

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kondisi Umum Perairan Samudera Hindia Bagian Timur

Samudera Hindia bagian Timur (*Eastern Indian Ocean*) memiliki karakteristik perairan yang unik karena dipengaruhi oleh aliran massa air dari Samudera Hindia bagian Barat (*Western Indian Ocean*) dan aliran massa air dari Samudera Pasifik. Kedua massa air tersebut memberikan dampak terhadap variabilitas oseanografi di wilayah ini. Perairan ini juga berada pada sistem angin muson yang menyebabkan kondisi oseanografi juga terpengaruh oleh sistem angin muson (Wyrcki, 1961).

Kondisi angin di benua maritim Indonesia dan lokasi *Intertropical Convergence Zone* (ICZ) sangat berpengaruh terhadap pertanda kejadian angin muson yang kuat. Angin muson tenggara yang terjadi pada bulan Mei hingga Oktober menyebabkan kejadian *upwelling* sepanjang pesisir pulau Jawa dan Bali. Kejadian *upwelling* mempengaruhi kenaikan konsentrasi klorofil-a dan juga diikuti dengan kenaikan produktivitas primer (Purba, 1995; Wyrcki, 1962).

Pada musim timur nilai Suhu Permukaan Laut (SPL) di wilayah perairan Samudera Hindia bagian Timur relatif rendah, dengan rata-rata 26,57 °C, sedangkan pada Musim Barat SPL rata-rata naik menjadi 27,78 °C. Pada saat musim barat, sebaran SPL di Samudera Hindia tropis relatif hangat dengan nilai rata-rata sekitar 28,62 °C dan di bagian selatan sebaran SPL lebih dingin (Kemili dan Mutiara, 2012).

2.2. *Upwelling*

Upwelling merupakan fenomena naiknya massa air dingin dengan densitas tinggi dari lapisan bawah (kedalaman 150 - 250 meter) menuju lapisan permukaan karena proses fisis. Proses *upwelling* terjadi disebabkan karena adanya kekosongan massa air pada lapisan permukaan yang terbawa oleh arus

menuju ke tempat lain seperti lepas pantai atau sepanjang pesisir pantai. Massa air *upwelling* dari perairan dalam memiliki nutrisi yang tinggi, termasuk nitrat dan fosfat sebagai hasil dari proses dekomposisi dari materi organik (Surinati, 2009).

Fenomena *upwelling* juga dapat disebut sebagai arus yang bergerak secara vertikal dari kedalaman tertentu menuju permukaan air laut. Kejadian *upwelling* datang dari kedalaman yang tidak lebih dari 200-300 meter. Selama musim *upwelling* arus yang berada dibawah 200 meter bergerak kearah kutub dan terkadang arus permukaan yang sangat dekat pantai juga bergerak kearah kutub (Pond dan Pickard, 2007; Surinati, 2009).

Proses *upwelling* menurut (Barnes *et al.*, 2006) terjadi dalam tiga bentuk, diantaranya :

1. Apabila suatu arus menemui sebuah rintangan di kedalaman seperti *mid ocean ridge*, selanjutnya arus tersebut dibelokkan kearah permukaan.
2. Apabila adanya massa air yang bergerak secara berdampingan dan terjadi divergensi pada perairan tersebut, sehingga massa air tersebut bergerak berlawanan arus
3. Apabila angin yang berhembus terus-menerus dari arah pantai menuju kearah lepas pantai, sehingga massa air permukaan digantikan oleh massa air yang ada dibawahnya.

2.2.1. Manfaat *Upwelling*

Kejadian *upwelling* menyebabkan terjadinya pengayaan nutrisi di suatu perairan. Kesuburan perairan yang baik dapat meningkatkan produktivitas primer dan sektor perikanan. Daerah *upwelling* mempunyai arti penting terhadap perikanan tangkap karena daerah *upwelling* umumnya merupakan *fishing ground* yang potensial (Thurman dan Trujillo, 2003).

2.2.2. Perubahan Karakteristik *Upwelling*

Besar pengaruh dari *upwelling* dapat berbeda berdasarkan tempat dan waktu. Adanya perbedaan durasi (lama kejadian) dan intensitas (kekuatan) kejadian *upwelling* dapat mempengaruhi produktivitas primer di wilayah perairan Indonesia (Kemili dan Mutiara, 2012). *Upwelling* dari sepanjang perairan Selatan Jawa hingga Barat Sumatera terjadi pada musim timur sekitar bulan Juni hingga Oktober. Pusat *upwelling* berada di perairan selatan Jawa Timur kemudian bergerak ke arah barat atau barat laut. Pada tipe tahun *El Nino*, *upwelling* mencapai puncaknya di wilayah barat Pulau Sumatera pada bulan November (Susanto *et al.*, 2001).

Kejadian *upwelling* di sepanjang perairan Selatan Nusa Tenggara Timur (NTT), Selatan Jawa, hingga Barat Sumatera merupakan bentuk evolusi yang berulang setiap tahunnya. Fenomena *upwelling* ini dipengaruhi oleh musim dan iklim. Adanya perubahan fenomena iklim seperti *El Nino / La Nina Southern Oscillation* (ENSO) di Samudera Pasifik dan *Dipole Mode* (DM) di Samudera Hindia, menyebabkan perubahan karakteristik *upwelling*, baik secara temporal (periode *upwelling*) atau lama waktu kejadian *upwelling* di suatu wilayah perairan, spasial (distribusi horizontal), maupun intensitasnya yang mengacu pada tingkat penurunan suhu permukaan laut (Kunarso *et al.*, 2005).

Upwelling ditemukan di perairan selatan Jawa Barat hingga barat Sumatera pada fase (*Indian Ocean Dipole Mode*) IODM Normal dan IODM Positif. Kejadian *upwelling* saat fase IODM Negatif tidak dapat ditemukan di perairan selatan Jawa Barat hingga barat Sumatera (Amri *et al.*, 2013a).

2.3. Suhu Perairan

Suhu merupakan sifat termodinamika dari suatu fluida akibat adanya aktivitas atau energi dari molekul dan atom dalam fluida. Suhu akan semakin

tinggi seiring dengan tingginya energi atau kandungan panas di suatu perairan. Suhu air laut di lapisan permukaan sangat dipengaruhi oleh jumlah cahaya yang diterima dari sinar matahari. Perubahan suhu permukaan laut selain disebabkan oleh jumlah cahaya yang diterima dari matahari, juga dipengaruhi oleh keadaan alam dan lingkungan sekitar di daerah perairan tersebut. Pengaruh arus, keadaan awan, kenaikan massa air dan pencairan es di kutub juga mempengaruhi suhu di permukaan laut. Suhu perairan pada umumnya memiliki satuan skala Celcius ($^{\circ}\text{C}$). Rentang suhu perairan laut dunia berkisar pada nilai -1,7 $^{\circ}\text{C}$ hingga 30 $^{\circ}\text{C}$. (Talley *et al.*, 2011)

Suhu perairan merupakan parameter oseanografi yang berpengaruh sangat dominan terhadap kehidupan ikan dan sumber daya hayati laut. Biota laut sebagian besar bersifat *poikilometrik* (perubahan suhu tubuh dipengaruhi oleh lingkungan) sehingga suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme (Nontji, 1993).

Suhu permukaan laut dapat ditentukan dengan dua cara, yaitu *pertama* metode perkiraan (estimasi) dengan memanfaatkan wahana satelit penginderaan jauh dan *kedua* metode pengukuran langsung (konvensional) dengan menggunakan alat-alat pengukur temperatur di permukaan laut. Data SPL yang diperoleh dengan metode konvensional disebut data *in-situ*, sedangkan yang diperoleh dengan metode perkiraan (estimasi) disebut pendekatan SPL *eks-situ*. Pola distribusi SPL dengan menggunakan satelit tersebut dapat dilihat fenomena-fenomena yang terjadi di perairan tersebut, seperti *upwelling*, *front*, dan pola arus permukaan. Perairan yang mempunyai fenomena-fenomena tersebut umumnya merupakan perairan yang subur (Harsanugraha dan Parwati, 1996).

Variasi suhu secara vertikal di perairan Indonesia secara umum dapat dibedakan menjadi tiga lapisan, yaitu lapisan homogen (*mixed layer*) di bagian

atas, lapisan termoklin di tengah, dan lapisan dingin di bagian bawah (Nontji, 1993). Stratifikasi suhu di perairan Indonesia menurut (Ilahude, 1999), yaitu :

1. Lapisan Homogen (*Mixed Layer*)

Pada daerah tropis, pengadukan ini dapat mencapai kedalaman 50–100 meter dengan suhu berkisar 26–30 °C dan gradien tidak lebih dari 0,03 °C/m. Lapisan ini sangat dipengaruhi oleh musim dan letak geografis. Pada musim timur atau tenggara, lapisan ini dapat mencapai 30–40 meter dan mencapai 70–90 meter pada pada musim barat.

2. Lapisan Termoklin

Lapisan termoklin dapat dibagi menjadi 2 lapisan yaitu lapisan termoklin atas (*main thermocline*) dan termoklin bawah (*secondary thermocline*). Suhu pada lapisan **termoklin atas** lebih cepat penurunannya dibandingkan lapisan termoklin bawah, yaitu 27 °C pada kedalaman 100 meter menjadi 8 °C pada kedalaman 300 m atau rata – rata penurunan suhu mencapai 9,5 °C setiap kedalaman bertambah 100 m, sedangkan pada **termoklin bawah** suhu masih mengalami penurunan dari 8 °C pada kedalaman 300 m menjadi 4 °C pada kedalaman 600 meter atau rata–rata penurunan mencapai 1,3 °C setiap kedalaman bertambah 100 meter.

3. Lapisan Dalam (*Deep Layer*)

Pada lapisan ini suhu turun menjadi sangat lambat dengan gradien suhu hanya mencapai 0,05 °C setiap kedalaman bertambah 100 meter, lapisan ini dapat mencapai kedalaman 2500 meter. Pada daerah tropis kisaran suhu di lapisan ini berkisar antara 2–4 °C.

2.4. Klorofil-a

Klorofil-a merupakan pigmen yang digunakan pada proses fotosintesis dan dapat ditemukan pada organisme fitoplankton. Klorofil-a merupakan jenis

pigmen terbesar yang terkandung dalam fitoplankton. Fitoplankton juga dilengkapi pigmen pelengkap sebagai alat tambahan bagi klorofil-a dalam sinar matahari. Pigmen-pigmen tambahan ini mampu menyerap sinar dalam spektral yang tidak mampu diserap oleh pigmen klorofil-a (Basmi, 1995).

Ketersediaan nutrien (nitrat, fosfat, silikat) dan intensitas cahaya sangat mempengaruhi sebaran dan tinggi rendahnya konsentrasi klorofil-a di suatu perairan. Ketersediaan nutrien dan intensitas cahaya matahari yang optimal dapat meningkatkan konsentrasi klorofil-a di suatu perairan, begitu juga sebaliknya. Wilayah perairan tropis pada umumnya memiliki konsentrasi klorofil-a yang rendah. Hal tersebut disebabkan oleh keterbatasan nutrien dan kuatnya stratifikasi kolom perairan sebagai akibat dari pemanasan permukaan laut yang terjadi sepanjang tahun (Hatta, 2014).

Konsentrasi nilai klorofil cenderung tinggi pada wilayah perairan pantai dan cenderung rendah pada daerah lepas pantai. Perbedaan konsentrasi tersebut disebabkan oleh tingginya suplai nutrien yang berasal dari daratan melalui aliran sungai dan rendahnya suplai nutrien dari daratan yang mencapai daerah lepas pantai. Kejadian *upwelling* menyebabkan adanya proses sirkulasi massa air yang memungkinkan perpindahan sejumlah nutrien dari perairan lapisan dalam (Nontji, 1974).

2.5. Salinitas

Salinitas merupakan kadar gram dari material padat dalam 1 kilogram air laut setelah terjadi evaporasi. Perairan laut dunia memiliki nilai salinitas rata-rata yang berkisar antara 34 - 35 gram garam per kilogram air laut (g/kg) atau yang selanjutnya disebut sebagai PPT *part per thousand* (‰). Salinitas untuk air laut memiliki satuan internasional PSU (*Practical Salinity Unit*) atau ekuivalen dengan *part per thousand* (‰) (Talley *et al.*, 2011).

Secara vertikal nilai salinitas air laut akan semakin besar dengan bertambahnya kedalaman. Persebaran salinitas secara vertikal sangat dipengaruhi oleh adanya angin di perairan laut lepas. Pengadukan (*mixing*) pada lapisan permukaan dapat menyebabkan salinitas menjadi homogen (Purba dan Pranowo, 2015).

Menurut Nontji (1993), faktor yang mempengaruhi salinitas air laut diantaranya adalah:

1. Penguapan

Semakin tinggi tingkat penguapan air laut maka kadar salinitasnya akan semakin tinggi dan sebaliknya di daerah yang rendah tingkat penguapannya maka salinitasnya akan semakin rendah.

2. Curah hujan

Curah hujan di suatu wilayah laut yang semakin tinggi akan menurunkan nilai salinitas wilayah tersebut dan sebaliknya jika curah hujan di lautan rendah maka salinitas akan semakin tinggi.

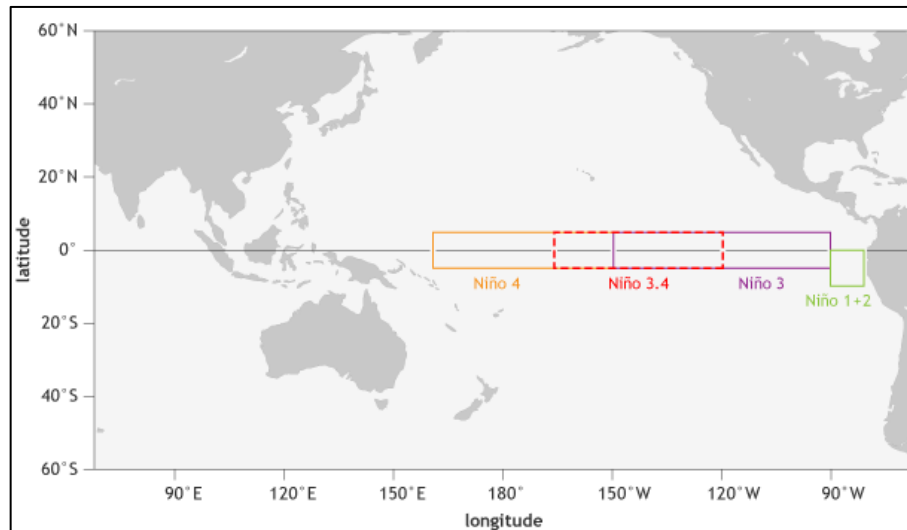
3. Banyak sedikitnya sungai yang bermuara

Debit air sungai yang bermuara ke laut mempengaruhi nilai salinitas, semakin banyak masukan air sungai ke laut, maka nilai salinitas akan semakin rendah dan sebaliknya.

2.6. **Oceanic Nino Index (ONI)**

El Nino - Southern Oscillation Index (ENSO) merupakan variasi suhu permukaan laut, curah hujan, tekanan udara permukaan, dan sirkulasi atmosfer yang terjadi di sepanjang Samudera Pasifik bagian khatulistiwa. Siklus ENSO terdiri dari fenomena *El Nino* mengacu pada kondisi suhu permukaan laut yang berada di atas rata-rata (fase hangat) dan *La Nina* mengacu pada kondisi suhu permukaan laut yang berada di bawah rata-rata yang disebut sebagai fase dingin perairan Pasifik (NOAA, 2017). Kejadian *El Nino* di Indonesia dapat diidentifikasi

dari rata-rata anomali suhu permukaan laut di daerah Nino 3.4 (Kemili dan Mutiara, 2012; Susanto dan Marra, 2005).



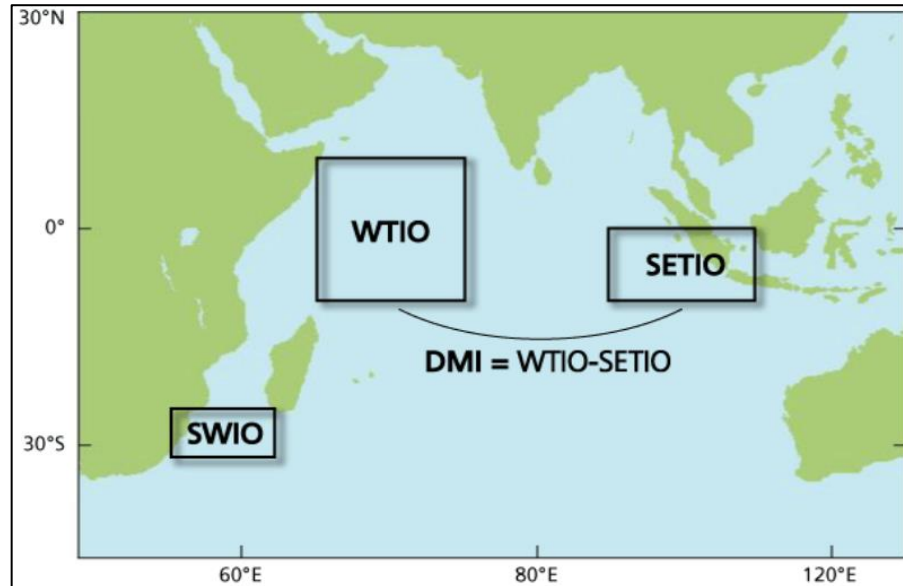
Gambar 1. Daerah Nino Pengukuran Suhu Permukaan Laut (Dahlman, 2016).

Oceanic Nino Index (ONI) merupakan indikator utama yang digunakan oleh NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) untuk mengetahui kejadian *El Nino* dan *La Nina* yang merupakan fase kebalikan dari ENSO. Nilai ONI +0,5 atau lebih tinggi yang mengindikasikan daerah Nino lebih hangat dari normal dikategorikan dalam kondisi *El Nino* dan nilai ONI -0,5 atau lebih rendah mengindikasikan daerah Nino lebih dingin dari normal dikategorikan dalam kondisi *La Nina* (Dahlman, 2016).

2.7. *Indian Ocean Dipole Mode (IODM)*

Fenomena interaksi laut-atmosfer di daerah tropis Samdera Hindia dikenal sebagai *Indian Ocean Dipole Mode (IODM)* yang ditemukan oleh Saji *et al* (1999). Fenomena IODM ditandai dengan adanya perbedaan anomali suhu permukaan laut (SPL) terhadap kondisi normal. IODM diasosiasikan dengan perubahan arah angin tenggara di Samudera Hindia yang dapat mempengaruhi daerah konvektif, presipitasi dan sirkulasi *Walker*. Indikator yang biasa digunakan

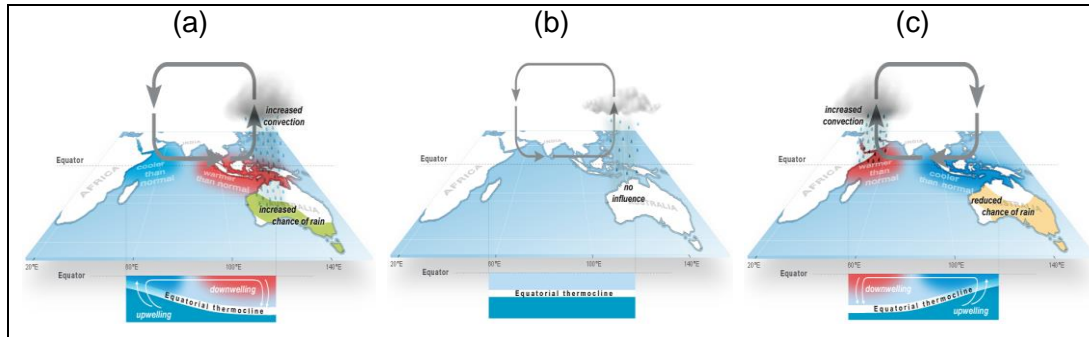
untuk mengidentifikasi IODM adalah *Dipole Mode Index* (DMI) yang merupakan gradien anomali SPL di bagian barat (50-70° Bujur Timur, 10° Lintang Utara -10° Lintang Selatan) dan bagian timur (90°-110° Bujur Timur, 0°-10° Lintang Selatan) Samudera Hindia (Gambar 2).



Gambar 2. *Dipole Mode Index* di Samudera Hindia (www.jamstec.go.jp).

IODM terdiri atas tiga tipe yaitu, IODM positif, IODM negatif dan IOD fase netral berdasarkan hasil perhitungan DMI. Pada fase IODM positif, perairan timur Samudera Hindia (SETIO Gambar 2) memiliki suhu yang lebih dingin dan perairan barat Samudera Hindia (WTIO Gambar 2) memiliki suhu yang lebih hangat dari kondisi normal. Pada fase IODM positif melemahnya angin dari barat menyebabkan massa air hangat bergerak menuju Afrika dan terjadi *upwelling* di bagian timur Samudera Hindia Ekuatorial. Pada fase IODM negatif tiupan angin dari barat menguat di sepanjang ekuator menyebabkan massa air hangat berpindah menuju perairan Indonesia dan Australia. Kondisi ini menyebabkan terjadinya proses *upwelling* di bagian barat Samudera Hindia (Afrika) dan proses *downwelling* di bagian timur Samudera Hindia Ekuatorial (Indonesia). Kondisi normal di Samudera Hindia terjadi jika massa air hangat

dari Samudera Pasifik tersebar disekitar perairan Indonesia dan kondisi suhu relatif normal (Saji dan Yamagata, 2003).



Gambar 3. IOD Fase (a) Negatif; (b) Netral; (c) Positif (www.bom.gov.au).

2.8. Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan ilmu pengetahuan dan teknik untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah atau fenomena melalui analisis suatu data dengan suatu alat tanpa melakukan kontak langsung pada objek, daerah atau fenomena yang dikaji. Proses penginderaan dilakukan dengan radiasi elektromagnetik yang dipantulkan dan dilepaskan oleh objek-objek di permukaan bumi. Energi tersebut ditangkap oleh sensor satelit, diproses, dianalisa dan diaplikasikan sebagai informasi (Lillesand *et al.*, 2015).

Sistem penginderaan jauh terdiri dari serangkaian komponen berupa sumber tenaga, atmosfer, objek, sensor, perolehan data dan pengguna data. Penginderaan jauh pada umumnya menggunakan sumber tenaga berupa tenaga elektromagnetik. Deteksi objek pada citra penginderaan jauh dapat dilakukan dengan melacak (*tracing*) karakteristik spektral objek yang tampak pada citra. Objek akan tampak lebih cerah pada citra jika lebih banyak memantulkan atau memancarkan energi dan sebaliknya, objek akan tampak lebih gelap apabila memantulkan atau memancarkan energi lebih sedikit. Analisis terhadap data citra yang telah terkumpul dapat menghasilkan informasi tentang objek, daerah atau fenomena yang dikaji. Keberhasilan aplikasi penginderaan jauh terletak pada

dapat diterima atau tidaknya hasil penginderaan jauh itu oleh para pengguna data (Sutanto, 1986).

Aplikasi penginderaan jauh untuk pengukuran suhu permukaan laut menggunakan prinsip deteksi radiasi elektromagnetik inframerah menggunakan *Infrared Scanner*. Alat ini merupakan radiometer yang prinsip kerjanya mengukur radiasi yang dikeluarkan oleh permukaan laut pada nilai spektral sinar inframerah. Pengukuran menggunakan alat ini menghasilkan dugaan nilai suhu permukaan laut (SPL), yang selanjutnya dapat digunakan untuk meneliti berbagai proses di laut yang diindikasikan oleh SPL (Gordon dan Morel, 1983).

2.8.1. Ocean Color

Penginderaan jauh warna air laut atau *ocean color* memanfaatkan radiasi gelombang elektromagnetik (GEM) yang dipantulkan dari bawah permukaan air laut. Radiasi tersebut berada pada spektrum sinar tampak (400-700 nm), karena secara alami dapat menembus permukaan air. Radiasi pantulan ini mengandung informasi sifat optik/biooptik yang disebabkan oleh partikel tersuspensi pada air laut. Bahan-bahan tersebut menyebabkan perubahan warna air laut. Fitoplankton, bahan-bahan sedimen anorganik dan bagian tubuh organisme laut yang terurai menjadi bahan utama yang mempengaruhi *ocean color*. Sifat optik dan biooptik objek merupakan sifat interaksi antara objek dan GEM. Interaksi objek dengan GEM dapat dibedakan atas lima kategori, yaitu:

1. Sifat penyerapan atau *absorption*
2. Sifat pemencaran atau *scattering*
3. Sifat pemantulan atau *reflection* atau *back scattering*
4. Sifat penerusan atau *transmission*
5. Sifat pemencaran kembali atau *emission*.

Sifat pemantulan merupakan sifat yang berperan penting dalam proses penginderaan warna air laut, karena GEM yang dipantulkan akan dideteksi oleh sensor satelit dan digunakan untuk mengukur sifat objek yang diteliti (Gordon dan Morel, 1983; Hovis *et al.*, 1980).

2.8.2. *Suomi-NPP VIIRS*

NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) melanjutkan misi satelit *ocean color* dengan peluncuran satelit *Suomi NPOESS Preparatory Project* (NPP) pada tahun 2011. Satelit ini memiliki sensor untuk pengamatan parameter laut yaitu *Visible Infrared Imager Radiometer Suite* (VIIRS) yang memiliki resolusi spasial lebih baik dibandingkan sensor *ocean color* sebelumnya (Terra/Aqua-MODIS), yaitu 375 meter dan 750 meter. VIIRS memiliki 22 kanal (*band*) yang terdiri atas : 14 *solar*, 7 *thermal*; dan 1 *Day/Night Band* (DNB). Masing masing *band* tersebut dapat digolongkan menjadi beberapa grup : 5 *I-bands* dengan resolusi spasial 375m; 16 *M-bands* dengan resolusi spasial 750m; dan *DNB* (750m) (Cao *et al.*, 2013).

	Band	Primary parameter	Wave length (µm)	Spatial resolution [km]		Gain	Typical value [W/m ² /sr /µm or K]	Max value [W/m ² /sr /µm or K]	Specs SNR/ NAT	Observed SNR/ NAT
				Nadir	Edge					
Imaging bands										
reflective	I1	Vis Imagery/NDVI	0.600 - 0.680	0.375	0.8	Single	22	718	119	214
	I2	Land Imagery/NDVI	0.846 - 0.885	0.375	0.8	Single	25	349	150	251
	I3	Snow/ice	1.580 - 1.640	0.375	0.8	Single	7.3	72.5	6	149
emissive	I4	Imagery clouds	3.550 - 3.930	0.375	0.8	Single	270	353	2.5	0.4
	I5	Imagery clouds	10.50 - 12.40	0.375	0.8	Single	210	340	1.5	0.4
Moderate resolution bands										
reflective	M1	Ocn color/Aerosol	0.402 - 0.422	0.75	1.6	H/L	44.9/155	135/615	352/316	578/974
	M2	Ocn color/Aerosol	0.436 - 0.454	0.75	1.6	H/L	40/146	127/687	380/409	564/975
	M3	Ocn color/Aerosol	0.478 - 0.498	0.75	1.6	H/L	32/123	107/702	416/414	611/989
	M4	Ocn color/Aerosol	0.545 - 0.565	0.75	1.6	H/L	21/90	78/667	362/315	522/846
	M5	Ocn color/Aerosol	0.662 - 0.682	0.75	1.6	H/L	10/68	59/651	242/360	321/631
	M6	Atrm correction	0.739 - 0.754	0.75	1.6	Single	9.6	41	199	355
	M7	Ocn color/Aerosol	0.846 - 0.885	0.75	1.6	H/L	6.4/33.4	29/349	215/340	435/631
	M8	Cloud particle/ snow grain size	1.230 - 1.250	0.75	1.6	Single	5.4	165	74	221
	M9	Ci cloud detection	1.371 - 1.386	0.75	1.6	Single	6	77.1	83	227
	M10	Snow fraction	1.580 - 1.640	0.75	1.6	Single	7.3	71.2	342	550
	M11	Clouds/Aerosol	2.225 - 2.275	0.75	1.6	Single	0.12	31.8	10	22
emissive	M12	SST	3.660 - 3.840	0.75	1.6	Single	270	353	0.396	0.13
	M13	SST/Fire detection	3.973 - 4.128	0.75	1.6	H/L	300/380	343/634	0.107/0.423	0.042
	M14	Cloud Top	8.400 - 8.700	0.75	1.6	Single	270	336	0.091	0.06
	M15	SST	10.263 - 11.263	0.75	1.6	Single	300	343	0.07	0.03
	M16	SST	11.538 - 12.488	0.75	1.6	Single	300	340	0.072	0.03
	DND	Day/ Night Band	0.5 - 0.9	0.75	0.75					

Gambar 4. Spesifikasi Kanal VIIRS (Cao *et al.*, 2013).

2.9. Argo Float

Argo merupakan proyek internasional yang mengumpulkan data suhu dan salinitas dari laut dunia. Data Argo telah mencapai 100.000 profil suhu dan salinitas setiap tahun yang didapatkan dari sekitar 3600 *float* aktif yang tersebar di perairan dunia pada tahun 2014. Argo menggunakan *float* robotik yang beroperasi di bawah permukaan laut. Data direkam menggunakan *autonomous float* bertenaga baterai yang melakukan perekaman data saat kondisi keseimbangan *float* netral (*parking depth*) dengan menyamakan densitas terhadap tekanan air laut (Gould dan Scanderbeg, 2015).

Jenis *float* yang digunakan terdiri dari beberapa model (Tabel 2). *Float* yang mendominasi adalah jenis PROVOR dan ARVOR. SOLO-II merupakan generasi terbaru dari jenis *float* yang digunakan untuk program Argo. SOLO-II memiliki berat ± 20 Kg dengan kedalaman optimal untuk beroperasi 2000 meter dan kedalaman maksimal 2500 meter. SOLO-II didesain dibuat oleh *Scripps Institution of Oceanography* dengan dibekali sistem MRV (Argo, 2017).

Tabel 1. Jenis Argo Float.

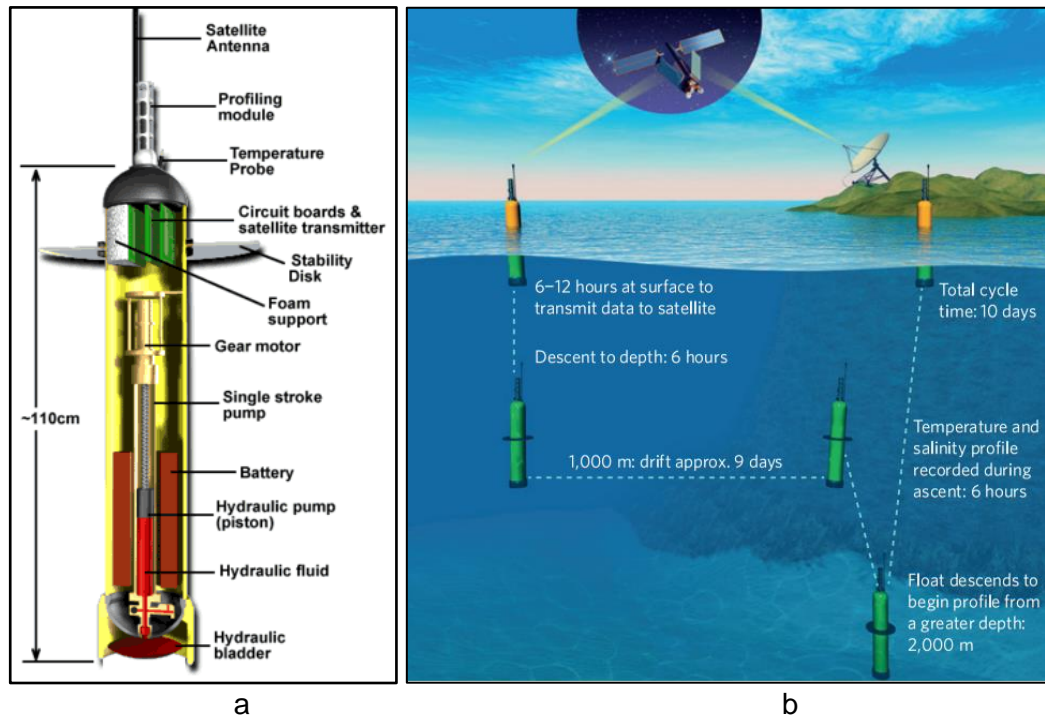
Model	Produsen	Negara
PROVOR ARVOR	<i>NKE- Instrumentation</i>	Perancis
APEX	<i>Teledyne Marine</i>	Australia
SOLO & SOLO II S2A	<i>Scripps Institution of Oceanography</i> <i>MRV System</i>	Amerika Serikat
NAVIS	<i>Sea-Bird Scientific</i>	

Sumber : (Argo, 2017)

Data direkam pada *float* melalui sensor CTD (*Conductivity, Temperature, Depth*) yang terintegrasi (Gambar 5) yang terdiri dari 3 sub-sistem :

1. *Hydraulic*, untuk mengatur keseimbangan melalui *external bladder*, sehingga *float* dapat menuju permukaan / kedalaman.

2. *Microprocessors*, untuk sistem pengendalian, perekaman dan transmisi data pada *float*.
3. *Data Transmission System*, untuk mengatur sistem komunikasi satelit.



Gambar 5. (a) Skematik Argo SOLO *float* (Argo, 2017); (b) Siklus Perekaman Data Argo *Floats* (Riser *et al.*, 2016).

Float dapat mengukur profil suhu dan salinitas saat menuju kedalaman atau menuju permukaan. Argo pada umumnya merekam data dari kedalaman 2000 meter (menuju permukaan) dan mengirim data ke satelit saat muncul ke permukaan laut. *Float* menuju kedalaman 1000 meter (*the parking depth*) dan melayang-layang (*drift*) selama 9 hari. *Float* menuju kedalaman 2000 meter untuk mulai mengukur profil suhu dan salinitas hingga menuju permukaan. Mekanisme misi standar Argo ini dimanakan “*Park and Profile Mission*”. Siklus Argo *float* setelah muncul di permukaan laut akan kembali merekam data sesuai kedalaman hingga 10 hari sampai *float* kembali muncul ke permukaan laut hingga 200 siklus selama 4 – 5 tahun (Riser *et al.*, 2016).