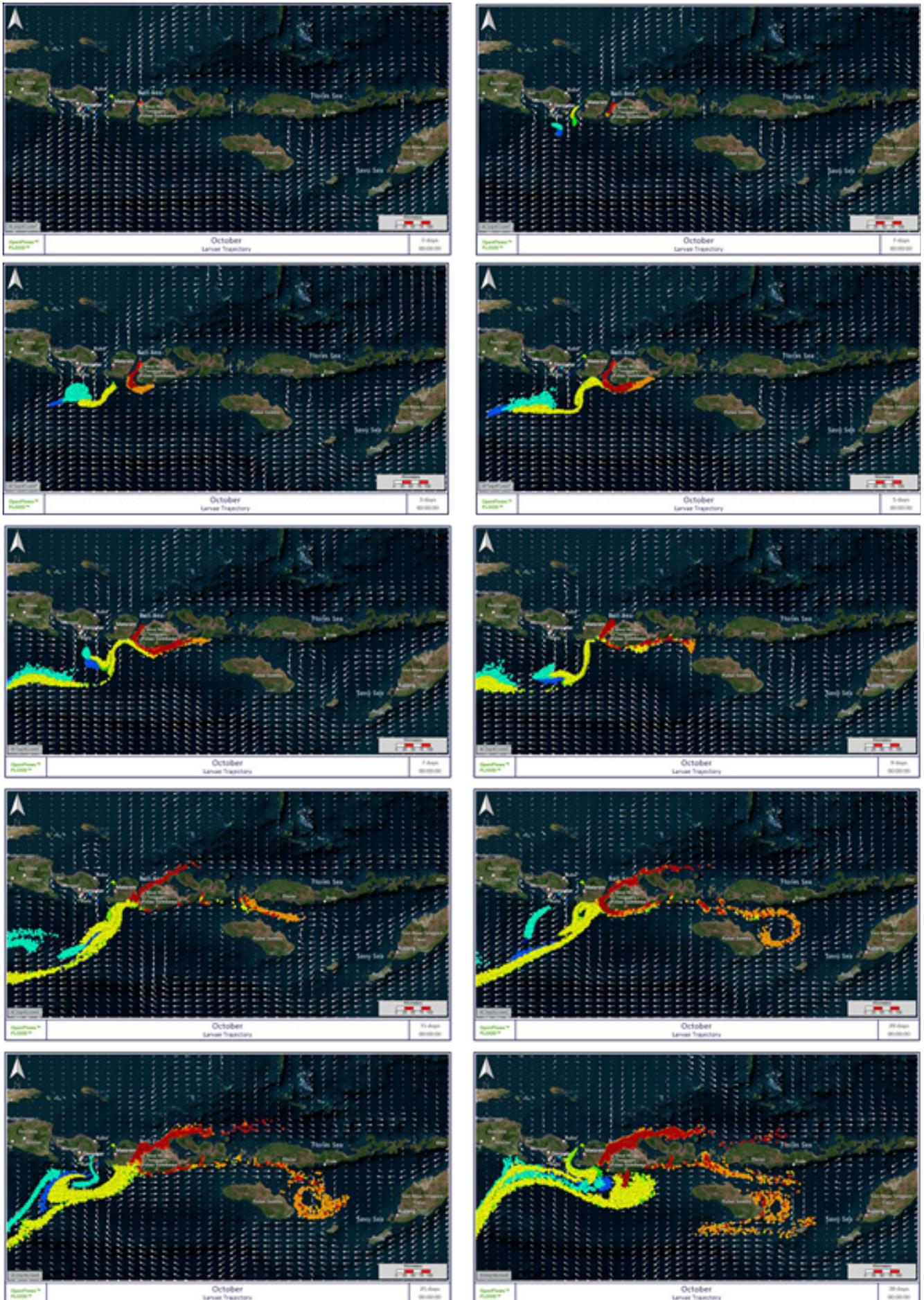
Pada hari ke-9 larva dari Nusa Penida dominan menyebar ke Samudera Hindia, larva yang dilepas pada hari pertama terus menuju ke barat dan melewati batas domain, sebagian larva yang dilepas pada hari kelima menyebar ke selatan kemudian bergerak ke barat mengikuti jejak larva pada hari pertama. Kemudian larva dari Gili Matra sebagian besar menyebar ke Samudera Hindia dan terus ke barat, sebagian bergerak ke timur menyisiri Pulau Sumbawa. Kemudian larva dari Gili Balu menyebar ke arah timur menyisiri Pulau Sumbawa dan sebagian larva yang dilepas pada hari kelima masih menyebar di sekitar Selat Alas dan Gili Balu.

Pada hari ke-15 larva dari Nusa Penida dominan bergerak ke barat daya memasuki Samudera Hindia sejauh 125 km dari daratan. Kemudian larva dari Gili Matra menyebar memanjang ke arah barat daya menuju Samudera Hindia hingga pesisir selatan Pulau Lombok. Kemudian untuk larva dari Gili Balu menyebar ke berbagai area, sebagian larva yang dilepas pada hari pertama menyebar ke timur hingga di pesisir selatan Flores, sementara larva yang baru dilepas menyebar ke utara dan menyisiri pesisir utara Sumbawa dan sebagian kecil di pesisir selatan Sumbawa. Pada hari ke-20 larva dari Nusa Penida terus bergerak ke arah barat daya dengan sebagian larva keluar dari domain menuju ke Samudera Hindia, sedangkan beberapa larva masih terlihat di selatan Bali. Kemudian larva dari Gili Matra dominan bergerak ke barat daya menuju Samudera Hindia dan terlihat

memanjang hingga di pesisir selatan Pulau Lombok, sebagian kecil larva menyisir selatan Sumbawa dan memasuki Laut Sawu di utara Pulau Sumba. Kemudian larva dari Gili Balu menyebar ke berbagai area, sebagian larva menuju ke timur di selatan Sumbawa dan terus ke timur hingga di Laut Sawu kemudian berputar di timur Pulau Sumba, sebagian larva menyebar ke utara dan menyisiri Pulau Sumbawa.

Pada hari ke-25 larva dari Nusa Penida masih dominan menyebar ke barat daya menuju ke Samudera Hindia, kemudian larva dari Gili Matra secara umum juga menyebar ke barat daya menuju Samudera Hindia dan sedikit mengalami pembelokan cenderung memutar di selatan Selat Lombok, selain itu larva juga tersebar secara memanjang hingga selatan Pulau Lombok dan sebagian kecil bergerak ke timur di selatan Sumbawa. Kemudian larva dari Gili Balu menyebar ke berbagai area, sebagian menyebar ke selatan Selat Alas kemudian menuju ke timur menyisir selatan Sumbawa hingga memasuki Laut Sawu dan berputar di dekat Pulau Sumba dan Pulau Sawu, sebagian larva menyebar ke utara dan menuju ke timur menyisiri utara Sumbawa. Pada hari ke-30 larva dari Nusa Penida menyebar ke arah Samudera Hindia di selatan dan kemudian ke barat, akan tetapi terjadi pembelokan larva yang semakin mendekati ke daratan selatan Jawa dan Bali, sebagian larva menyebar ke selatan kemudian ke timur hingga sekitar 50 km dari selatan Lombok. Kemudian larva dari Gili Matra dominan menyebar ke Samudera Hindia dengan memanjang dari Gili Matra ke Selat Lombok dan berbelok ke timur di selatan Lombok dan sebagian hingga ke selatan Sumbawa dan memanjang ke barat daya hingga mendekati pesisir selatan Jawa dan terlihat pembelokan dari hari sebelumnya. Kemudian larva dari Gili Balu menyebar di berbagai area, sebagian menyebar ke selatan Selat Alas kemudian menyisir selatan Sumbawa menuju ke timur hingga memasuki Laut Sawu dan terjadi pusaran arus yang mengakibatkan larva berputar di Laut Sawu hingga menyebar di pesisir Pulau Sumba dan Pulau Sawu, sebagian larva yang menuju ke timur berkumpul di selat dekat TN Komodo dan pesisir teluk di Pulau Sumbawa, sebagian lain larva menyebar ke utara menyisiri utara Sumbawa hingga ke Laut Flores.





Gambar 56. Model Sebaran Larva di Lesser Sunda pada bulan Oktober mewakili musim peralihan II

KESIMPULAN

Beberapa karakter oseanografi yang mempengaruhi sebaran larva adalah arus permukaan dan di Nusa Penida, perairan Gili Matra dan Gili Balu. Parameter tersebut berkorelasi dengan angin musim khususnya arus permukaan. Pada musim Barat di mana arah angin bergerak dari barat menuju ke timur membawa massa air ke arah timur. Larva di seluruh titik stasiun di Nusa Penida, Gili Matra, dan Gili Balu bergerak dominan ke utara di sekitar Laut Bali dan kemudian dibelokkan menuju Laut Flores yang termasuk pada WPP 713. Termasuk sumber larva yang berada di WPP 573 yang diwakili oleh stasiun Nusa Penida massa air bergerak ke arah utara melalui Selat Lombok. Larva yang bersumber dari Nusa Penida, Gili Matra dan Gili Balu terus bergerak menuju timur dan sebagian kecil menyebar di pesisir utara Pulau Sumbawa di sebelah barat Pulau Mojo. Dorongan arus permukaan yang dibangkitkan oleh angin barat terus membawa larva bergerak Kepulauan Selayar, area Takabonerate, Kepulauan Tengah dan Sabalana. Adanya pusar arus di WPP 713 juga membuat penyebaran larva menyebar ke Teluk Saleh. Adanya kawasan konservasi di WPP 713 seperti Nusa Penida, Gili Matra, Gili Balu, membuat keuntungan bagi keanekaragaman hayati laut dan ekosistemnya, dimana sumber larva di suatu kawasan dapat mensuplai larva kepada kawasan konservasi di sekitarnya seperti Kawasan Konservasi Perairan di Teluk Saleh, Taman Nasional Taka Bonerate dan suplai sumber daya kepada perikanan di Kepulauan Salabana.

Kemudian pada saat musim timur larva dominan menyebar ke Samudera Hindia menuju ke barat daya hingga sejauh 150 km dari pantai Jember dan sebagian menyebar ke arah timur di pesisir Sumbawa dan bergerak menuju ke selatan mendekati P. Sumba. Sementara pada musim peralihan pola sebaran cenderung lebih acak dan tidak dominan, pada musim peralihan 1 larva menyebar hampir ke seluruh laut di Lesser Sunda mulai dari Laut Bali, Pulau Kangean, dan Madura di barat laut, kemudian menyebar di pesisir utara Pulau Sumbawa hingga ke timur, kemudian di selatan menyebar ke Samudera Hindia ke barat daya dan menyebar ke Laut Sawu dan pesisir selatan Pulau Sumbawa. Sementara pada musim peralihan 2 larva menyebar di pesisir utara dan selatan Pulau Sumbawa, Samudera Hindia, selatan Pulau Lombok, Laut Sawu dan timur Pulau Sumba.

DAFTAR PUSTAKA

- Brodeur, R. D and W. C. Rugen, 1994. Diel vertical distribution of ichthyoplankton in the northern Gulf of Alaska. *Fish. Bul.*, vol. 92, hal. 223–235.
- Kembaren, D.D. 2018. Determinasi daerah pemijahan rajungan (*Portunus pelagicus* Linnaeus 1758) berdasarkan komposisi dan distribusi larva di perairan Lampung Timur,” IPB.
- Laevastu, T. and M.L. Hayes, 1980. *Fisheries Oceanography and Ecology*. Fishing News Books Ltd. London . 119 pp.
- Lee, O. R, D. M. Nash, and B. S. Danilowicz. 2005. Small scale spatio temporal variability in ichthyoplankton and zooplankton distribution in relation to a tidal-mixing front in the Irish Sea. *ICES J. Mar. Sci.*, vol. 62, hal. 1021–1036.
- Lough, R. G. and J. P. Manning, 2001. Tidal-front entrainment and retention of fish larvae on the southern flank of George Bank. *Deep-Sea Research II*, vol. 48, hal. 631–644.
- Moyle, P. B and J. J. Cech, 1988. *Fisheries: an Introduction to Ichthyology*. Prentice Hall, Amerika Serikat.
- Potier. M. 1988. *Pecherie de layang et senneur semi industriels Javanais : Perspective Historique Approche systeme*. Ph.D. Thesis , Universite de Montpellier, 280 pp.
- Romimohtarto, K. and S. Juwana. 1998. *Plankton larva hewan laut*. Pusat Penelitian Oseanografi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. 205 hal.
- Sabates, A. and M. Olivar, 1996. Variation of larval fish distributions associated with variability in the location of a shelf-slope front. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, vol. 135, hal. 11–2

