

---

**VARIABILITAS SUHU DAN KECEPATAN ARUS TERHADAP  
KEBERADAAN IKAN MATAHARI (*Mola ramsayi*)  
DI PERAIRAN KEPULAUAN NUSA PENIDA**

**Mochamad Iqbal Herwata Putra, Elis Indrayanti, Muhammad Zainuri\***

Program Studi Oseanografi, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,  
Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudarto, SH Tembalang Tlp. / Fax. (024)7474698 Semarang 50275

Email : [iqbalherwata@gmail.com](mailto:iqbalherwata@gmail.com) ; [elis\\_undip@yahoo.com](mailto:elis_undip@yahoo.com); [muhhammadzainuri@yahoo.com](mailto:muhhammadzainuri@yahoo.com)

**ABSTRAK**

*Perairan Kepulauan Nusa Penida merupakan perairan dengan karakteristik produktivitas biologi yang tinggi. Dinamika perairan tersebut banyak dipengaruhi oleh variabilitas suhu, arus, dan angin musiman. Faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi keberadaan ikan Matahari di suatu perairan.*

*Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variabilitas suhu dan kecepatan arus terhadap keberadaan ikan Matahari (*Mola ramsayi*) di Perairan Kepulauan Nusa Penida. Pendekatan metode kuantitatif digunakan untuk melihat keterkaitan antara keberadaan ikan Matahari dengan suhu permukaan laut (SPL) yang didapatkan dari Aqua MODIS level 3, rate of encounter (ROE) dari ikan Matahari selama periode bulan Juli - Oktober 2014, serta kecepatan arus hasil pemodelan hidrodinamika DHI MIKE 21 bulan Juli 2014.*

*Hasil penelitian menunjukkan suhu permukaan laut (SPL) di Kepulauan Nusa Penida berkisar diantara 26,77 °C – 27,596 °C, dimana puncak penurunan terjadi pada bulan September hingga SPL 1,9 °C. Kecepatan arus di Teluk Penida “Crystal Bay” berkisar diantara 0,05 m/s – 0,77 m/s, dimana kecepatan arus tersebut melemah sebagai akibat arus kencang yang masuk melalui celah sempit Selat Ceningan dan mengalami pendangkalan di Teluk Penida. Kemudian hasil simulasi pemodelan kecepatan arus di 11 stasiun pengamatan berkisar diantara 0,24 m/s – 1,08 m/s dimana variabilitas tersebut dipengaruhi kedalaman perairan. Keberadaan ikan Matahari lebih banyak dipengaruhi oleh kecepatan arus dibandingkan dengan SPL dengan nilai korelasi (r) yang kuat sebesar 0,64, terkait dengan aktifitas pembersihan parasit.*

**Kata Kunci** : Distribusi; Ikan Matahari (*Mola ramsayi*); SPL; Arus; Kepulauan Nusa Penida

**ABSTRACT**

*The waters of the Nusa Penida Islands are characterised by high biological productivity. The dynamics of these waters are heavily influenced by high variability in temperature, currents, and moonsonal winds. These factors may affect the seasonal occurrence of ‘Short Sunfish’ (*Mola ramsayi*) in these waters.*

*The aim of the research is to describe the variability of temperature and current speed in relation to the sighting of Sunfish in the waters of the Nusa Penida Islands. The quantitative methods used were to assess the relationship between the occurrence of Sunfish with the Sea Surface Temperature (SST) from Aqua MODIS level 3, by comparing the Rate of Encounter (ROE) of Sunfish during the period of July-October 2014 to the current speed of hydrodynamics modelling results of ‘DHI MIKE 21’ of July 2014.*

*The research results indicate the SST off the islands of Nusa Penida ranged between 26.77 °C – 27.596 °C during July-October 2014, with peak decrease of SST (1.9 °C) occurring in September. Current speed in the Gulf of Penida ‘Crystal Bay’ ranged between 0.05 m/s-0.77 m/s, with the current speed weakening as a result of current through the narrow Ceningan Strait and shallowing around Penida Bay. The results of the simulation modelling of current speed at 11 stations based on observations ranged between 0.24 m/s-1.08 m/s with the variability influenced by the depth of the water. The occurrence of Sunfish is more influenced by the current speed compared to the SST with a strong correlation value (r) of 0.64. The sunfish possibly seek out calm waters for parasite cleaning activities.*

**Keyword**: Distribution; Sunfish (*Mola ramsayi*); SST, Current; Nusa Penida Islands

## PENDAHULUAN

Ikan Matahari (*Mola ramsayi*) merupakan ikan yang tergolong dalam famili Molidae yang ditemukan pada daerah beriklim sedang dan tropis, dari Mediterania, Atlantik, Hindia, Samudra Pasifik lepas pantai California Selatan, Indonesia, Kepulauan Inggris, Kepulauan Utara dan Selatan Selandia Baru serta pantai Selatan Afrika (Muus, 1964; Smith, 1965; Wheeler, 1969; Sims dan Southall, 2002; Cartamil dan Lowe, 2004; Houghton et al., 2006; Konow et al., 2006). Di Kepulauan Inggris dan Laut Utara pada musim panas antara bulan Juni dan Juli saat suhu air antara 13-17 °C umumnya ikan Matahari (*Mola sp*) lebih banyak ditemukan (Sims dan Southall, 2002).

Kepulauan Nusa Penida setiap tahunnya dikunjungi 200.000 wisatawan dan salah satu daya tariknya adalah penyelaman dengan *marine mega fauna* seperti ikan Matahari (*Mola ramsayi*) dan Pari Manta (Muller, 1999; Welly et al., 2011; CTC, 2012). Ikan Matahari (*Mola ramsayi*) selalu muncul setiap tahunnya di perairan Kepulauan Nusa Penida dan semakin terlihat banyak kemunculannya pada saat *peak season* antara bulan Juli hingga Oktober yang diikuti oleh penurunan suhu permukaan laut (SPL) regional (Welly et al., 2011). Selanjutnya pada saat *peak season* ikan Matahari ini [termasuk : musim timur] merupakan wilayah perairan yang dilewati air dingin serta nutrisi pada permukaan perairan. Hal tersebut terjadi dari perairan selatan Jawa hingga Sumatra, terkait dengan fenomena *upwelling* yang menimbulkan dampak positif terhadap lingkungan perairan (Kunarso, 2005a,b). Nutrien dari lapisan bawah yang lebih tinggi konsentrasinya akan naik ke lapisan permukaan (Gordon, 2005). Hal tersebut dapat menyuburkan suatu perairan (Thurman, 1991; Gordon, 2005). Menurut Kunarso (2005 a,b) bahwa fenomena *upwelling* menyebabkan produktivitas perikanan yang tinggi. Keadaan tersebut mengakibatkan ketersediaan makanan menjadi tinggi. Salah satu biota yang memanfaatkan makanan tersebut adalah ikan Matahari (*Mola ramsayi*). Hal ini dijelaskan oleh Wheeler (1969) yang menyatakan bahwa ikan Matahari (*Mola sp*) mempunyai kebiasaan memakan *Jellyfish* dan zooplankton sebagai sumber makanan utamanya. Hal tersebut diduga berdampak pada frekuensi kemunculan ikan Matahari (*Mola ramsayi*) lebih banyak dijumpai oleh para penyelam bulan Juli hingga Oktober.

Studi terkait penurunan suhu regional terkait pergerakan ikan Matahari (*Mola mola*) telah dipelajari juga oleh Dewar et al., (2010) dengan menggunakan *satellite tagging* di perairan Pasifik Barat yang menunjukkan bahwa ikan Matahari (*Mola mola*) bergerak ke lokasi dimana SPL yang lebih dingin dan memiliki klorofil-a yang tinggi sepanjang bulan April hingga Agustus yang diduga memiliki produktivitas perairan yang tinggi. Namun, belum adanya informasi ilmiah terkait distribusi kemunculan ikan Matahari di lokasi penyelaman di Perairan Kepulauan Nusa Penida terkait variabilitas lingkungan dalam hal ini SPL dan kecepatan arus. Parameter fisik laut merupakan salah satu pendekatan untuk mengetahui potensi kebiasaan, migrasi suatu *marine mega fauna* dan ikan di belahan bumi ini. Telah banyak penelitian mengenai *Whale Shark*, *Whale*, *Manta*, *Shark*, serta *Sea Turtle* menggunakan pendekatan parameter fisik laut (Suhu, Arus, dll) menggambarkan ketertarikan *marine mega fauna* terhadap lokasi-lokasi yang memiliki potensi produktivitas perairan yang tinggi, atau menyediakan "service", salah satunya untuk membersihkan parasit dalam tubuhnya (Marshall dan Bennete., 2010a,b; Rohner et al., 2013). Akan tetapi, masih sedikit penelitian yang memberikan informasi terkait parameter fisik terhadap ikan Matahari. Penelitian sebelumnya, memberikan gambaran terkait suhu yang mempengaruhi kebiasaan ikan Matahari dalam melakukan pergerakan vertikal dan horizontal dengan menggunakan *satellite tagging* (Sims et al., 2002; Cartamil dan Lowe., 2004; Hays et al., 2009; Sims et al., 2009a,b, Potter dan Howel., 2010; Dewar et al., 2010; Potter et al., 2011; Jewad et al., 2013). Sehingga penelitian ini mencoba mengembangkan data fisika oseanografi [seperti : variabilitas suhu, dan kecepatan arus] serta data bioekologi [jumlah pertemuan ikan Matahari (*Mola ramsayi*) dengan penyelam di setiap lokasi penyelaman] untuk melihat korelasi distribusi ikan Matahari (*Mola ramsayi*) di perairan Kepulauan Nusa Penida dengan parameter fisika oseanografi.

## Materi dan Metode

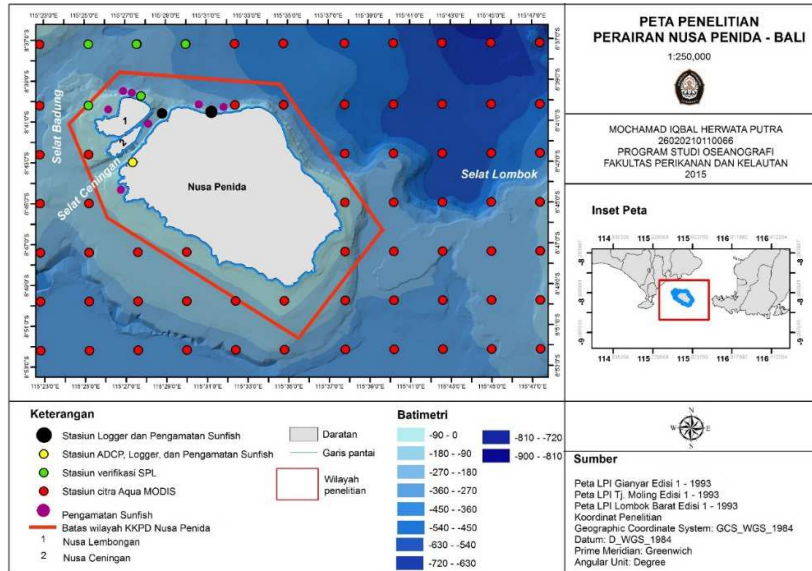
### Lokasi

Penelitian dilakukan di Perairan Nusa Penida, Bali pada bulan Juli – Oktober 2014 untuk mengetahui pengaruh variabilitas dari suhu, dan kecepatan arus terhadap keberadaan ikan Matahari (*Mola ramsayi*) pada saat "peak season". Penentuan titik penelitian berdasarkan Kawasan Konservasi Laut Daerah (KKLD) Nusa Penida, serta mengacu atas pertimbangan-pertimbangan teknis. Berdasarkan hal-hal tersebut penjelasan lokasi penelitian disajikan pada **Gambar 1**.

### Suhu Permukaan Laut

Suhu permukaan laut diukur menggunakan Water Quality Meter (WQM) merk TOA-DKK Model WQC-24. Pengukuran dilakukan di 5 stasiun perekaman citra Aqua MODIS yang berjarak 4 km (**Gambar 1**). Penentuan lokasi sampling menggunakan metode area sampling (*Cluster Sampling*). Lebih lanjut, pengolahan data suhu permukaan laut pada bulan Juli - Oktober 2014 dilakukan dengan

menggunakan perangkat lunak Envi 4.5 untuk ekstraksi data dan kemudian dilakukan pengolahan data menggunakan ArcGIS 10 dalam menampilkan data spasial, kemudian data rata-rata bulanan yang sudah didapatkan diekstrak di 11 lokasi pengamatan ikan Matahari untuk selanjutnya dilakukan analisis korelasi dan ANOVA.



Gambar 1. Peta penelitian di Perairan Kepulauan Nusa Penida

### Kecepatan Arus

Pengukuran data arus diambil dengan metode Euler. Pengukuran arus dilakukan dengan menggunakan ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*). Kemudian perekaman dilakukan pada kedalaman 23 meter dengan waktu minimal 25 jam untuk mengetahui kondisi arus pasang surut di lokasi pasut campuran berganda (Poerbandono Djunarsjah, 2005)

Menganalisa dan mendapatkan nilai kecepatan arus rata-rata, minimum dan maksimum serta distribusi arah arus dilakukan dengan menguraikan komponen U (timur-barat) dan V (utara-selatan). Hasil dari perhitungan komponen U dan V ini kemudian di plot kedalam grafik dan vektor arus. Perangkat lunak yang digunakan dalam plot grafik ini adalah *Current Rose*, *CD-Oceanography* serta pengolahan dalam *World Current Analysis* dan *MATLAB 7.1*. Data yang digunakan sebagai masukan dalam simulasi 15 hari ini ialah data batimetri dengan menggunakan *software* MIKE 21 modul hidrodinamika (HD). Kemudian, dalam mendapatkan nilai kecepatan arus dimasing-masing lokasi penyelaman dilakukan ekstraksi di 11 stasiun pengamatan ikan Matahari.

### Data Kemunculan ikan Matahari (*Mola ramsayi*)

Data kemunculan ikan Matahari diperoleh dari *log dive* yang dikumpulkan oleh penyelam sepanjang *peak season* Juli hingga Oktober 2014 yang direkam oleh operator penyelaman 'World Diving' yang kemudiandikelola oleh Marianne Nyegaard dari Universitas Murdoch, Australia. Data tersebut meliputi waktu, tempat, jumlah penyelaman, jumlah ikan Matahari (*Mola ramsayi*), jumlah *encounter*. sehingga data dapat dihitung *rate of encounter* serta dilihat secara temporal dan spasial. Analisis *rate of encounter* (ROE) pada ikan Mathari (*Mola ramsayi*) dengan menghitung setiap jumlah penyelaman (N) disetiap lokasi pengamatan dan jumlah pertemuan (ni) (Nyegaard, kompri, 2014).  $ROE = ni/N \times 100\%$

### Hubungan Variabel-variabel Terkait Dengan Pertemuan Ikan Matahari (*Mola ramsayi*)

Hubungan dua atau lebih variabel dianalisis dengan menggunakan analisis korelasi dan regresi. Kemudian dilanjutkan dengan analisis regresi linier sederhana untuk melihat hubungan antar variabel independent X dengan variabel dependent Y. Analisa regresi linier sederhana yang didapatkan dengan menggunakan rumus  $Y = a + bx$ . Uji statistik dilakukan terhadap koefisien regresi dengan menggunakan uji *Analysis of variance* (ANOVA) untuk mengetahui seberapa baik model yang dihasilkan dari perhitungan analisis regresi linier tersebut. Adapun hipotesis yang diajukan berupa :

$H_0 : b = 0$  (tidak ada hubungan antara Suhu atau kecepatan arus terhadap jumlah pertemuan Ikan Matahari)

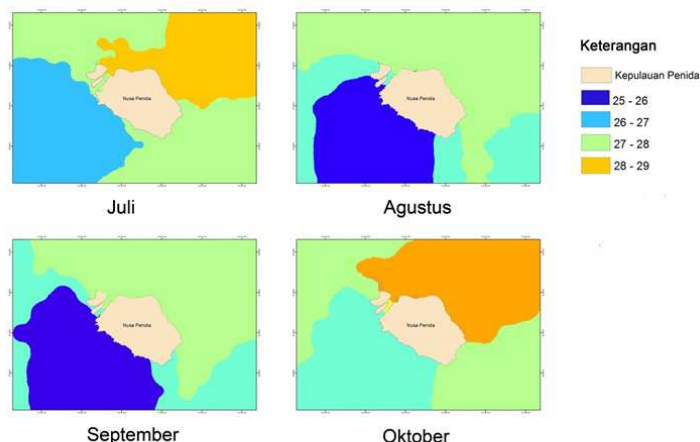
HI :  $b \neq 0$  (terdapat hubungan antara suhu atau kecepatan arus terhadap jumlah pertemuan Ikan Matahari) Jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima artinya perubahan nilai suhu dan kecepatan arus tidak berpengaruh terhadap jumlah pertemuan ikan Matahari. Begitu sebaliknya, bila  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak sehingga perubahan nilai suhu dan kecepatan arus berpengaruh terhadap jumlah pertemuan ikan Matahari.

### Hasil dan Pembahasan

#### Variabilitas Suhu Permukaan Laut Kepulauan Nusa Penida Sebagai Indikasi Fenomena *Upwelling*

Berdasarkan hasil perekaman citra Aqua MODIS level 3 selama bulan Juli – Oktober 2014 menunjukkan bahwa suhu permukaan laut rata-rata di Perairan Kepulauan Nusa Penida berada pada kisaran  $26,77\text{ }^{\circ}\text{C} - 27,596\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dengan suhu maksimum berada pada bulan Juli dan suhu minimum pada bulan September. Suhu Permukaan Laut (SPL) pada bulan Juli – Oktober 2014 di Perairan Kepulauan Nusa Penida pada umumnya dipengaruhi oleh fluktuasi musiman yang terjadi sepanjang Selatan Perairan Jawa hingga Sumbawa, yang mengalami penurunan secara bertahap akibat fenomena *upwelling*. Fenomena ini ditunjukkan dengan hasil pengamatan yang menunjukkan perbedaan suhu antara utara dan selatan Kepulauan Nusa Penida (**Gambar 2**). Fenomena tersebut menunjukkan bahwa penurunan SPL terjadi secara bertahap di bagian selatan Kepulauan Nusa Penida. Penjelasan dari fenomena ini adalah karena bertiupnya angin monsun timur dari Australia yang bergerak pada saat musim timur serta diperkuat oleh (Arus Khatulistiwa Selatan) AKS melebar ke utara, menyusuri pantai selatan Jawa menuju ke arah barat dan mendesak mundur Arus Pantai Jawa (APJ). Kemudian, menurut Susanto dan Mera, (2003); dan Gordon, (2005) terjadinya *upwelling* di sepanjang pantai selatan Jawa sampai Sumbawa yang merupakan salah satu Arus Sakal Samudera Hindia membawa air yang dingin serta nutrisi ke permukaan sepanjang selatan Jawa hingga Sumatra. Lebih lanjut dinyatakan bahwa pengaruh angin berhubungan dengan adanya transpor Ekman yang mengangkat massa air dari dasar bawah menuju permukaan, dimana arus akan mentransportasikan massa air secara horizontal. Hal ini dijelaskan oleh Stewart (2008) bahwa pergerakan massa air ini berpengaruh terhadap transpor nutrisi dan kesuburan perairan. Transport Ekman ini yang mengakibatkan *upwelling* sepanjang Selatan Jawa hingga Sumbawa (Kunarso, 2005a). Secara teoritis proses air naik di daerah pantai didasari oleh teori Ekman yang menyatakan jika tertiup angin tetap di atas permukaan laut, maka massa air pada lapisan Ekman akan dibelokkan  $90^{\circ}$  ke arah kiri untuk belahan bumi selatan dari arah angin. Bila angin bertiup sejajar dengan pantai dan pantai berada di sebelah kanan arah angin (belahan bumi selatan), maka lapisan Ekman akan mengalir meninggalkan pantai. Berdasarkan hukum kontinuitas, air di lapisan bawah akan naik ke permukaan. Mekanisme itulah yang terjadi di Perairan Kepulauan Nusa Penida yang menunjukkan proses air naik (*upwelling*) pada waktu musim timur di bagian selatan, karena pada musim timur di daerah ini bertiup angin pasat tenggara dengan arah yang sejajar pantai Selatan Perairan Kepulauan Nusa Penida. Hal serupa juga diungkapkan Purba (2007), kejadian *upwelling* di selatan Jawa lebih terfokus di perairan selatan Jawa Timur, karena poros Arus Khatulistiwa Selatan (AKS) lebih berbelok dan lebih mendekati ke arah selatan Jawa Timur. Lebih lanjut, Kunarso (2005a) mengungkapkan bahwa selama fenomena *upwelling* ini berlangsung meningkatkan produktivitas perairan yang mengakibatkan jumlah tangkapan ikan semakin meningkat di Selatan Jawa hingga Sumba. Selanjutnya puncak penurunan suhu pada umumnya terjadi pada bulan Juli akhir hingga Agustus yang melebar ke arah barat dan selatan, hal ini dikarenakan angin monsun sebagai penggerak *upwelling* diduga melemah pada bulan Agustus dikarenakan pola arus yang mulai berbalik ke arah timur (Wyrski, 1961).

Perbedaan terjadi pada tahun 2014, dimana puncak penurunan suhu di bagian selatan dibandingkan rata-rata tahun 2002-2011 berbeda. Hal ini diduga dikarenakan terjadi fenomena *El Nino* lemah yang telah terjadi. Dilansir dari Earth Institute - Columbia University (2014) yang menyatakan tahun 2014 menjadi potensi *El Nino* lemah atau sedang. Namun selama pengamatan SPL di Perairan Kepulauan Nusa Penida *El Nino* Lemah (*Weak El Nino*) telah terjadi, yang ditetapkan jika anomali suhu muka laut di Pasifik equator positif antara  $+0,5^{\circ}\text{C s/d} +1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  yang berlangsung minimal selama 3 bulan berturut-turut (Boer *et al*, 2004). Dampak dari fenomena *El Nino* ini menurut (BMKG, 2015) menyebabkan mundurnya musim khususnya di Indonesia yang sangat dirasakan musim kemarau yang cukup panjang. Kemudian, hasil pengamatan SPL pada bulan Juli-Oktober 2015 terlihat bahwa puncak penurunan terjadi pada bulan September yang memiliki perbedaan suhu SPL  $1,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  antara bagian utara dan selatan, dimana bagian selatan Nusa Penida memiliki suhu lebih dingin. Namun perbedaan SPL ini lebih kecil dari biasanya, dimana rata-rata puncak penurunan SPL terjadi pada bulan Agustus mencapai  $2,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Lebih lanjut, hal yang sama terlihat dari data *logger* suhu yang menunjukkan turunnya suhu memasuki puncak pada bulan September.

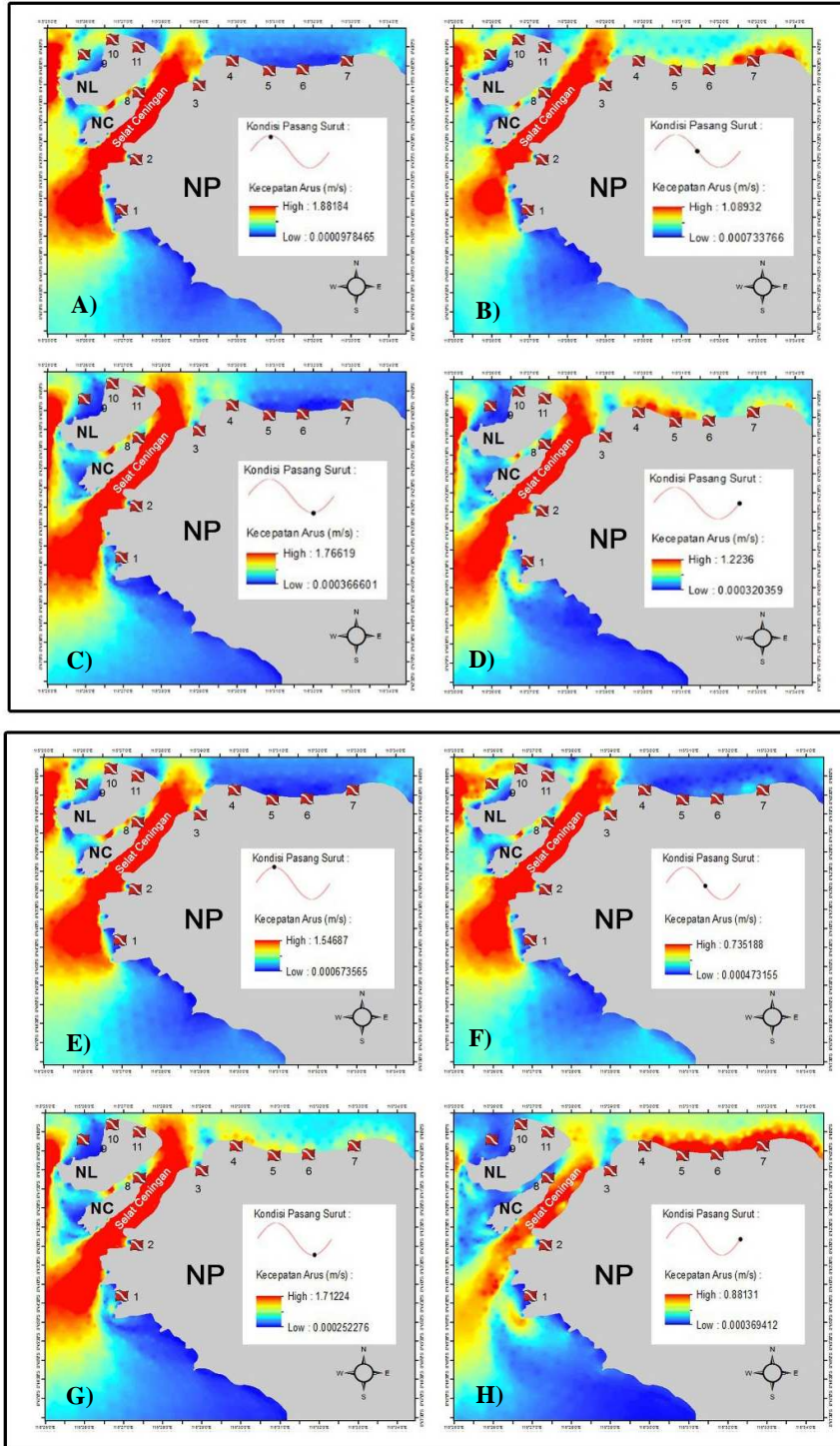


**Gambar 2.** Variabilitas Suhu Permukaan Laut ( $^{\circ}\text{C}$ ) di Perian Kepulauan Nusa Penida sepanjang bulan Juli hingga Oktober 2014

### Kecepatan Arus Perairan Kepulauan Nusa Penida

Hasil koreksi pemodelan 2D dengan data ADCP memiliki nilai rata-rata kesalahan sebesar 33 %, sehingga akurasi model sebesar 67 %. Kecepatan arus telah diamati menggunakan pendekatan model 2D hidrodinamika. Lebih lanjut, hasil simulasi menunjukkan kecepatan arus pada saat purnama/*full moon* (*spring tide*) terjadi pasang maksimum yang membangkitkan kecepatan arus dengan nilai kecepatan berkisar antara 0,000097-1,88 m/s dan pada saat perbani (*neap tide*) terjadi pasang minimum yang membangkitkan kecepatan arus dengan nilai antara 0,0002-1,71 m/s (**Gambar 4**). Perairan Kepulauan Nusa Penida sangat kompleks untuk diamati, hal ini dikarenakan banyak sekali yang mempengaruhi perairan ini (seperti : ARLINDO, Angin Moonson, dan arus lokal yang diakibatkan karena daerah ini terletak diantara Selat Badung dan Lombok sehingga menjadi perairan yang sempit dan terpengaruhi oleh pasang surut). Pola pergerakan mengikuti angin yang bertiup dari tenggara (Susanto dan Mera, 2003). Namun perairan ini tidak hanya dipengaruhi secara musiman oleh angin monson, namun dipengaruhi oleh ARLINDO yang bergerak dari utara yang memasuki celah sempit Selat Lombok. Hal ini menyebabkan kecepatan arus dari utara dan barat laut umumnya lebih kencang dibandingkan pada saat arus yang bergerak dari selatan dan tenggara yang dipengaruhi kuat oleh ARLINDO yang memiliki tinggi muka laut lebih tinggi di Samudera Pasifik (Gordon, 2005).

Selanjutnya kondisi arus yang dipengaruhi oleh pasang surut ini dapat dilihat dimana pada saat kondisi pasang dan surut (**Gambar 3**) arus cenderung lebih kencang dibandingkan kondisi pasang menuju surut atau surut menuju pasang dan semakin melemah pada saat kondisi *slack water* terjadi dimana kecepatan arus lemah/sama dengan nol dalam waktu yang singkat (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005). Lebih lanjut, Yuningsih *et al.*, (2010) dan Yuningsih dan Masduki (2011) mengemukakan pengamatan pasang surut di utara Selat Ceningan (Toyepakeh) memiliki perbedaan elevasi berkisar antara 0.8 meter – 2.56 meter berdampak pada kecepatan arus pada kisaran 0.5 m/s – 3 m/s. Kecepatan arus di perairan Nusa Penida dipengaruhi oleh siklus bulan, dimana umumnya pada saat purnama terjadi pasang surut yang maksimum dan pada saat perbani terjadi pasang surut minimum (**Gambar 3**). Hal ini diakibatkan karena pada saat (*spring tide*) kedudukan matahari segaris dengan bumi-bulan sehingga terjadi pasang maksimum pada titik di permukaan bumi yang berada di sumbu kedudukan relatif bumi, bulan dan matahari. Kemudian pada saat pasut mati (*neap tide*) terjadi kedudukan matahari yang tegak lurus dengan sumbu bumi-bulan sehingga terjadi pasut minimum pada titik di permukaan bumi yang tegak lurus sumbu bumi-bulan, sehingga tunggang pasut (jarak vertikal kedudukan permukaan air tertinggi dan terendah) saat *spring* lebih besar dibandingkan pada saat *neap* (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005). Umumnya, Kepulauan Nusa Penida memiliki bentuk morfologi pantai yang beragam, seperti Teluk dan Tanjung. **Gambar 1 dan 3** menunjukkan bahwa daerah Teluk memiliki kecepatan arus yang relatif lebih kecil dibandingkan daerah Tanjung. Tanjung Lembongan yang berada di Selatan menunjukkan kecepatannya arusnya yang selalu konstant lebih tinggi dibandingkan daerah lainnya. Hal ini dikarenakan arus yang memasuki teluk merupakan daerah yang relatif lebih dangkal dan terlindung oleh “benteng” disetiap ujung teluk yang menjorok ke laut. Hal ini jelas terlihat perbedaannya antara kecepatan arus di Toyepakeh yang merupakan “mulut” Selat Ceningan bagian utara yang memiliki kecepatan 0.5 m/s – 3 m/s dibandingkan di Teluk Penida “Crystal Bay” yang kecepatannya berkisar diantara 0.05 m/s - 0.77 m/s.



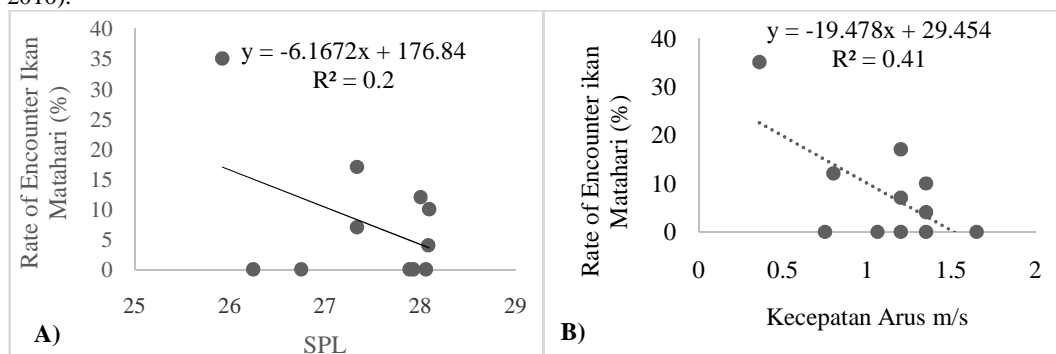
**Gambar 3.** Pemodelan Arus 2D di Perairan Kepulauan Nusa Penida, Bali pada saat purnama ; A) pasang, B) pasang menuju surut, C) surut, D) surut menuju pasang, dan pada saat perbani ; E) pasang, F) pasang menuju surut, G) surut, H); 1. Manta Bay; 2. Crystal Bay; 3. Toyepakeh; 4. Sekola Dasar; 5. Pura Ped; 6. Sental; 7. Buyuk; 8. Ceningan Wall; 9. House Reef; 10. Blue Corner; 11. Mangrove; NP ‘Nusa Penida’; NC Nusa Ceningan’ NL ‘Nusa Lembongan’.

### Hubungan Suhu Permukaan Laut dan Kecepatan Arus Terhadap Jumlah Pertemuan Ikan Matahari di Setiap Lokasi Penyelaman

Hasil korelasi terkait jumlah pertemuan ikan Matahari dengan menggunakan analisis regresi linier sederhana sehingga dapat diketahui seberapa besar pengaruh variabel *independent* (X; SPL) terhadap variabel *dependent* (Y; jumlah pertemuan ikan Matahari). Hasil analisis menunjukkan bahwa koefisien korelasi(r) sedang sebesar 0,44 dan koefisien determinasi ( $R^2$ ) 0,20. Berdasarkan hal tersebut diperoleh grafik hubungan SPL dengan jumlah pertemuan ikan Matahari yang bersifat negatif (**Gambar 4A**). Selanjutnya kemampuan variabel bebas (SPL) dalam menjelaskan varians terkait jumlah pertemuan ikan Matahari adalah sebesar 20 % sehingga masih ada 80 % faktor lainnya yang mempengaruhi jumlah pertemuan ikan Matahari. Kemudian hasil pengujian koefisien korelasi menunjukkan bahwa nilai t tabel sebesar 5,11 dan t hitung sebesar 2,28 sehingga  $H_0$  ditolak, artinya tidak ada korelasi yang empiris variabel *independent* (SPL) yang mempengaruhi jumlah pertemuan ikan Matahari. Kemudian, Analisis korelasi antara kecepatan arus yang didapatkan dari hasil pemodelan 2D hidrodinamika dengan jumlah pertemuan ikan Matahari menunjukkan nilai koefisien korelasi(r) kuat sebesar 0,64 dan koefisien determinasi ( $R^2$ ) 0,41. Berdasarkan hal tersebut diperoleh grafik hubungan kecepatan arus dengan jumlah pertemuan ikan Matahari yang bersifat negatif (**Gambar 4B**). Selanjutnya kemampuan variabel bebas (kecepatan arus) dalam menjelaskan varians terkait pertemuan ikan Matahari adalah sebesar 41 % dan masih ada 59 % faktor lainnya yang mempengaruhi jumlah pertemuannya. Kemudian hasil pengujian koefisien korelasi menunjukkan bahwa nilai t tabel sebesar 5,11 dan t hitung sebesar 6,49 sehingga  $H_0$  diterima, artinya ada hubungan antara variabel independent terkait jumlah pertemuan ikan Matahari.

Ikan Matahari telah banyak ditemukan di Perairan Kepulauan Nusa Penida pada bulan Juli – Oktober dimana SPL mengalami penurunan (Welly *et al.*, 2011; CTC, 2012). Namun, selama penelitian berlangsung pada bulan Juli – Oktober 2014 jumlah pertemuan ikan Matahari pada bulan Juli tidak ada catatan secara resmi dari penyedia operator penyelaman ‘World Diving’, meskipun ditemukan  $\pm 2$  ekor di lokasi perairan Buyuk Utara Nusa Penida oleh dive operator lainnya, namun data ini tidak bisa dimasukkan dalam analisa dikarenakan mereka tidak melakukan pencatatan secara rutin. Kemudian, lokasi dimana biasanya banyak ditemukan ikan Matahari di Crystal Bay tidak satu ekor pun tercatat, bahkan tidak ada seorangpun penyelam melihat ikan Matahari muncul (Pengamatan pribadi). Hal ini diduga terkait dengan mundurnya *peak season* yang diakibatkan *El Nino* di Indonesia. Jawad *et al.*, (2013) mencatat bahwa ikan Matahari merupakan ikan yang sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan, khususnya suhu di Laut Oman. Lebih lanjut, di Perairan Gansbaai – Afrika Selatan, Ningaloo Reef, Maladewa, fenomena Indeks Osilasi Selatan, Angin Monson mempengaruhi kelimpahan dan distribusi Great White Shark dan *planktivorous elasmobranchs* yang pada umumnya kelimpahannya meningkat selama periode *upwelling* (Anderson *et al.*, 2011; Towner *et al.*, 2014). Penelitian ini mencoba membuktikan hipotesis terkait kemunculan ikan Matahari yang dipengaruhi suhu permukaan laut di setiap lokasi penyelaman. Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa, ikan Matahari tidak ada hubungan yang nyata dengan SPL di lokasi penyelaman. Hal ini diduga SPL tidak menjadi ciri-ciri yang berpengaruh terhadap aktivitas selama ikan Matahari di daerah terumbu. Pengamatan kemunculannya di perairan ini, tercatat bahwa aktivitas ikan Matahari memiliki empat jenis utama perilaku seperti: 1) berenang perlahan-lahan atau melayang di atas terumbu karang; 2) berenang cepat menjauh, mungkin sebagai respon untuk menghindari penyelam; 3) sedang dibersihkan parasit yang menempel di tubuhnya oleh ikan terumbu pembersih seperti *Butterflyfish* (contohnya: *Chaetodon kleinii* dan *Heniochus diphreutes*), *wrasses* (*Labroides dimidiatus* dan *Thalassoma lunare*), serta *Angelfish* (*Pomacanthus imperator*) dan 4) berenang melawan/mengikuti arus yang kencang (Konow *et al.*, 2006 ;Bali Diving Academy, 2007-2010; Nyegaard, kompri, 2014;). Dengan demikian ciri-ciri SPL yang lebih rendah dengan lokasi yang lainya tidak menjadikan ciri khusus dimana ikan Matahari ini muncul ke daerah terumbu. SPL yang lebih rendah dibandingkan lokasi lainnya merupakan dugaan dimana lokasi tersebut menjadi lokasi *upwelling* dimana memiliki sumber makanan yang berlimpah, khususnya zooplankton sebagai salah satu makanan ikan Matahari (Wheeler, 1969). Lebih lanjut, dugaan ikan Matahari berada didaerah terumbu hanya untuk menikmati pelayanan ikan pembersih. Seperti yang sudah diketahui, ikan Matahari dikenal memiliki ribuan jenis parasit dalam tubuhnya (Arru *et al.*, 1991). Suhu Permukaan Laut yang lebih dingin dibagian selatan (**Gambar 2**) yang lebih mengarah ke arah laut lepas (yaitu: Samudera Hindia) dimana kedalamannya mencapai  $\pm 450$  meter (**Gambar 1**) diduga menjadi tempat mencari makan ikan Matahari. Studi Cartamili dan Lowe (2004) dan Sims *et al.*, (2009) menjelaskan dimana ikan Matahari bergerak cukup ekstensif pada horisontal dan vertikal, dimana gerakan ini menggambarkan usaha untuk mencari *gelatinous zooplankton*. Pada periode siang hari zooplankton menjadi penghuni tetap di kedalaman, sehingga gerakan vertikal ikan Matahari terjadi pada saat zooplankton sedang naik atau turun yang menggambarkan ikan Matahari sedang mencari makan. Kemungkinan lain mengapa ikan Matahari terlihat secara teratur sering ke permukaan, untuk beberapa ikan dikaitkan dengan *thermoregulation* dan atau keterbatasan *sub-oxicwaters* (Dagorn *et al.*, 2000). Penjelasan yang lain adalah ikan Matahari naik ke permukaan untuk memancing kehadiran ikan

pembersih parasit yang ada didalam tubuhnya (Konow *et al.*, 2006). Menurut catatan Cartamil dan Lowe (2004) ikan Matahari melakukan penyelaman yang berulang pada siang hari yang terlihat mengeksploitasi sumber makanan yang bergerak ke perairan dalam. Hal ini mungkin terjadi ikan Matahari mencari makanan di lepas pantai dan menyelam ke perairan dalam karena tercatat  $\pm 800$  meter (Potter dan Howel, 2010).



**Gambar 4.** Hubungan antara A) suhu permukaan laut terhadap *rate of encounter* Ikan Matahari, B) kecepatan arus terhadap *rate of encounter* Ikan Matahari di masing-masing lokasi penyelaman Perairan Kepulauan Nusa Penida, Bali.

Melihat aktifitas ikan Matahari di lokasi penyelaman yang pada umumnya melakukan *cleaning* oleh ikan pembersih, sehingga kecepatan arus merupakan salah satu parameter fisik yang perlu dimati. Penelitian mengenai aktifitas *cleaning* pada berbagai jenis *marine mega fauna* telah banyak diamati. Contohnya Reef Manta, Marshal dan Bennete (2010a,b); Rohner *et al.*, (2013) mengemukakan bahwa alasan manta melakukan *cleaning* didaerah terumbu karena daerah terumbu karang memiliki ikan pembersih yang berlimpah. kondisi arus yang tenang memudahkan ikan terumbu dan Manta melakukan aktivitas *cleaning*/pembersihan (Rohner *et al.*, 2013). Hasil analisis korelasi, menunjukkan hubungan yang kuat dimana kecepatan arus yang relatif lemah di lokasi penyelaman (misalnya : Crystal Bay) memiliki *rate of encounter* ikan Matahari lebih banyak dibandingkan lokasi yang memiliki arus relatif lebih kencang. Namun, perjumpaan ikan Matahari terkadang ditemukan dilokasi dengan kecepatan arus kencang seperti Blue Corner. Akan tetapi hal tersebut terlihat bahwa ikan Matahari berenang bebas mengikuti arus, bahkan terlihat berjuang untuk melawan arus (Nyegaard, kompri, 2014). Namun pengamatan pergerakan ikan Matahari oleh Cartamil (2004) menunjukkan bahwa sesungguhnya pergerakan ikan Matahari tidak terpengaruhi oleh kecepatan dan arah arus. Ikan Matahari merupakan perenang aktif yang mampu berenang rata-rata sejauh 26,8 km/hari, dengan *rate of movement* (ROM) tertinggi (ROM maksimum: 3,2 km/jam) yang terjadi pada siang hari. Lebih lanjut, ROM ikan Matahari dalam penelitian Cartamil (2004) mirip dengan yang ditemukan oleh Blok *et al.*, (1997) untuk tuna kuning *Thunnus albacares* (1,7-3,2 km/jam) di selatan Teluk California. Namun, pada saat aktifitas *cleaning*/pembersihan parasit, ikan Matahari/*marine mega fauna* lainnya membutuhkan arus yang relatif tenang. Couturier *et al.*, (2014) mengemukakan cuaca yang tenang sangat membantu pada Reef Manta dalam aktifitas *thermolegulation* dan *cleaning*. Hal ini dikarenakan ikan pembersih selalu berada di daerah terumbu atau dapat dikatakan ikan penghuni tetap dan memilih mempertahankan posisinya dibandingkan ikut terbawa arus, dikarenakan ikan terumbu pembersih seperti *Chaetodontidae* memiliki daya jelajah  $\pm 500$  meter (Gombos *et al.*, 2013). Sehingga secara teoritis ikan Matahari yang membutuhkan ikan terumbu untuk pembersihan parasit akan memilih lokasi dimana kecepatan arusnya relatif lemah untuk memudahkan kedua jenis ikan tersebut melakukan aktifitas *cleaning*.

Namun, dimana lokasi penyelaman yang memiliki kecepatan arus relatif lebih lemah tidak selalu djumpai oleh penyelam. Terkait hal ini, lokasi penyelaman Manta Point dan Manta Bay memiliki kecepatan arus relatif lebih kencang dibandingkan Crystal Bay, dan komposisi terumbu yang *patchy* yang berdampak sedikitnya ikan pembersih, serta tipe penyelaman relatif dangkal sehingga penyelam tidak menemukan ikan Matahari. Lebih lanjut, Marshall, kompri, (2014) mengemukakan bahwa Manta memerlukan kecepatan arus relatif lebih kencang untuk mengangkat tubuhnya agar tetap berada di area terumbu, sehingga adanya perbedaan struktur komposisi terumbu dan oseanografi yang sesuai dengan habitat nya. Namun, dilokasi Manta Bay pernah ditemukan ikan Matahari, akan tetapi dilokasi yang berbeda pada jenis terumbu *wall* (dinding) dan kondisi terumbu karang yang sehat, serta kedalaman  $\pm 30$  meter yang memiliki ikan terumbu pembersih yang melimpah (Nyegaard, kompri, 2014). Ikan pembersih jenis *butterflyfish* merupakan ikan indikator, dimana kondisi ekosistem terumbu karang sehat maka ikan jenis ini akan berlimpah (Allen, 1998). Hal ini memperkuat hipotesis dimana arus memang memainkan



peran dalam kemunculan ikan Matahari di lokasi penyelaman untuk aktifitas *cleaning* selain komposisi terumbu dan simbiosis mutualisme dengan ikan pembersih.

### Kesimpulan

Suhu permukaan laut (SPL) pada bulan Juli - Oktober 2014 di Kepulauan Nusa Penida menunjukkan kisaran 26,77 °C – 27,596 °C, dimana puncak penurunan terjadi pada bulan September dengan perbedaan SPL 1,9 °C antara bagian utara dan selatan, dimana bagian selatan Nusa Penida memiliki suhu lebih dingin. Kecepatan arus lapangan di Teluk Penida “Crystal Bay” berkisar diantara 0,05 m/s – 0,77 m/s, dimana kecepatan arus tersebut melemah sebagai akibat arus kencang yang masuk melalui celah sempit Selat Ceningan. Kemudian hasil simulasi pemodelan kecepatan arus di 11 stasiun pengamatan berkisar diantara 0,24 m/s – 1,08 m/s dimana variabilitas tersebut dipengaruhi kedalaman perairan. Keberadaan ikan Matahari lebih banyak dipengaruhi oleh kecepatan arus dibandingkan dengan SPL dengan nilai korelasi (r) yang kuat sebesar 0,64 . Hal ini terkait dengan aktivitas ikan Matahari di daerah terumbu untuk melakukan pembersihan parasit dengan ikan pembersih. Sehingga secara teoritis ikan pembersih yang memiliki keterbatasan daya jelajah membutuhkan arus yang cukup lemah untuk melakukan aktivitas tersebut.

### Ucapan Terimakasih

Terimakasih banyak kepada Marianne Nyegaard (PhD Candidate) dari Murdoch University, Perth-Australia yang telah membantu untuk sponsor, serta memberikan arahan selama penelitian di lapangan dan penyusunan skripsi ini. Dr. Andrea Marshall dari Marine Mega Fauna Foundation yang telah bersedia berdiskusi demi keunggulan penelitian ini. Coral Triangle Center yang telah memberikan izin penelitian dan informasi mengenai kondisi lapangan. Pusat Penelitian Pengembangan Geologi Laut – Bandung yang telah memberikan data pendukung berupa pasang surut di Nusa Ceningan yang digunakan dalam penelitian ini. World Diving, Lembongan Diving Club dan Bali Diving Academy yang telah bersedia mengumpulkan data pertemuan ikan Matahari di Nusa Penida. Artikel ini merupakan bagian dari penyelesaian tugas akhir untuk jenjang strata satu (S1) Program Studi Oseanografi, Fakultas Peikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro tahun 2015.

### Daftar Pustaka

- Allen, G.R., R. Steene., M. Allen. 1998. A guide to angelfishes and butterflyfishes. Vanguard Press, Perth.pp.250.
- Anderson, R. Charles, M. Shiham Adam, and Joaquim I. 2011 Goes. From monsoons to mantas: seasonal distribution of Manta alfredi in the Maldives. *Fisheries Oceanography* 20(2) : 104-113.
- Arru, E., G. Garippa, E. Sanna. 1991. *Mollicola horridus* in *Luvavis imperialis* and *Mola mola*. *Bollettino Societa Italiana di Patologia Ittica*. 5 : 89-91.
- Block B.A., J.E. Keen., B. Castillo., H. Dewar., E.V. Freund., D.J. Marcinek., R.W. Brill., and C. Farwell. 1997. Environmental preferences of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) at the northern extent of its range. *Mar Biol*. 130: 119-132.
- Boer, G. J., B. Yu., S.J. Kim., and G.M. Flato. 2004. Is there observational support for an El Niño-like pattern of future global warming?. *Geophysical Research Letters*, 31(6): 1-9.
- Cartamil, D. and C.G. Lowe. 2004. Diel movement patterns of Ocean Sunfish off Southern California. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 266: 245–253.
- Coral Triangle Center. 2012. Nusa Penida: Establishing and MPA Learning Site. Infosheet produced by the Coral Triangle Center, Sanur, Indonesia. pp. 4.
- Couturier, L.I.E., P. Newman., F.R.A., Jaine., M.B. Bennett., W.N. Venables., K.A. Townsend., S.J. Weeks. and A.J. Richardson. 2013. Habitat use and residency of, *Manta alfredi*, at a key aggregation site in the Great Barrier Reef. *Sharks Internasional*. pp.187.
- Dewar, H., T. Thys., S.L.H. Teo., C. Farwell., J.O’Sulliavan., M. Soichi., T. Nakatsubo., Y. Kondo., Y. Okada., D.J. Lindsay., G.C. Hays., A. Walli., K. Weng., J.T. Streehman., S.A. Karl. 2010. Satellite tracking the world’s largest jelly predator, the ocean sunfish, *Mola mola*, in the Western Pacific. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 393: 32-42.
- Dagorn, L., P. Bach., E. Josse. 2000. Movement patterns of large bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the open ocean, determined using ultrasonic telemetry. *Mar Bio*. 136 (2) : 361-371.
- Emery, W.J. and R.E. Thomson. 1997. Data Analysis Method in Physical Oceanography. *British Library Catalogue*. UK. pp.654.
- Gombos, M, Atkinson, S, Green, A, and Flower, K. 2013. Designing Effective Locally Managed Areas in Tropical Marine Environments: A Facilitator’s Guide to Help Sustain Community Benefits Through. Management for Fisheries, Ecosystems, and Climate Change. Jakarta, Indonesia: USAID Coral Triangle Support Partnership.pp.70.

- Gordon, A.L. 2005. Oceanography of the Indonesian Seas and Their Throughflow. *Journal of the Oceanography Society* 18(4) :14-27.
- Hays, G.C., M.R, Farquhar., P, Luschi., S.L.H, Teo., T.M, and Thys. 2009. Vertical niche overlap by two ocean giants with similar diets: Ocean sunfish and leatherback turtles. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 370 : 134-143.
- Houghton, J., T, Doyle., J, Davenport. and G, Hays. 2006. The Ocean Sunfish: insights into distribution, abundance and behaviour in the Irish and Celtic Seas. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom.* 86: 1237-1243.
- Jawad, L.A., J.M, Al-Mamry. and L.H, Al-Kharusi. 2013. A Record of Sharp-tail Mola, *Masturus lanceolatus* (Lie´nard, 1840) (Molidae) in the Sea of Oman. *J. Appl. Ichthyol.* 29: 242-244
- Konow, N., R.M, Fitzpatrick. and A, Barnett. 2006. Adult Emperor Angelfish (*Pomecanthus imperator*) clean Giant Ocean Sunfish at Nusa Lembongan. Indonesia. *Coral Reefs.* 25: 208.
- Kunarso, dan N.S, Ningsih., A, Supangat. 2005a. Karakteristik Upwelling di Sepanjang Perairan Selatan NTT Hingga Barat Sumatera. *Jurnal Ilmu Kelautan.* 10 (1) : 17 – 23.
- Kunarso., S. Hadi., dan N.S, Ningsih. 2005b. Kajian Lokasi Upwelling untuk Penentuan Fishing Ground Potensi Ikan Tuna. *Jurnal Ilmu Kelautan.* 10 (2) : 61 – 67.
- Marshall, D., A. and B.M, Bennett. 2010a. Reproductive ecology of the reef manta ray *Manta alfredi* in southern Mozambique. *Journal of Fish Biology.* 77 : 169-190.
- Marshall, D., A. and B.M, Bennett. 2010b. The frequency and effect of shark-inflicted bite injuries to the reef manta ray *Manta alfredi*. *African Journal of Marine Science.* 32 (3) : 1-8.
- Muller, K. 1999. Diving Indonesia – A Guide to the World’s Greatest Diving. Periplus Editions (HK) Ltd. pp. 324.
- Muus, B. 1964. Collins Guide to the Sea Fishes of Britain and North-Western Europe. London: Collins Clear-Type Press. pp. 244.
- Poerbondono. dan E, Djunasjah. 2005. Survei Hidrografi. Refika Aditama. Bandung. pp.166.
- Potter, I.F., B. Galuardi. and W.H, Howell. 2010. Vertical movement and behavior of the ocean sunfish, *Mola mola*, in the northwest Atlantic. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 396 (2) : 138-146.
- Potter, I.F. and W.H, Howell. 2011. Horizontal movement of ocean sunfish, *Mola mola*, in the northwest Atlantic. *Mar. Bio.* 158 (3) : 531-540
- Purba, M. 2007. Dinamika Perairan Selatan P. Jawa – P. Sumbawa saat Muson Tenggara. *Torani.* 17(2) : 140-150.
- Rohner, C., A, Pierce, S., J, Marshall, A., D, Weeks, J., S, Bennett, M., B, Richardson, A., J. 2013. Trends in sightings and environmental influences on a coastal aggregation of manta rays and whale sharks. *Mar Ecol Prog Ser.* 482: 153–168.
- Sims, D. and E, Southall. 2002. Occurrence of Ocean Sunfish near fronts in the western English Channel. *J. Mar. Biol. Ass.* 82: 927-928.
- Sims, D.W., N, Queiroz., t.k, Doyle., J.D.R, Houghton, and G.C, Hays. 2009. Satellite tracking of the World’s largest bony fish, the ocean sunfish (*Mola mola*) in the North East Atlantic. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 370 : 127-133.
- Smith, J. 1965. The Sea Fishes of Southern Africa. South Africa: Central News Agency, LTD. pp. 580.
- Stewart, R.H. 2009. Introduction To Physical Oceanography. Department of Oceanography Texas A & M University. USA. pp.345.
- Susanto, D and J, Marra. 2005. Effect of the 1997/1998 El Nino on Chlorophyll-a Variability along the Southern Coasts of Java and Sumatra. *Journal of the Oceanography Society* 18 (4) : 124-127.
- Thurman, H.V. 1991. Introductory to Oceanography, Fifth Edition. Merrill Publishing Company, A Bell & Howell Information Company. Columbus Ohio 43216. pp. 526.
- Towner, A.V., L, Underhill., and M.J, Smale. 2014. Great white sharks, *Carcharodon carcharias*, in Gansbaai, South Africa: Environmental influences and changes over time. *Shark Internasional proceeding.* pp. 187.
- Welly, M., D, Primaoktasa., I.P, Putra. dan M.J, Tatas. 2011. Profil wisata bahari Nusa Penida, Kabupaten Klungkung, Propinsi Bali. Report for the Coral Triangle Center. Sanur. Indonesia. pp. 22.
- Wheeler, A. 1969. The Fishes of the British Isles and North-West Europe. Michigan: Michigan State University Press. pp. 613.
- Wyrtki, K. 1961. Physical Oceanography Of The Southeast Asian Waters. The University of California, Scripps Institution of Oceanography. La Jolla. California. pp.225.
- Yuningsih, A., A, Masduki., B, Rachmat dan A, Prijantono. 2010. Research on Ocean Currents Energy Potential as New Renewable Energy Source in Toyapakeh Coastal, Nusa Penida, Bali., Puslitbang Geologi Kelautan Bandung, Tidak dipublikasi. Pp. 7.

Yuningsih, A., Masduki, A. 2011. Potential Energy of Ocean Current for Electric Power Generation in Coastal Areas Of East Flores, NTT. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, Vol. 3, No. 1, Hal. 13-25.