

WORKING PAPER PKSPL-IPB

**PUSAT KAJIAN SUMBERDAYA PESISIR DAN LAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
Center for Coastal and Marine Resources Studies
Bogor Agricultural University**

KONDISI OSEANOGRAFI DAN MODEL HIDRO-DINAMIKA PERAIRAN SEKITAR PULAU YAMDENA DAN PULAU SELARU, KABUPATEN MALUKU TENGGARA BARAT

Oleh:

I Wayan Nurjaya
Ario Damar
Heron Surbakti
Ari Gunawan W



**BOGOR
2013**

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR	vi
1 ABSTRAK.....	11
2 METODOLOGI.....	11
2.1 Metode Pengumpulan Data.....	11
2.2 Metode Analisis Data.....	15
3 HASIL DAN PEMBAHASAN	19
3.1 Batimetri.....	19
3.2 Pasang Surut.....	20
3.3 Arus Laut	23
3.4 Gelombang	29
3.5 Suhu dan Salinitas.....	34
DAFTAR PUSTAKA	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Lokasi Pengukuran Hidro-Oseanografi.....	12
------------------	--	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Peta Lokasi Sampling di Pesisir Sekitar Blok Masela.....	14
Gambar 2.2	Peta Lokasi Sampling di Sekitar Blok Masela	14
Gambar 3.1	Celah Timor (Timor Passage) merupakan salah satu pintasan dari Arus Lintas Indonesia (ARLINDO) atau <i>Indonesian Through Flow</i> (ITF) yang bergerak dari Samudera Pasifik menuju ke Samudera Hindia (Sumber: Gordon, 2005)	19
Gambar 3.2	Kondisi Batimetri di Sekitar Lokasi Lapangan Gas Abadi Blok Masela, Laut Arafura (Sumber: INPEX Masela, 2012)	20
Gambar 3.3	Fluktuasi Muka Laut di Selatan P. Saumlaki (Posisi geografis: 8°31,4' LS dan 131°17,6' BT) pada Tanggal 1 April 2009 (Sumber: NAO Tide, Japan).	21
Gambar 3.4	Fluktuasi muka laut di selatan P. Saumlaki (Posisi geografis: 8°31,4' LS dan 131°17,6' BT) pada bulan April 2009 (Sumber: NAO Tide, Japan)	21
Gambar 3.5	Komponen Pasut Utama di Rencana Lokasi Jetty Saumlaki.....	22
Gambar 3.6	Komponen Pasut Utama di Rencana Lokasi Jetty Kore.....	22
Gambar 3.7	Kedudukan Muka Laut Terhadap Muka Laut Rata-rata (MSL) di Saumlaki dan Kore.	22
Gambar 3.8	Pola umum arus permukaan di Perairan Laut Timor dan sekitarnya (Sumber: Wyrcki, 1961).....	23
Gambar 3.9	Profil kecepatan Arus di Lokasi Blok Masela (Sumber: INPEX Masela, 2007).....	24
Gambar 3.10	Pola arus hasil simulasi pada saat muka laut di MSL menuju titik pasang tertinggi pada musim barat (Sumber: Hasil Pemodelan, 2012).....	25
Gambar 3.11	Pola arus hasil simulasi pada saat muka laut di titik pasang tertinggi pada musim barat (Sumber: Hasil Pemodelan, 2012).	26
Gambar 3.12	Pola arus hasil simulasi pada saat muka laut di MSL menuju titik surut terendah pada musim barat (Sumber: Hasil Pemodelan, 2012).....	26

Gambar 3.13	Pola arus hasil simulasi pada saat muka laut di titik surut terendah pada musim barat (Sumber: Hasil Pemodelan, 2012).....	27
Gambar 3.14	Pola arus hasil simulasi pada saat muka laut di MSL menuju titik pasang tertinggi pada musim timur (Sumber: Hasil Pemodelan, 2012).....	27
Gambar 3.15	Pola arus hasil simulasi pada saat muka laut di titik pasang tertinggi pada musim timur (Sumber: Hasil Pemodelan, 2012).....	28
Gambar 3.16	Pola arus hasil simulasi pada saat muka laut di MSL menuju titik surut terendah pada musim timur (Sumber: Hasil Pemodelan, 2012).....	28
Gambar 3.17	Pola arus hasil simulasi pada saat muka laut di titik surut terendah pada musim timur (Sumber: Hasil Pemodelan, 2012).....	29
Gambar 3.18	Sebaran angin permukaan m/det dari data Quikscat pada bulan Februari (selama Desember 1999 s.d Januari 2005). (Sumber: Qu <i>et al.</i> , 2005)	30
Gambar 3.19	Sebaran angin permukaan m/det dari data Quikscat pada bulan Agustus (Juli 1997 s.d Desember 2004). (Sumber: Qu <i>et al.</i> , 2005)	30
Gambar 3.20	Frekuensi kejadian tinggi gelombang di Perairan Laut Timor (Sumber: MetOcean Study INPEX Masela, 2012)	31
Gambar 3.21	Sebaran tinggi gelombang signifikan rata-rata bulanan dari bulan Januari sampai dengan bulan Juni yang diplot dari data satelit (Sumber: ECMWF, 2011).....	32
Gambar 3.22	Sebaran tinggi gelombang signifikan rata-rata bulanan dari bulan Juli sampai dengan bulan Desember yang diplot dari data satelit (Sumber: ECMWF, 2011).....	33
Gambar 3.23	Rata-rata anomali suhu dan salinitas bulanan pada lapisan kolom air 0-50m di basin laut Indo-Australia (posisi 115 °E - 118 °E dan 13 °S -10 °S) (Sumber: Atmadipoera, <i>et al.</i> , 2009).....	34
Gambar 3.24	Sebaran salinitas di Laut Banda, Laut Timor dan perairan laut sekitar (Sumber: Wyrтки, 1961)	35
Gambar 3.25	Salinitas rata-rata bulanan di tiga lokasi (Laut Banda, Laut Arafura dan di Selatan Jawa (Sumber: CNOOC SES Ltd., 2009).....	35

Gambar 3.26	Sebaran melintang suhu di Teluk Saumlaki hasil dari survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012).....	36
Gambar 3.27	Sebaran melintang salinitas di Teluk Saumlaki hasil dari survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012).....	37
Gambar 3.28	Profil suhu di Teluk Saumlaki dan Selaru hasil dari survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012).....	37
Gambar 3.29	Profil salinitas di Teluk Saumlaki dan Selaru hasil dari survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012).....	38
Gambar 3.30	Profil suhu air laut hasil dari survei 2 yang diplotkan dari data suhu yang diukur di stasiun-stasiun yang ada di <i>onshore</i> (pantai) (Sumber: Analisis Data, 2012).....	39
Gambar 3.31	Profil salinitas air laut hasil dari survei 2 yang diplotkan dari data suhu yang diukur di stasiun-stasiun yang ada di <i>onshore</i> (pantai) (Sumber: Analisis Data, 2012).....	40
Gambar 3.32	Sebaran melintang suhu yang diplotkan dari transek Kore-Saumlaki hasil survei kedua (Sumber: Analisis Data, 2012).	41
Gambar 3.33	Sebaran melintang salinitas yang diplotkan dari transek Kore-Saumlaki hasil survei kedua (Sumber: Analisis Data, 2012).	42
Gambar 3.34	Sebaran melintang suhu yang diplotkan dari transek Saumlaki kearah lepas pantai hasil survei kedua (Sumber: Analisis Data, 2012).....	43
Gambar 3.35	Sebaran melintang suhu yang diplotkan dari transek Saumlaki kearah lepas pantai hasil survei kedua (Sumber: Analisis Data, 2012).....	44
Gambar 3.36	Sebaran melintang suhu dari pantai timur Saumlaki ke lokasi Blok Masela hasil survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012).....	45
Gambar 3.37	Sebaran melintang salinitas dari pantai timur Saumlaki ke lokasi Blok Masela hasil survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012).....	45
Gambar 3.38	Profil suhu air laut di kelompok stasiun offshore hasil survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012).....	46
Gambar 3.39	Profil salinitas air laut di kelompok stasiun offshore hasil survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012).....	46
Gambar 3.40	Profil suhu air laut yang diplot berdasarkan kedalaman dari hasil survei kedua bulan April 2012 di wilayah <i>offshore</i> (Sumber: Analisis Data, 2012).	47

Gambar 3.41	Profil salinitas air laut yang diplot berdasarkan kedalaman dari hasil survei kedua bulan April 2012 di wilayah <i>offshore</i> (Sumber: Analisis Data, 2012).....	48
Gambar 3.42	Penampang melintang suhu air laut yang diplotkan arah utara-selatan dari hasil survei kedua bulan April 2012 (Sumber: Analisis Data, 2012).....	49
Gambar 3.43	Penampang melintang salinitas air laut yang diplotkan arah utara-selatan dari hasil survei kedua bulan April 2012 (Sumber: Analisis Data, 2012).....	49
Gambar 3.44	Penampang melintang suhu air laut yang diplotkan arah timur-barat dari hasil survei kedua bulan April 2012 (Sumber: Analisis Data, 2012).....	50
Gambar 3.45	Penampang melintang alinitas air laut yang diplotkan arah timur-barat dari hasil survei kedua bulan April 2012 (Sumber: Analisis Data, 2012).....	50
Gambar 3.46	Sebaran suhu permukaan laut yang diinterpolasi dari seluruh data suhu hasil pengukuran dengan sensor CTD pada bulan April 2012 (Sumber: Analisis Data, 2012).....	51
Gambar 3.47	Sebaran suhu air laut pada kedalaman 50 m yang diinterpolasi dari seluruh data suhu hasil pengukuran dengan sensor CTD pada bulan April 2012 (Sumber: Analisis Data, 2012).....	52
Gambar 3.48	Sebaran suhu air laut pada kedalaman 100 m yang diinterpolasi dari seluruh data suhu hasil pengukuran dengan sensor CTD pada bulan April 2012 (Sumber: Analisis Data, 2012).....	53
Gambar 3.49	Sebaran suhu air laut pada kedalaman 500 m yang diinterpolasi dari seluruh data suhu hasil pengukuran dengan sensor CTD pada bulan Mei 2012 (Sumber: Analisis Data, 2012).....	54
Gambar 3.50	Sebaran salinitas permukaan laut yang diinterpolasi dari seluruh data suhu hasil pengukuran dengan sensor CTD pada bulan April 2012 (Sumber: Analisis Data, 2012).....	55
Gambar 3.51	Sebaran salinitas air laut pada kedalaman 50 m yang diinterpolasi dari seluruh data suhu hasil pengukuran dengan sensor CTD pada bulan April 2012 (Sumber: Analisis Data, 2012).....	56
Gambar 3.52	Sebaran salinitas air laut pada kedalaman 100 m yang diinterpolasi dari seluruh data suhu hasil pengukuran	

dengan sensor CTD pada bulan April 2012 (Sumber: Analisis Data, 2012)..... 57

Gambar 3.53 Sebaran salinitas air laut pada kedalaman 500 m yang diinterpolasi dari seluruh data suhu hasil pengukuran dengan sensor CTD pada bulan April 2012 (Sumber: Analisis Data, 2012)..... 58

KONDISI OSEANOGRAFI DAN MODEL HIDRO-DINAMIKA PERAIRAN SEKITAR PULAU YAMDENA DAN PULAU SELARU, KABUPATEN MALUKU TENGGARA BARAT

I Wayan Nurjaya¹, Ario Damar², Heron Surbakti³, Ari Gunawan W⁴

1 ABSTRAK

Penelitian ini merupakan bagian dari penyusunan Environmental Baseline Assessment untuk Blok Masela yang dikerjasamakan dengan INPEX (Masela) Ltd. Hasil pengamatan dan pengukuran kondisi batimetri menunjukkan kerapatan garis kontur yang tinggi terlihat lebih dekat kearah Pulau Yamdena, artinya kedalaman laut yang lebih dalam terletak di lokasi tersebut. Kedalaman laut di sisi barat daya Pulau Saumlaki dan di sekitar rencana lokasi Blok Masela berkisar antara 500-1,000 m. Pada saat musim timur laut lebih dominan arus bergerak dari timur laut ke tenggara, sebaliknya terjadi pada musim tenggara. Di perairan pantai arus dapat mencapai 30 cm/det, sedangkan di laut lepas < 20 cm/det. Tinggi gelombang maksimum dapat mencapai 5.5 m (rata-rata ketinggian gelombang maksimum 1.9 m dan rata-rata minimumnya 0.4 m). Tinggi gelombang signifikan maksimum terukur 3.6 m (rata-ratanya 1,3 m). Periode gelombang maksimumnya adalah 13.9 detik (rata-rata periode maksimum 6.9 detik dan minimum 2.3 detik). Dominan arah gelombang berasal dari timur (terjadi juga gelombang dari barat pada bulan Januari sampai Maret). Suhu perairan secara umum mengikuti pola dimana di lapisan permukaan suhu lebih tinggi dari pada di lapisan yang lebih dalam, dan untuk salinitas sebaliknya

2 METODOLOGI

2.1 Metode Pengumpulan Data

Data dan informasi tentang kondisi oseanografi perairan sekitar Pulau Yamdena dan Pulau Selaru, diperoleh dengan dua cara, yakni melakukan pengukuran secara langsung di lapangan terhadap beberapa parameter fisika oseanografi (kedalaman laut, suhu, salinitas, pasang surut, gelombang dan arus), dan melalui penelusuran data sekunder. Penelusuran data sekunder berupa pengumpulan data dan informasi dari berbagai referensi atau pustaka ilmiah yang berkaitan dengan kondisi oseanografis perairan laut, antara lain: data angin (Stasiun Meteorologi Bandara Saumlaki), data ramalan pasut (DISHIDROS TNI-AL,

¹ Dosen dan Peneliti Oseanografi Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Institut Pertanian Bogor

² Dosen dan Peneliti Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Institut Pertanian Bogor

³ Dosen dan Peneliti Oseanografi, Universitas Sriwijaya

⁴ Peneliti Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Institut Pertanian Bogor

NAO tide), data batimetri (DISHIDROS TNI-AL dan website), gelombang permukaan (website). Untuk mengetahui fenomena oseanografi yang pernah terjadi di lokasi studi, wawancara langsung dengan penduduk setempat juga dilakukan.

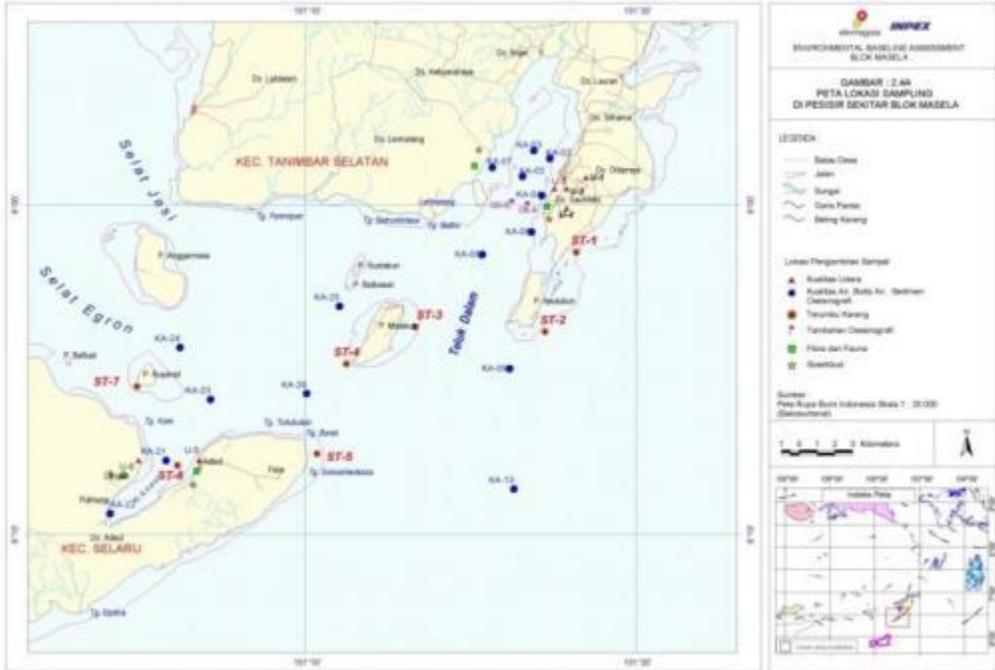
Pengukuran parameter hidrooseanografi dilakukan pada 25 stasiun pada November 2011, dan 45 stasiun pada survey April 2012 ([Tabel 2.1](#) ~~Tabel 2.1~~).

Tabel 2.1 Lokasi Pengukuran Hidro-Oseanografi

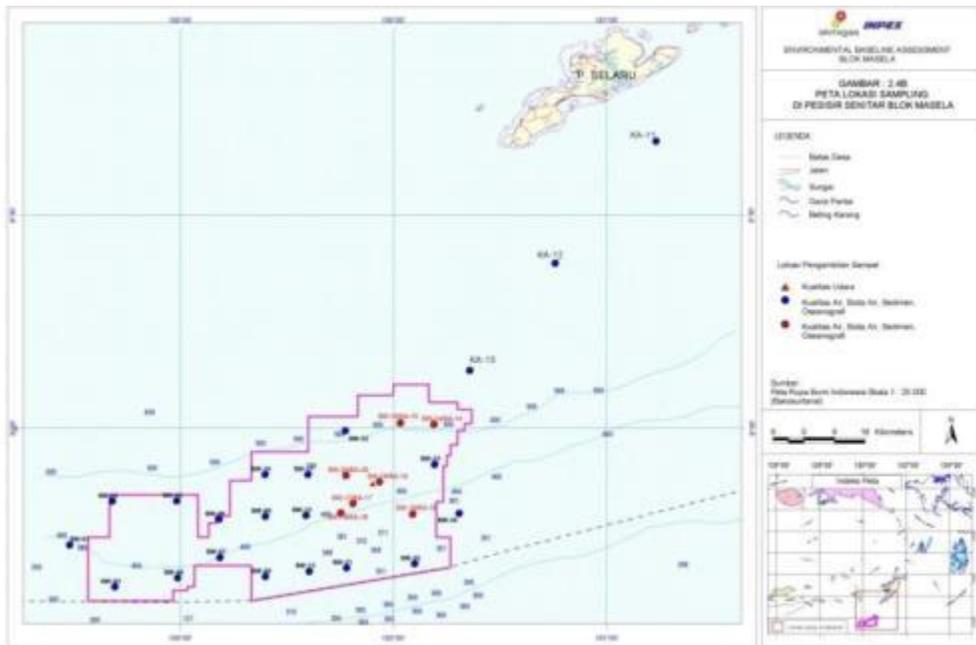
Kode Sampling	Koordinat		Catatan
	LS	BT	
KA-02	7°58'34.70"	131°17'24.40"	Mewakili kondisi di Teluk Saumlaki (lokasi pengambilan sampel November 2011 dan April 2012)
KA-03	7°58'20.40"	131°16'55.40"	
KA-04	7°59'42.10"	131°17'10.10"	
KA-05	7°59'07.50"	131°16'35.00"	
KA-06	8°00'49.50"	131°16'51.40"	
KA-07	7°58'50.90"	131°15'40.00"	
KA-08	8°01'30.30"	131°15'21.60"	
OS-08	8°09'58.64"	131°16'43.26"	
OS-09	7°59'58.64"	131°16'16.72"	
KA-09	8°04'58.10"	131°16'11.20"	
KA-10	8°08'36.90"	131°16'19.00"	Mewakili kondisi di jalur antara Saumlaki/Selaru dengan perairan lepas di Selatan Selaru (lokasi pengambilan sampel November 2011 dan April 2012)
KA-11	8°20'01.80"	131°07'10.20"	
KA-12	8°37'20.10"	130°52'46.40"	
KA-13	8°52'29.20"	130°40'33.90"	
SW-14/KA-14	8°59'45.60"	130°35'15.50"	Mewakili kondisi perairan lepas di Selatan Selaru (lokasi pengambilan sampel November 2011 dan April 2012)
SW-15/KA-15	8°59'42.80"	130°30'56.50"	
SW-16/KA-16	9°08'14.60"	130°28'07.10"	
SW-17/KA-17	9°11'09.10"	130°24'20.00"	
SW-18/KA-18	9°12'32.90"	130°22'34.80"	
SW-19/KA-19	9°12'34.50"	130°32'40.70"	
SW-20/KA-20	9°07'01.70"	130°23'25.00"	
KA-21	8°07'44.90"	131°05'47.30"	Mewakili kondisi Teluk Adaut (lokasi pengambilan sampel November 2011 dan April 2012)
KA-22	8°09'21.40"	131°04'06.20"	
KA-23	8°05'53.90"	131°07'08.40"	
KA-24	8°04'19.40"	131°06'12.70"	
KA-25	8°03'04.40"	131°11'02.70"	
KA-26	8°05'43.50"	131°10'02.50"	
SW-01	09° 17.04' 02.48"	129° 44.46' 27.60"	Mewakili kondisi di perairan

Kode Sampling	Koordinat		Catatan
	LS	BT	
SW-02	09° 10.92' 55.20"	129° 50.40' 24.00"	lepas di Selatan Selaru (hanya untuk April 2012)
SW-03	09° 22.92' 55.20"	129° 50.76' 45.60"	
SW-04	09° 21.72' 43.20"	129° 59.64' 38.40"	
SW-05	09° 10.80' 48.00"	130° 59.52' 31.20"	
SW-06	09° 13.44' 26.40"	130° 05.46' 27.60"	
SW-07	09° 18.78' 46.80"	130° 05.58' 34.80"	
SW-08	09° 21.48' 28.80"	130° 12.00' 00.00"	
SW-09	09° 13.02' 01.40"	130° 12.00' 00.00"	
SW-10	09° 07.08' 04.80"	130° 11.94' 56.40"	
SW-11	09° 07.08' 04.80"	130° 18.00' 00.00"	
SW-12	09° 12.90' 54.00"	130° 17.70' 42.00"	
SW-13	09° 20.76' 45.60"	130° 18.18' 10.80"	
SW-21	09° 20.28' 16.80"	130° 23.40' 24.00"	
SW-22	09° 00.96' 57.60"	130° 23.22' 13.20"	
SW-23	09° 05.70' 42.00"	130° 35.82' 49.20"	
SW-24	09° 12.60' 36.00"	130° 39.24' 14.40"	
SW-25	09° 19.68' 40.80"	130° 33.00' 00.00"	

Secara spasial lokasi pengukuran parameter oseanografi dapat dilihat pada [Gambar 2.1](#) ~~Gambar 2.1~~ dan [Gambar 2.2](#) ~~Gambar 2.2~~.



Gambar 2.1 Peta Lokasi Sampling di Pesisir Sekitar Blok Masela



Gambar 2.2 Peta Lokasi Sampling di Sekitar Blok Masela

2.2 Metode Analisis Data

Pengukuran terhadap beberapa parameter oseanografi yang dibutuhkan dilakukan untuk mengkaji lebih dalam tentang kondisi oseanografi. Berikut ini metode dan alat yang digunakan untuk mendapatkan data primer :

1. Batimetri

Pengukuran kedalaman perairan dilakukan di perairan Blok Masela dan perairan sekitar sampai mendekati pulau terdekat Selaru dan Yamdena. Data yang diperoleh dibandingkan dengan data yang dikumpulkan dari beberapa laporan, setelah dikoreksi dengan data pasut.

2. Suhu dan Salinitas

Pada pengukuran parameter kedalaman perairan (batimetri), suhu perairan, konduktivitas (daya antar listrik air laut) dan kecerahan (transparansi) dilakukan dengan menggunakan alat CTD meter (*Conductivity, Temperature, Depth*). Pengukuran CTD dilakukan di 25 stasiun pada survei ke-1 (November 2011) dan 45 stasiun pada survei ke-2 (April 2012) di perairan Blok Masela dan sekitarnya ([Tabel 2.1](#)~~Tabel 2.1~~). Alat CTD ini secara otomatis dan kontinu merekam data dari beberapa parameter yang telah disebutkan di atas melalui sensor-sensornya. Sehingga data secara kontinu berdasarkan kedalaman dapat diperoleh.

3. Arus

Gerak air laut atau arus diukur dengan Metode Euler, dilakukan dengan menurunkan alat ukur ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) yang terpasang di kapal survei. Alat ini mampu mengukur arah dan kecepatan gerak aliran air secara kontinu. Selain analisis statis, juga dilakukan analisis arus laut dinamis melalui penyusunan model hidrodinamika arus laut dengan memperhatikan angin, dan pasang surut. Model pola arus dibangun dengan menggunakan MIKE 21 versi 2007 yang dikembangkan oleh DHI Water and Environment, Denmark.

a. Persamaan

Persamaan yang digunakan pada model ini adalah persamaan kontinuitas dan persamaan momentum dengan perata-rataan kedalaman. Model ini menggunakan pendekatan metode beda hingga (*finite difference*) untuk menyelesaikan persamaan yang digunakan. Adapun persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

Persamaan kontinuitas:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial x} = \frac{\partial d}{\partial t}$$

Persamaan momentum:

pada sumbu x

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gp\sqrt{p^2+q^2}}{c^2 \cdot h^2}$$

$$- \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega_q - fVV_x + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial x} (\rho_a) = 0$$

pada sumbu y

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{gp\sqrt{p^2+q^2}}{c^2 \cdot h^2}$$

$$- \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{yy}) + \frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xy}) \right] + \Omega_p - fVV_y + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial y} (\rho_a) = 0$$

Dimana:

- $h(x, y, t)$: water depth (= $\zeta - d$)
 $d(x, y, t)$: kedalaman yang bervariasi terhadap waktu
 $\zeta(x, y, t)$: surface elevation
 $p, q(x, y, t)$: flux densitas pada sumbu x dan y ($m^3/s/m$)
 = (uh, vh)
 u, v : kecepatan yang dirata-ratakan terhadap kedalaman pada sumbu x dan y
 $C(x, y)$: Chezy resistance ($m^{1/2}/s$)
 g : gravitasi (m^2/s)
 $f(V)$: faktor gesekan angin
 $V, V_x, V_y(x, y, t)$: kecepatan angin pada sumbu x dan y (m/s)
 $\Omega(x, y)$: parameter coriolis
 $\rho_a(x, y)$: tekanan atmosfer (kg/m^2)
 ρ_w : densitas air laut (kg/m^3)
 $\tau_{xx}, \tau_{xy}, \tau_{yy}$: komponen shear stress efektif

Bed shear stress pada arah x dan y dapat dihitung dengan :

$$\tau_{bx} = \rho c_f U \sqrt{U^2 + V^2} \left[1 + \left(\frac{\partial z_b}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial z_b}{\partial y} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\tau_{by} = \rho c_f V \sqrt{U^2 + V^2} \left[1 + \left(\frac{\partial z_b}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial z_b}{\partial y} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

dimana c_f adalah koefisien gesekan dan dapat dihitung sebagai berikut :

$$C_f = \frac{g}{c^2} = \frac{gn^2}{\lambda^2 H^{1/3}}$$

dimana C : Chezy Koefisien
 n : Manning Koefisien
 λ : 1,486 untuk unit Inggris dan 1,0 untuk SI

Kedalaman rata-rata gesekan turbulen dapat dihitung menggunakan konsep viskositas Eddy dari Boussinesq, yaitu :

$$\tau_{xx} = \rho v_{xx} \left(\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial U}{\partial x} \right)$$

$$\tau_{xy} = \tau_{yx} = \rho v_{xy} \left(\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial x} \right)$$

$$\tau_{yy} = \rho v_{yy} \left(\frac{\partial V}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial y} \right)$$

dimana, v adalah $0.3 \pm 0.6 U^*H$
 V : Kecepatan arus pada arah y
 U : Kecepatan arus pada arah x

b. Masukan data model

- Batimetri

Data batimetri atau kedalaman perairan diperoleh dari SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) yang diakuisisi dengan menggunakan sistem radar. Data SRTM yang digunakan mempunyai resolusi spasial 30" X 30".

- Pasang Surut

Data pasang surut diperoleh dari data peramalan AG95 (*updated to Andesen 2006*) yang dikembangkan oleh Ole Baltazar Andersen. Model ini merupakan suatu model peramalan pasang surut global dengan resolusi 0.25o x 0.25o yang merupakan data asimilasi dari data TOPEX/Poseidon dengan menggunakan pendekatan finite element. Data pasut digunakan sebagai batas terluar model (*open boundary condition*). Pada model digunakan 2 kondisi pasut yaitu pada musim barat dan musim timur.

- Angin

Data angin diperoleh dari ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*) yang merupakan badan meteorologi Eropa yang menyediakan data angin secara global. Data tersebut menggunakan sistem grid dengan ukuran 1,5° x 1,5°.

c. Skenario model

Skenario model hidrodinamika disimulasikan pada 2 musim yaitu musim barat (Januari) dan musim timur (Agustus). Simulasi dilakukan selama 15 hari dengan asumsi akan memperoleh kondisi ekstrim arus pasang surut. Hasil model disajikan dalam format gambar.

4. Pasang Surut (Pasut)

Data fluktuasi muka laut atau data pasut yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari data primer *mooring* selama 3 x 24 jam yang dikombinasikan dengan prediksi yang dihasilkan dengan menggunakan *Software* NAO tide dari ORI Jepang.

Tipe pasang surut juga dapat ditentukan secara kuantitatif dengan menggunakan bilangan *Formzahl*, yakni bilangan yang dihitung dari nilai perbandingan antara amplitudo (tinggi gelombang) komponen harmonik pasang surut tunggal utama dan amplitudo komponen harmonik pasang surut ganda utama, secara matematis formula tersebut ditulis sebagai berikut;

$$F = \frac{O_1 + K_1}{M_2 + S_2}$$

dimana:

F = bilangan *Formzahl*

O_1 = amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan,

K_1 = amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari,

M_2 = amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan, dan

S_2 = amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik matahari.

Berdasarkan nilai F , tipe pasang surut dapat dikelompokkan sebagai berikut;

$F < 0.25$: pasang surut tipe ganda

$0.26 < F < 1.50$: pasang surut campuran condong bertipe ganda

$1.51 < F < 3.00$: pasang surut campuran condong bertipe tunggal

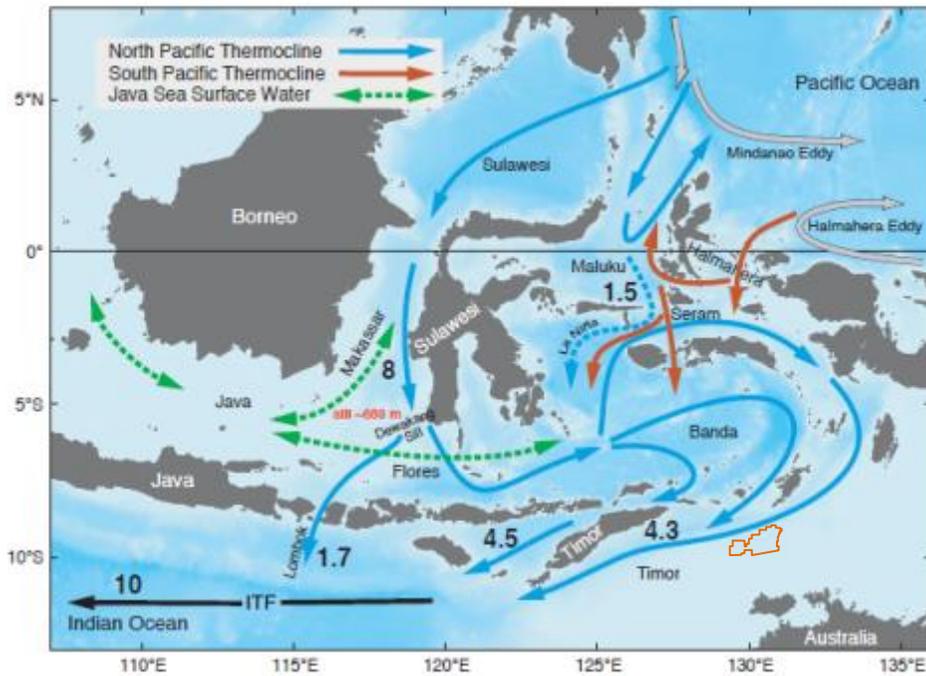
$F > 3.00$: pasang surut tunggal.

5. Gelombang

Kondisi gelombang di lokasi penelitian diperoleh melalui data primer *mooring* selama 3 x 24 jam dikombinasikan dengan penelusuran internet serta data hasil penelitian lainnya untuk mencari gambaran yang lebih global.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Laut Timor merupakan perairan laut yang terletak diantara Benua Australia dan Pulau Timor. Perairan Laut Arafura dan Laut Banda berhubungan dengan Samudera Hindia melalui Laut Timor. Sejak dilakukan penelitian secara intensif melalui program ARLINDO (Arus Lintas Indonesia) atau *ITF* (*Indonesian Through Flow*) diketahui bahwa sejumlah besar volume massa air (sekitar 4.3 Sv setara dengan $4.3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{det}$) melewati celah ini. Secara rinci skematik aliran ARLINDO digambarkan pada [Gambar 3.1](#) ~~Gambar 3.4~~. Adanya massa air yang bergerak sepanjang tahun dari Samudera Pasifik ke Samudera Hindia yang merupakan bagian dari *Great Conveyor Belt* menyebabkan adanya *flushing rate* yang tinggi di perairan Indonesia bagian timur termasuk Laut Timor.

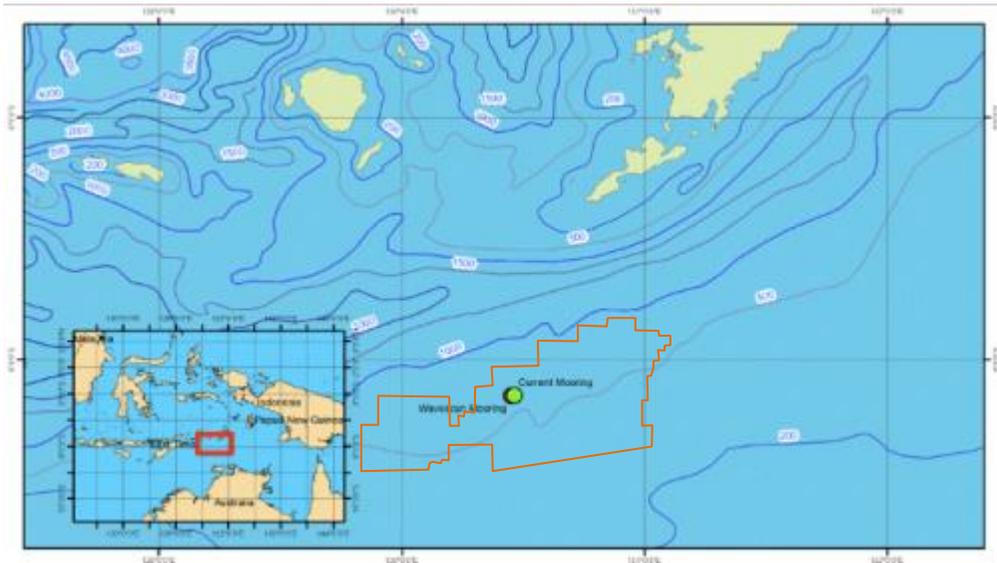


Gambar 3.1 Celah Timor (Timor Passage) merupakan salah satu pintasan dari Arus Lintas Indonesia (ARLINDO) atau *Indonesian Through Flow* (ITF) yang bergerak dari Samudera Pasifik menuju ke Samudera Hindia (Sumber: Gordon, 2005)

3.1 Batimetri

Dasar Laut Timor merupakan daerah pertemuan lempeng Euroasia, Australia dan lempeng Pasifik sehingga kedalaman laut di lokasi tersebut cukup dalam ($>1,500 \text{ m}$). Di sisi Australia kedalaman lautnya dangkal ($<200 \text{ m}$). [Gambar](#)

3.2 Gambar 3.2 menunjukkan gambaran kedalaman laut yang dinyatakan dengan kontur kedalaman (*isodepth*) diberi angka-angka dalam unit m. Kerapatan garis kontur yang tinggi terlihat lebih dekat ke arah Pulau Yamdena, artinya kedalaman laut yang lebih dalam terletak di lokasi tersebut. Kedalaman laut di sisi barat daya Pulau Saumlaki dan di sekitar rencana lokasi lapangan abadi berkisar antara 500-1,000 m.

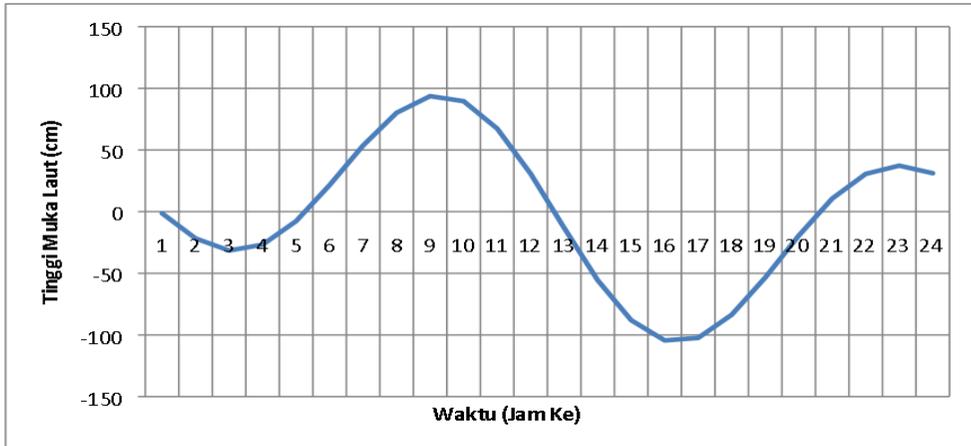


Gambar 3.2 Kondisi Batimetri di Sekitar Lokasi Lapangan Gas Abadi Blok Masela, Laut Arafura (Sumber: INPEX Masela, 2012)

3.2 Pasang Surut

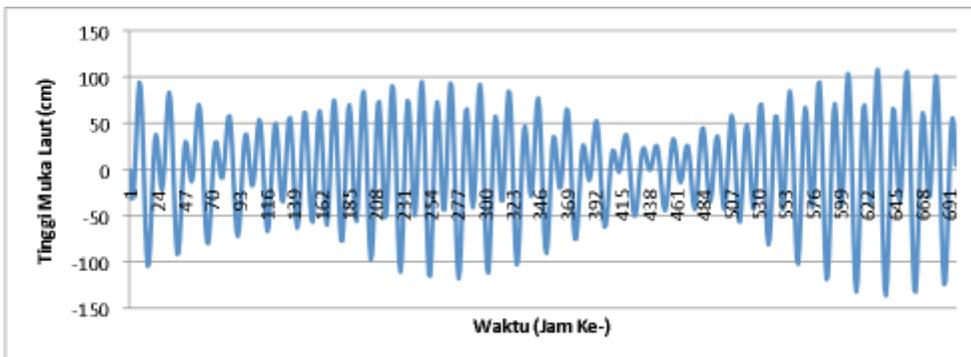
Pasang surut merupakan suatu proses naik dan turunnya muka laut secara teratur yang disebabkan terutama oleh gaya tarik bulan dan matahari. Besarnya pasang surut muka air laut di suatu tempat berubah secara teratur mengikuti perubahan posisi bulan dan matahari terhadap bumi yang juga selalu berubah secara teratur. Tipe pasang surut tunggal (*diurnal*) terjadi jika suatu perairan mengalami pasang surut tunggal setiap harinya, sedangkan tipe pasang surut ganda (*semi-diurnal*) terjadi jika suatu perairan mengalami dua kali pasang surut setiap harinya.

Data pasang surut di sekitar lokasi kegiatan diperoleh dari NAO Tide Jepang, karena Dinas Hidrooseanografi TNI-AL belum mempublikasikan kondisi pasang surut di sekitar Kepulauan Tanimbar. Secara visual bisa dilihat bahwa tipe pasang surut yang terjadi di perairan sekitar Kepulauan Tanimbar adalah semi-diurnal, dimana dalam 24 jam air laut mengalami pasang 2 kali dan mengalami surut sebanyak 2 kali (**Gambar 3.3**).



Gambar 3.3 Fluktuasi Muka Laut di Selatan P. Saumlaki (Posisi geografis: $8^{\circ}31,4'$ LS dan $131^{\circ}17,6'$ BT) pada Tanggal 1 April 2009 (Sumber: NAO Tide, Japan).

Tunggang air (*Tidal range*) adalah selisih ketinggian muka laut saat pasang dan surut, di sekitar lokasi kegiatan tunggang pasang maksimum dapat mencapai 2.0 meter ([Gambar 3.4](#)).



Gambar 3.4 Fluktuasi muka laut di selatan P. Saumlaki (Posisi geografis: $8^{\circ}31,4'$ LS dan $131^{\circ}17,6'$ BT) pada bulan April 2009 (Sumber: NAO Tide, Japan)

Pengukuran elevasi muka laut atau pasut secara rinci masing-masing selama 15 hari dilakukan di dua lokasi yakni di Saumlaki dan di Kore. Komponen pasut utama dari masing-masing lokasi tersebut ditabulasikan pada [Gambar 3.5](#) dan [Gambar 3.6](#).

Nilai Formzhal (F) dari pasang surut di Saumlaki adalah 0.57. Nilai tersebut memiliki arti bahwa di lokasi rencana pembangunan jetty Saumlaki memiliki tipe pasut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*).

Gambar 3.5 Komponen Pasut Utama di Rencana Lokasi Jetty Saumlaki

	M ₂	S ₂	N ₂	K ₂	K ₁	O ₁	P ₁	M ₄	MS ₄
A(cm)	59.16	23.50	13.81	2.18	26.31	20.61	7.76	0.02	0.03
G (°)	-55.36	127.28	-22.78	195.77	246.67	-68.89	130.3	229.61	231.56

Sumber: INPEX Masela, 2012

Nilai Formzhal (F) dari pasang surut di Kore adalah sama dengan bilangan Formzhal di Saumlaki yakni 0.57. Nilai tersebut memiliki arti bahwa di lokasi rencana pembangunan jetty Kore juga memiliki tipe pasut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*).

Gambar 3.6 Komponen Pasut Utama di Rencana Lokasi Jetty Kore

	M ₂	S ₂	N ₂	K ₂	K ₁	O ₁	P ₁	M ₄	MS ₄
A(cm)	59.14	23.44	13.76	2.16	26.21	20.39	7.71	0.05	0.05
G (°)	-56.69	126.13	-23.28	194.34	245.61	-69.94	129.27	161.46	241.11

Sumber: INPEX Masela, 2012

Berdasarkan hasil perhitungan dari data pengamatan pasang surut di dua lokasi pengamatan di Saumlaki dan Kore maka beberapa referensi posisi muka laut terhadap muka laut rata-rata ($MSL=Mean\ Sea\ Level$) ditabulasikan pada [Gambar 3.7](#). Tunggang pasang maksimum atau selisih antara pasang tertinggi dengan surut terendah (*tidal range*) dapat mencapai 276.42 cm di Saumlaki dan 275.74 cm di Kore.

Gambar 3.7 Kedudukan Muka Laut Terhadap Muka Laut Rata-rata (MSL) di Saumlaki dan Kore.

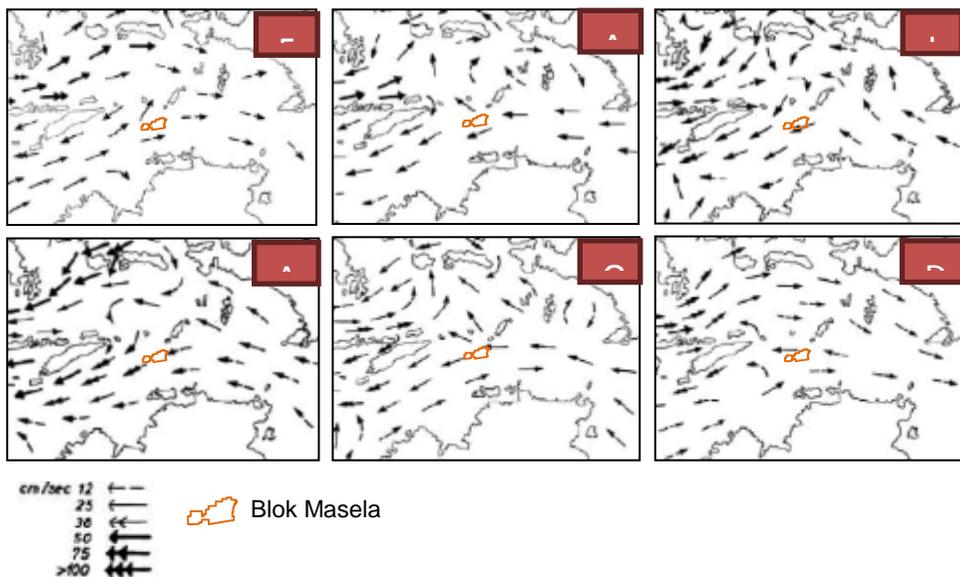
Tidal datum	Saumlaki (cm)	Kore (cm)
Highest High Water Level (HHWL)	130.22	129.67
Mean High Water Spring (MHWS)	103.68	103.21
Mean High Water Level (MHWL)	63.86	63.79
Mean Sea Level (MSL)	0.00	0.00
Mean Low Water Level (MLWL)	-62.51	-62.45
Mean Low Water Spring (MLWS)	-119.94	-119.74
Lowest Low Water Level (LLWL)	-146.20	-146.07

Sumber: INPEX Masela, 2012

3.3 Arus Laut

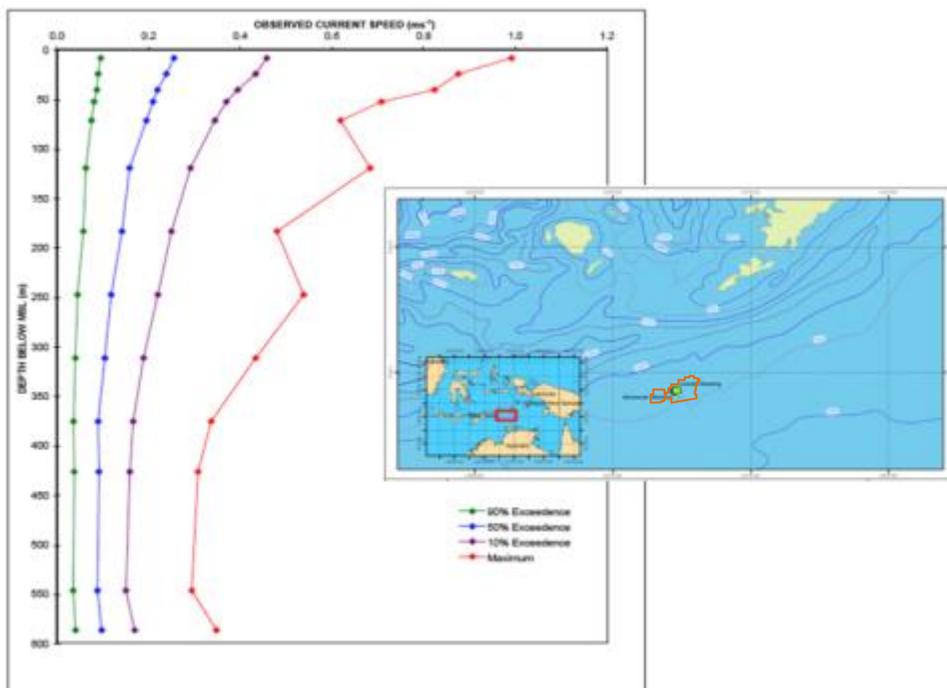
Arus atau perpindahan massa air pada suatu perairan/laut dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti angin, pasang surut, gradien tekanan atau gaya coriolis. Tipe perairan dan letak geografisnya mempengaruhi besarnya kontribusi masing-masing faktor terhadap kekuatan dan arah arus yang ditimbulkan. Ditinjau dari kondisi geografisnya, arus di perairan rencana lokasi kegiatan dipengaruhi oleh pasang surut, angin musim dan perbedaan tekanan antara Samudera Pasifik dan Samudera Hindia yang dikenal dengan ARLINDO, kontribusi faktor yang lain pada umumnya kecil.

Arus permukaan yang terjadi di sekitar lokasi kegiatan yakni perairan Laut Timor berbeda dengan arus yang terjadi di perairan Laut Flores dan Laut Jawa, dimana musim secara tegas membedakan arus permukaan tersebut. Di perairan Laut Timor ada pengaruh bagian Arus Katulistiwa Selatan (*South Equatorial Current*) yang bergerak ke timur laut di bagian barat laut Benua Australia menyebabkan adanya pola arus permukaan di Laut Timor. **Gambar 3.8** menunjukkan pola umum arus permukaan pada musim yang berbeda. Pada saat musim barat (Desember-Februari) arus permukaan dekat pantai Pulau Timor bergerak ke barat daya, sedangkan didekat Australia arus bergerak sebaliknya (ke timur laut). Pada musim peralihan 1 (November 2011) dan 2 (April 2012) serta pada saat musim timur hampir semua arus permukaan bergerak ke barat daya dengan kekuatan mencapai 75 cm/det.



Gambar 3.8 Pola umum arus permukaan di Perairan Laut Timor dan sekitarnya (Sumber: Wyrcki, 1961)

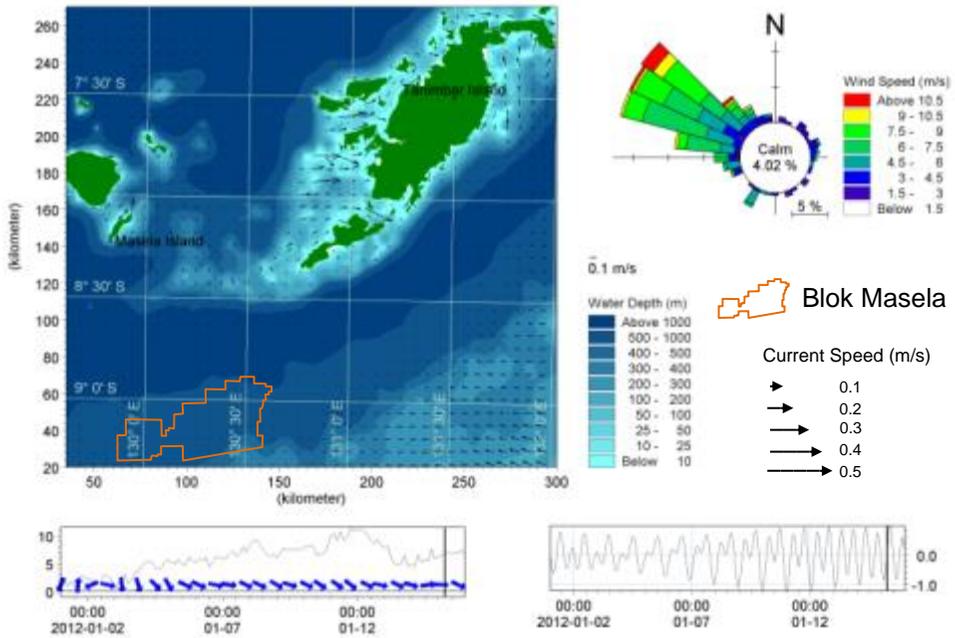
Di lokasi Blok Masela juga dilakukan pengukuran arus dengan Mooring menggunakan 4 ADCP dan 3 RCM yang dipasang di beberapa kedalaman dalam periode 23 Juni 2006 sampai dengan 2 Agustus 2007 (MetOcean Study INPEX Masela, 2007). Secara umum profil arus di lokasi Blok Masela digambarkan pada **Gambar 3.9**. Kecepatan di lapisan permukaan berkisar antara 10 cm/det sampai 40 cm/det. Sekitar 90% kejadian arus tercatat memiliki kecepatan arus lebih kecil atau sama dengan 10 cm/det. Sebanyak 50% kejadian arus berkecepatan antara 10-20 cm/det dan hanya 10% kejadian arus memiliki kecepatan antara 20-40 cm/det. Kecepatan arus maksimum di permukaan tercatat sebesar 100 cm/det, pada kedalaman 100 m sebesar 65 cm/det dan semakin bertambah kedalaman kecepatannya semakin menurun.



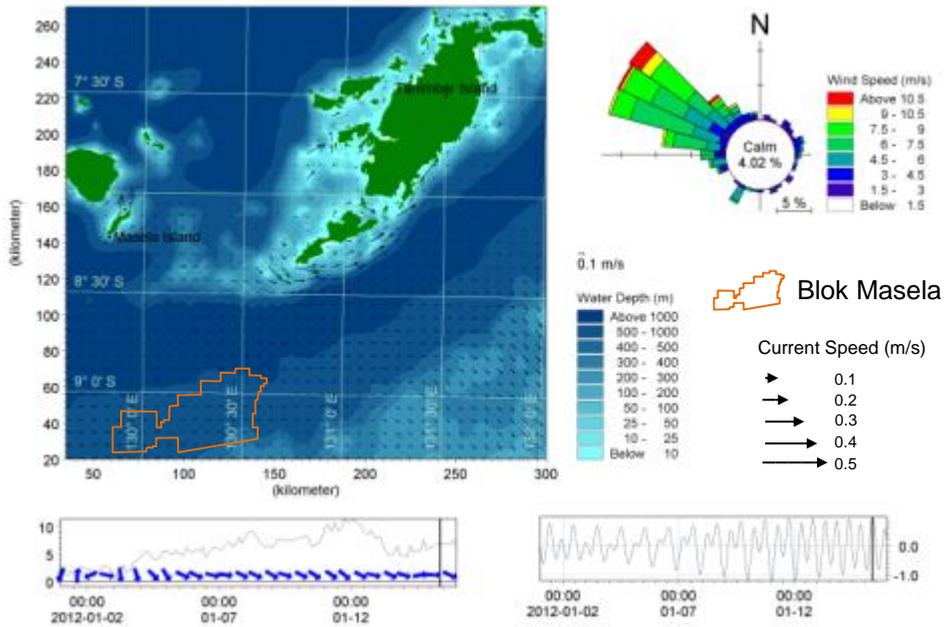
Gambar 3.9 Profil kecepatan Arus di Lokasi Blok Masela (Sumber: INPEX Masela, 2007)

Untuk melihat pola arus secara spasial (mencakup domain yang lebih luas) dan temporal (berdasarkan posisi muka laut dan musim) maka dilakukan simulasi model arus berdasarkan masukan data berupa batimetri, angin dan pasut. **Gambar 3.10** sampai dengan **Gambar 3.17** adalah hasil simulasi arus pada saat muka laut di titik MSL (*Mean Sea level*) menuju titik pasang tertinggi, di titik pasang tertinggi, saat muka laut di MSL menuju surut terendah dan di saat muka laut berada pada titik surut terendah, baik pada musim timur laut maupun musim tenggara.

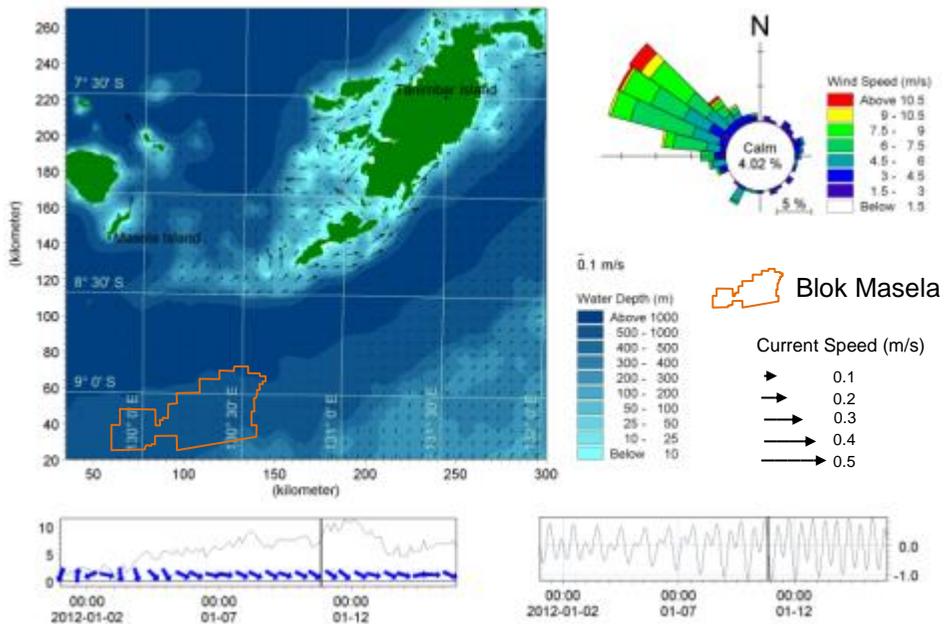
Secara umum kecepatan arus di lepas pantai lebih rendah dibandingkan dengan arus di selat-selat sempit di sekitar Saumlaki dan Kore. Pada saat musim timur laut lebih dominan arus bergerak dari timur laut ke tenggara, sebaliknya terjadi pada musim tenggara. Di perairan pantai arus dapat mencapai 30 cm/det, sedangkan di laut lepas < 20 cm/det.



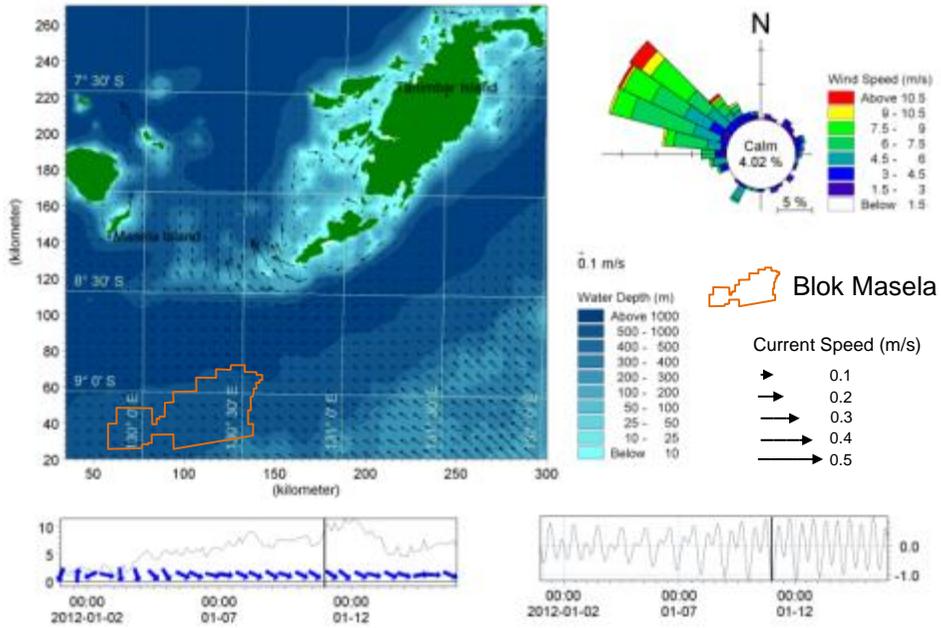
Gambar 3.10 Pola arus hasil simulasi pada saat muka laut di MSL menuju titik pasang tertinggi pada musim barat (Sumber: Hasil Pemodelan, 2012)



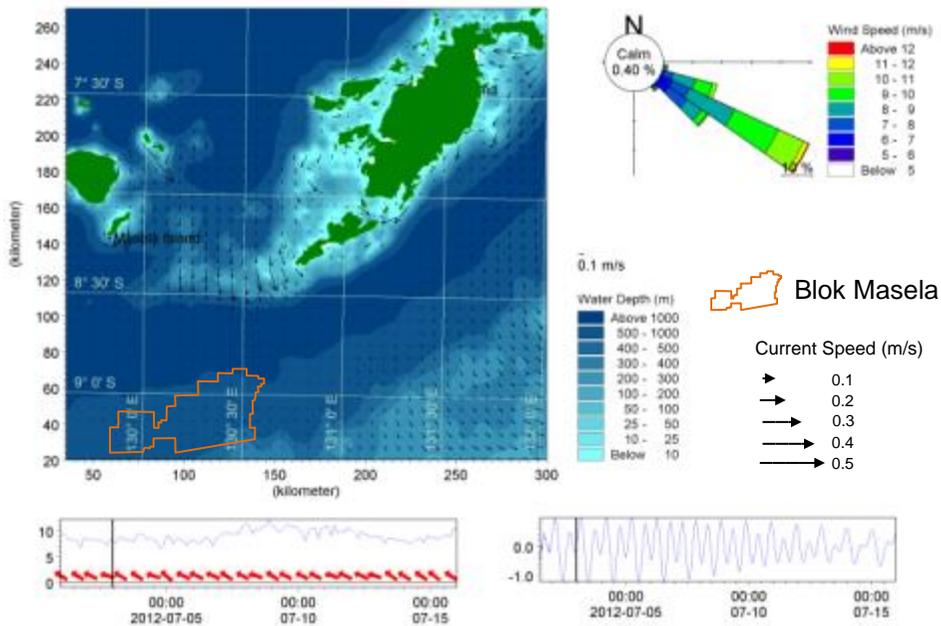
Gambar 3.11 Pola arus hasil simulasi pada saat muka laut di titik pasang tertinggi pada musim barat (Sumber: Hasil Pemodelan, 2012).



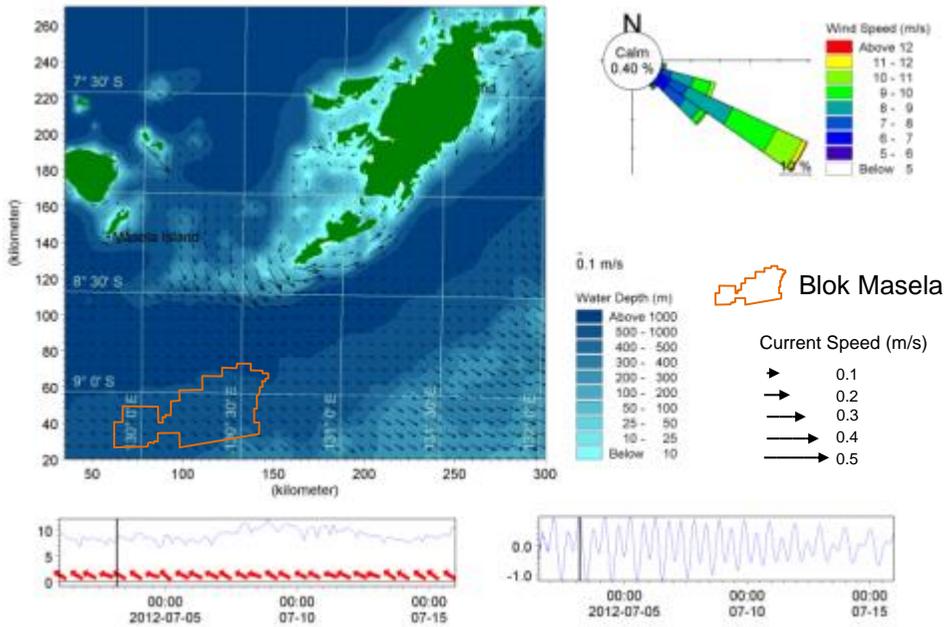
Gambar 3.12 Pola arus hasil simulasi pada saat muka laut di MSL menuju titik surut terendah pada musim barat (Sumber: Hasil Pemodelan, 2012)



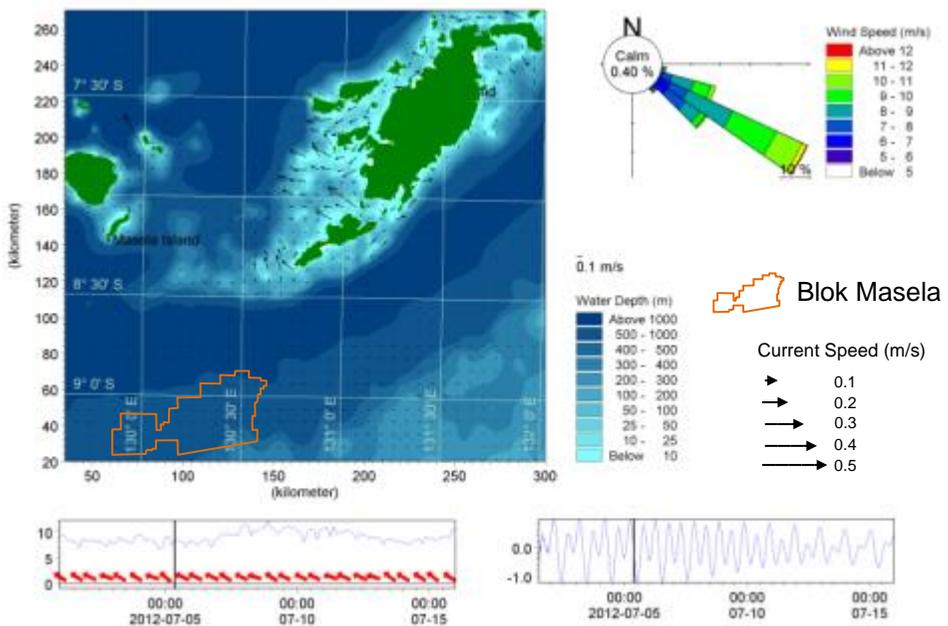
Gambar 3.13 Pola arus hasil simulasi pada saat muka laut di titik surut terendah pada musim barat (Sumber: Hasil Pemodelan, 2012)



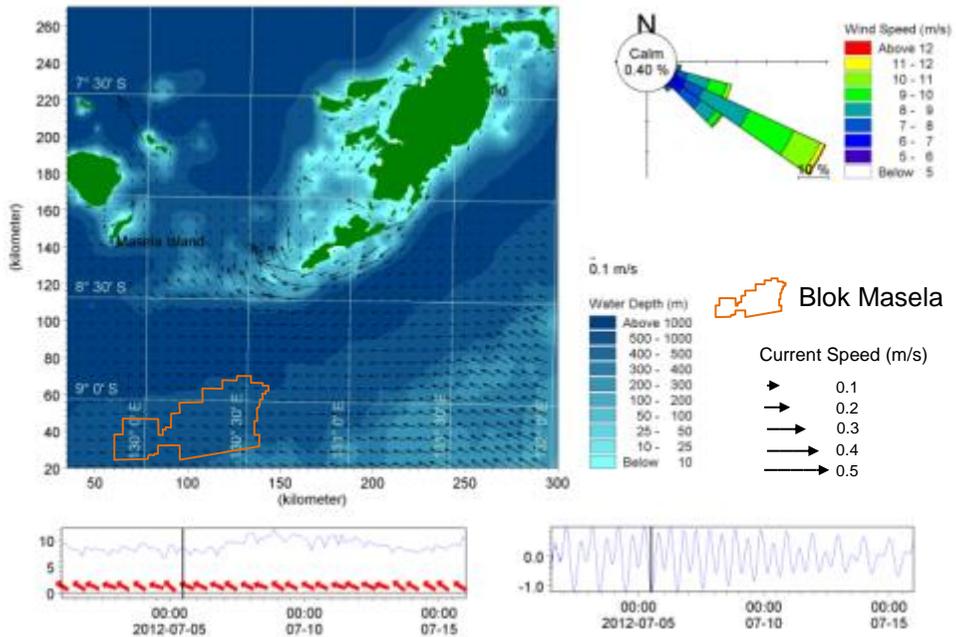
Gambar 3.14 Pola arus hasil simulasi pada saat muka laut di MSL menuju titik pasang tertinggi pada musim timur (Sumber: Hasil Pemodelan, 2012)



Gambar 3.15 Pola arus hasil simulasi pada saat muka laut di titik pasang tertinggi pada musim timur (Sumber: Hasil Pemodelan, 2012)



Gambar 3.16 Pola arus hasil simulasi pada saat muka laut di MSL menuju titik surut terendah pada musim timur (Sumber: Hasil Pemodelan, 2012)

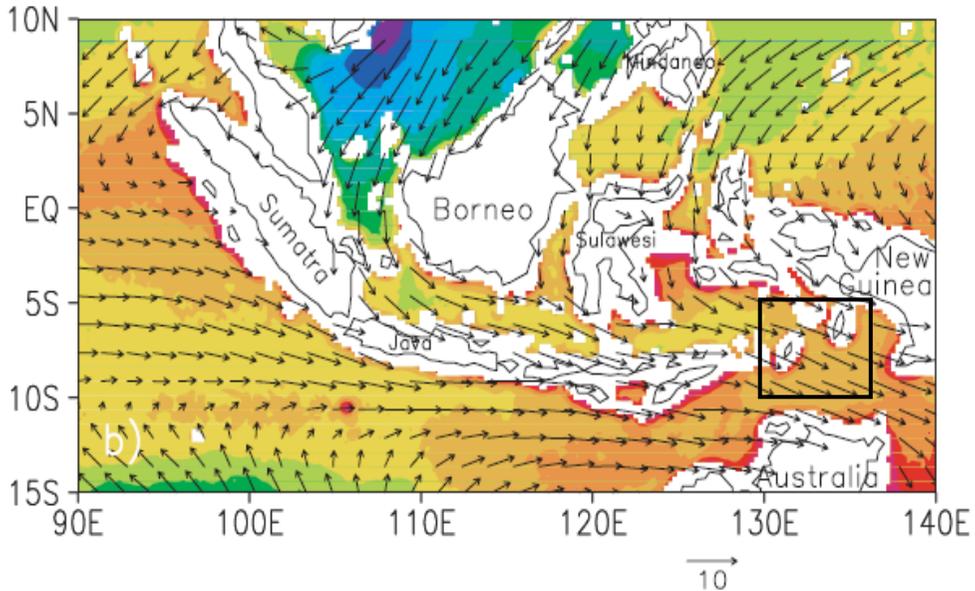


Gambar 3.17 Pola arus hasil simulasi pada saat muka laut di titik surut terendah pada musim timur (Sumber: Hasil Pemodelan, 2012)

3.4 Gelombang

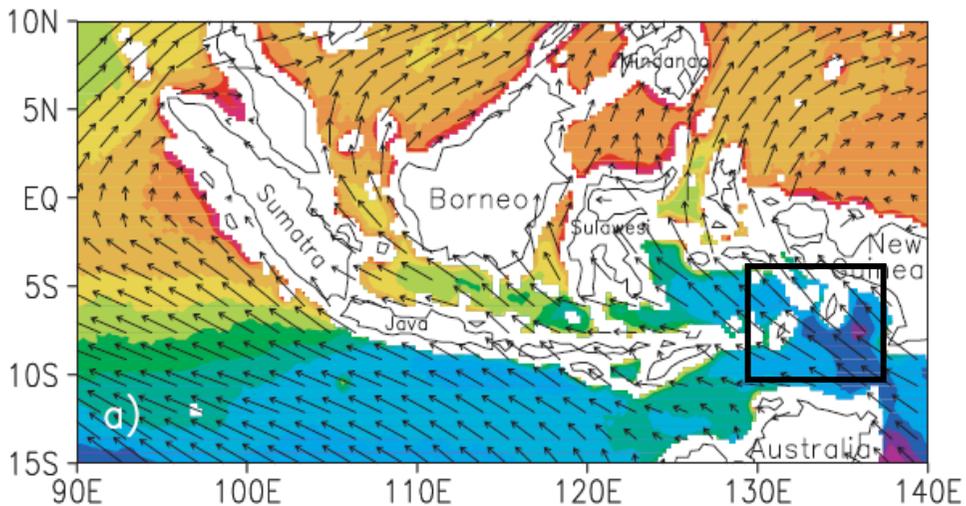
Gelombang permukaan di laut umumnya dibangkitkan oleh angin. Energi angin ditransfer ke permukaan laut melalui *wind shear stress* (τ), dimana *wind shear stress* ini merupakan fungsi dari kekasaran permukaan laut (C_d), densitas air laut (ρ) dan kuadrat dari kecepatan angin (U^2). Tinggi rendah gelombang di laut dipengaruhi oleh panjang *Fetch*, lamanya angin bertiup (*wind duration*) dan kecepatan angin bertiup.

Di atas perairan Laut Indonesia sistem musim berperan dominan dalam menentukan pola gerak angin permukaan. **Gambar 3.18** merupakan pola angin permukaan pada saat musim barat. Di perairan Laut Timor pada saat musim barat angin dominan bertiup dari arah barat laut.



Gambar 3.18 Sebaran angin permukaan m/det dari data Quikscat pada bulan Februari (selama Desember 1999 s.d Januari 2005). (Sumber: Qu *et al.*, 2005)

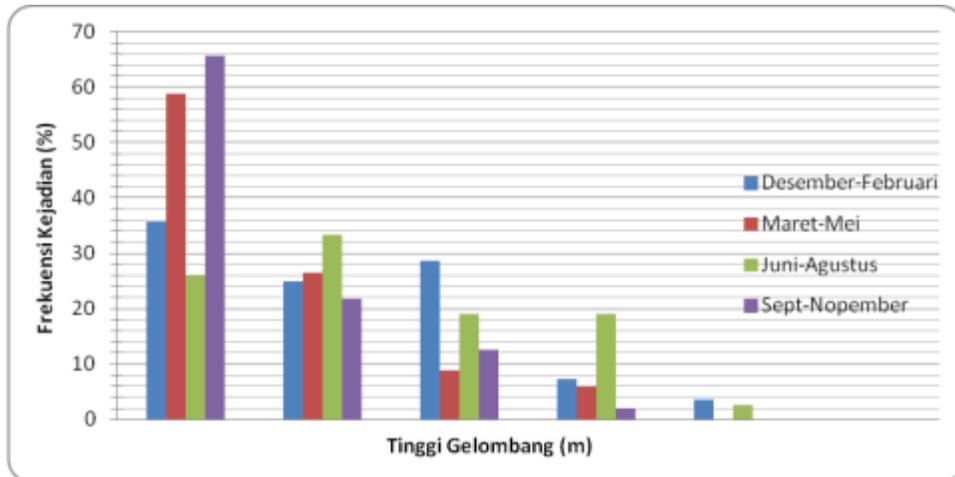
Musim timur di Indonesia yang terjadi pada bulan Juni-Juli dan Agustus berbeda hampir kondisi berbalik, artinya pada musim barat (Desember-Januari dan Februari) angin dominan dari arah timur laut sedangkan pada musim timur angin dominan bergerak dari tenggara ([Gambar 3.19](#) [Gambar 3.19](#)).



Gambar 3.19 Sebaran angin permukaan m/det dari data Quikscat pada bulan Agustus (Juli 1997 s.d Desember 2004). (Sumber: Qu *et al.*, 2005)

Tinggi gelombang maksimum diprediksi dari MetOcean Study (2007) dapat mencapai 5.5 m, dengan rata-rata ketinggian gelombang maksimum 1.9 m dan rata-rata minimumnya sebesar 0.4 m. Tinggi gelombang signifikan maksimum terukur 3.6 m dengan rata-ratanya mencapai 1,3 m. Periode gelombang maksimumnya adalah 13.9 detik dengan rata-rata periode maksimum dan minimum berturut-turut sebesar 6.9 detik dan 2.3 detik. Dominan arah gelombang berasal dari timur, walaupun terjadi juga gelombang bergerak dari barat pada bulan Januari sampai Maret.

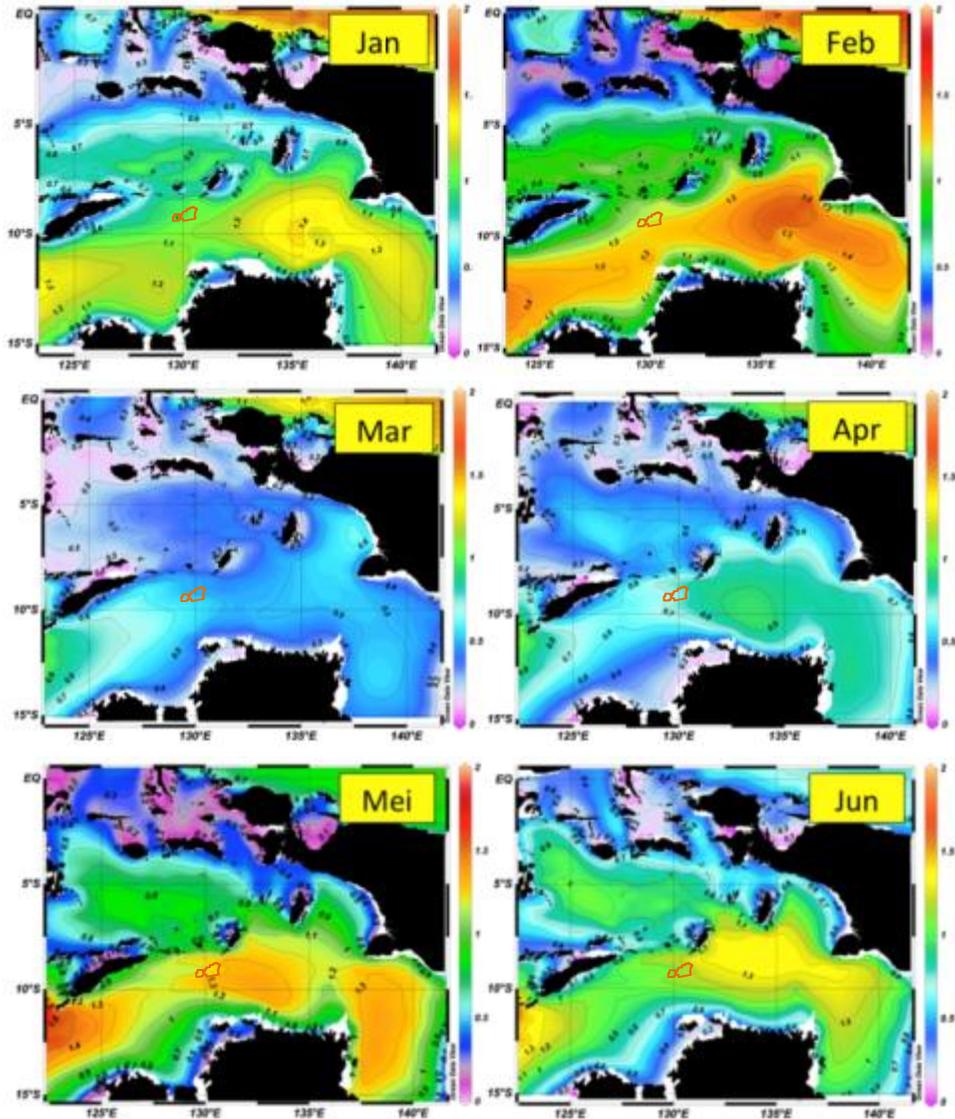
Kejadian gelombang dengan tinggi 0.6 m paling tinggi, pada bulan September-Nopember melebihi 60%, sedangkan pada bulan-bulan lainnya hanya mencapai <50%. Tinggi gelombang antara 3.0-3.6 m hanya terjadi pada bulan Desember-Februari dan Juni-Agustus dengan persentase yang sangat kecil (<10%). Secara detil kondisi tinggi gelombang dan presentase kejadiannya digambarkan pada [Gambar 3.20](#)



Gambar 3.20 Frekuensi kejadian tinggi gelombang di Perairan Laut Timor (Sumber: MetOcean Study INPEX Masela, 2012)

Secara regional untuk melihat perambatan gelombang maka dilakukan analisis gelombang signifikan rata-rata bulanan yang dihitung secara deret berkala 10 tahun terakhir dari data satelit *European Center for Medium-Range Weather Forecast - ECMRWF*, 2011, maka dapat digambarkan tinggi gelombang signifikan rata-rata bulanan selama 1 tahun seperti pada [Gambar 3.21](#), [Gambar 3.21](#) dan [Gambar 3.22](#). Setiap gambar dilengkapi dengan skala warna dalam bentuk diagram batang yang digambarkan disisi panel. Warna menunjukkan nilai ketinggian gelombang signifikan rata-rata dalam meter. Semakin keatas dan berwarna merah artinya ketinggian gelombang signifikan rata-rata bulanan semakin tinggi, sebaliknya semakin rendah.

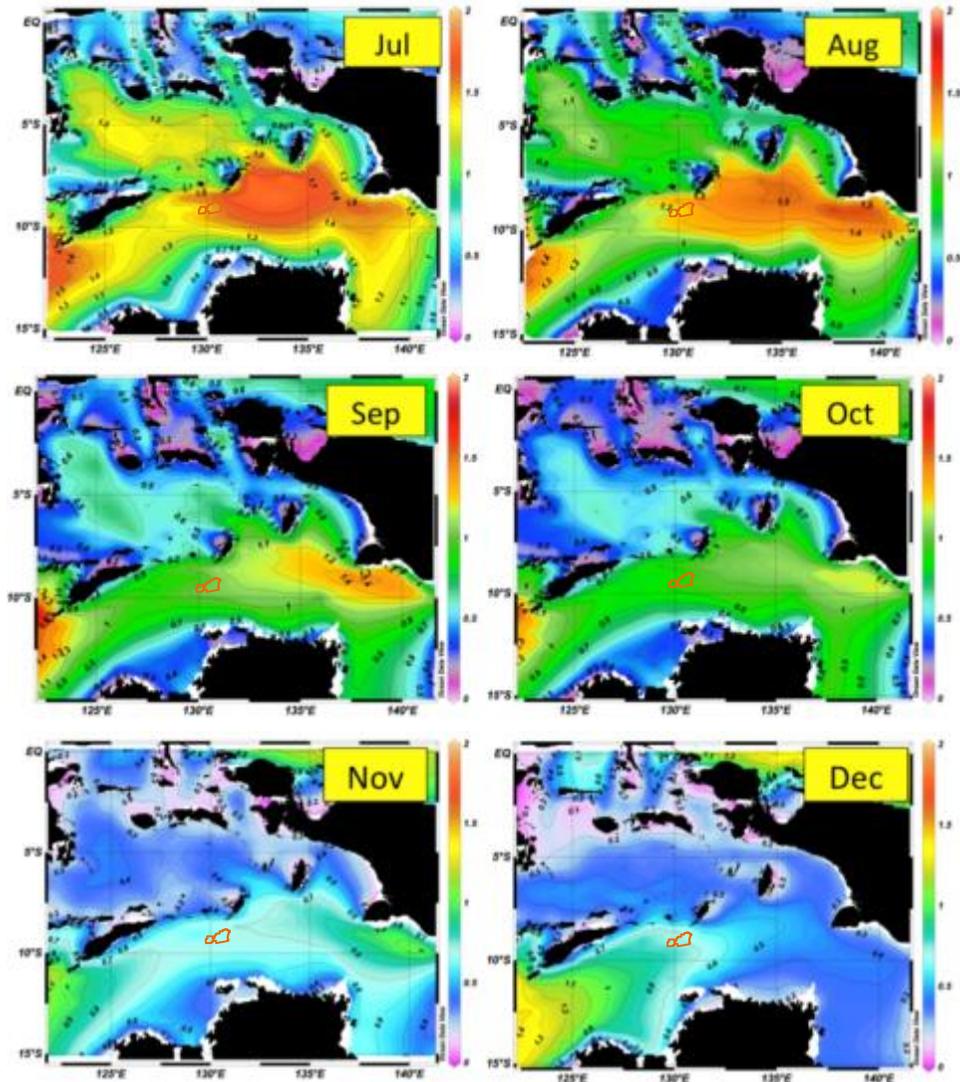
Secara umum ada dua pusat pembentukan gelombang yang merambat ke lokasi blok masela, yaitu pembentukan gelombang yang terbentuk oleh angin di Laut Arafura dan perambatan gelombang dari arah Samudera Hindia. Kedua pusat daerah pembentukan gelombang tersebut ditandai dengan adanya nilai ketinggian gelombang signifikan yang relatif lebih tinggi dari ketinggian gelombang signifikan di daerah sekitarnya.



Keterangan:  Blok Masela

Gambar 3.21 Sebaran tinggi gelombang signifikan rata-rata bulanan dari bulan Januari sampai dengan bulan Juni yang diplot dari data satelit (Sumber: ECMWF, 2011)

Pada bulan Januari, Februari, Mei dan Juni ketinggian gelombang signifikan rata-rata bulanan lebih tinggi dibandingkan dengan bulan Maret dan April. Pada bulan Juli sampai dengan bulan Agustus ketika angin dominan berhembus dari arah timur sampai tenggara menghasilkan rambatan gelombang yang dominan bergerak ke barat atau baratdaya. Pola perambatan gelombang seperti tadi masih terlihat pada bulan Septmber, Oktober sampai dengan November ([Gambar 3.22](#) [Gambar-3.22](#)).

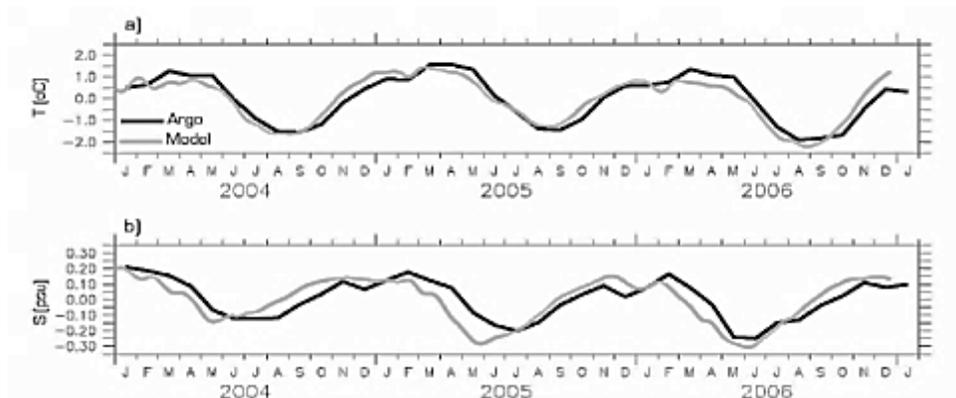


Keterangan:  Blok Masela

Gambar 3.22 Sebaran tinggi gelombang signifikan rata-rata bulanan dari bulan Juli sampai dengan bulan Desember yang diplot dari data satelit (Sumber: ECMWF, 2011)

3.5 Suhu dan Salinitas

Hasil analisis suhu dan salinitas rata-rata bulanan dalam waktu yang agak panjang (2004-2006) oleh Atmadipoera *et al.*, 2009 menunjukkan adanya fluktuasi ([Gambar 3.23](#)~~Gambar 3.23~~). Dari gambaran yang ada suhu dan salinitas pada kedalaman 0-50 m terlihat lebih rendah dari rata-rata pada musim timur (Juni-Agustus) dan cenderung lebih tinggi pada musim barat.



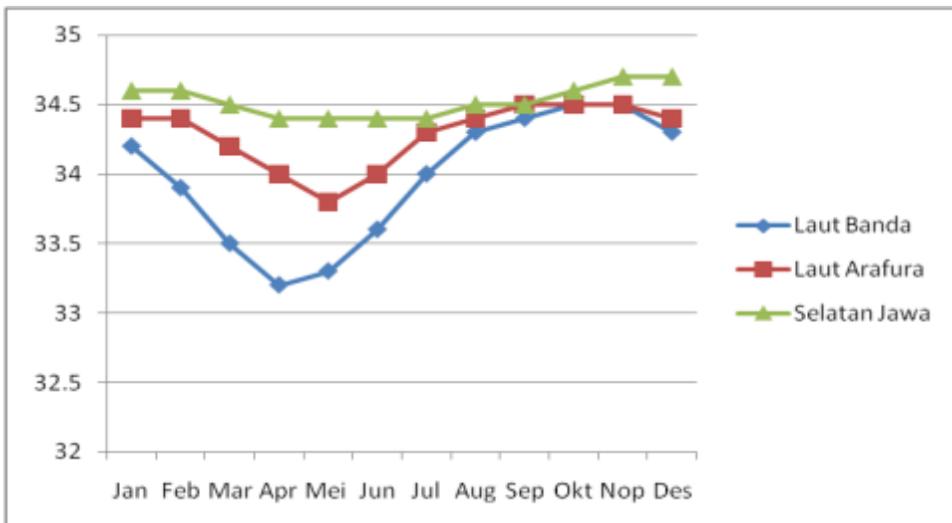
Gambar 3.23 Rata-rata anomali suhu dan salinitas bulanan pada lapisan kolom air 0-50m di basin laut Indo-Australia (posisi 115 °E - 118 °E dan 13 °S -10 °S) (Sumber: Atmadipoera, *et al.*, 2009).

Beberapa hasil penelitian oseanografi di sekitar lokasi kegiatan dilaporkan oleh para pakar oseanografi misalnya Wyrki (1961). [Gambar 3.24](#)~~Gambar 3.24~~ adalah sebaran salinitas permukaan di perairan Laut Timor. Kisaran salinitas permukaan di perairan Laut Timor adalah berkisar antara 34.66-34.67 ppt.



Gambar 3.24 Sebaran salinitas di Laut Banda, Laut Timor dan perairan laut sekitar (Sumber: Wyrki, 1961)

Fluktuasi salinitas rata-rata bulanan digambarkan pada [Gambar 3.25](#), pada bulan April, Mei sampai awal Juni salinitas lebih rendah (33.4-34.4 ppt) dari bulan-bulan lainnya (34.25-34.75 ppt).

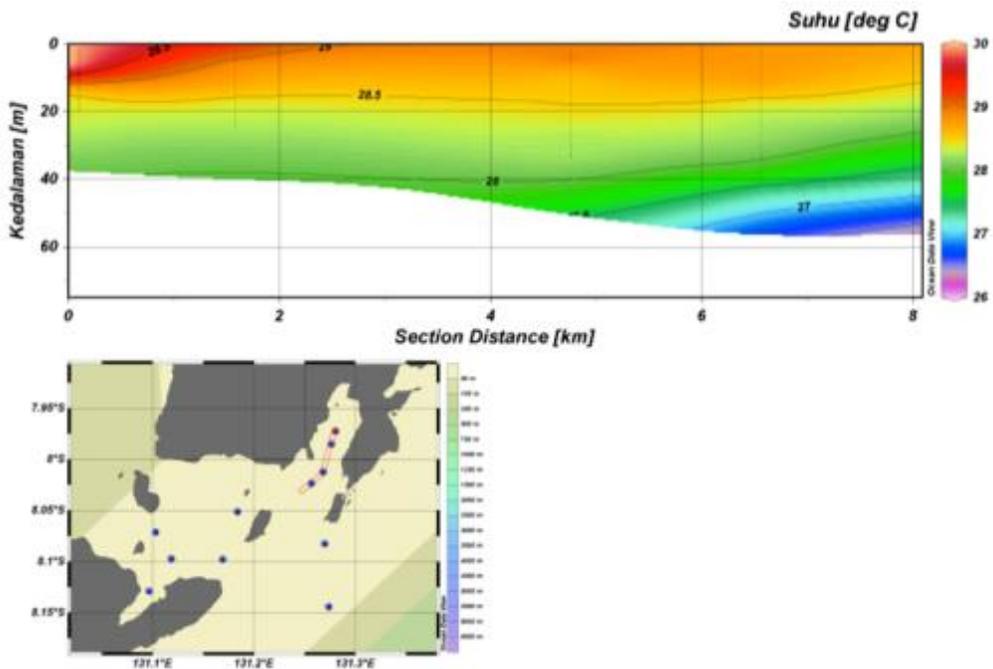


Gambar 3.25 Salinitas rata-rata bulanan di tiga lokasi (Laut Banda, Laut Arafura dan di Selatan Jawa) (Sumber: CNOOC SES Ltd., 2009)

a. Suhu dan Salinitas di Perairan Pantai

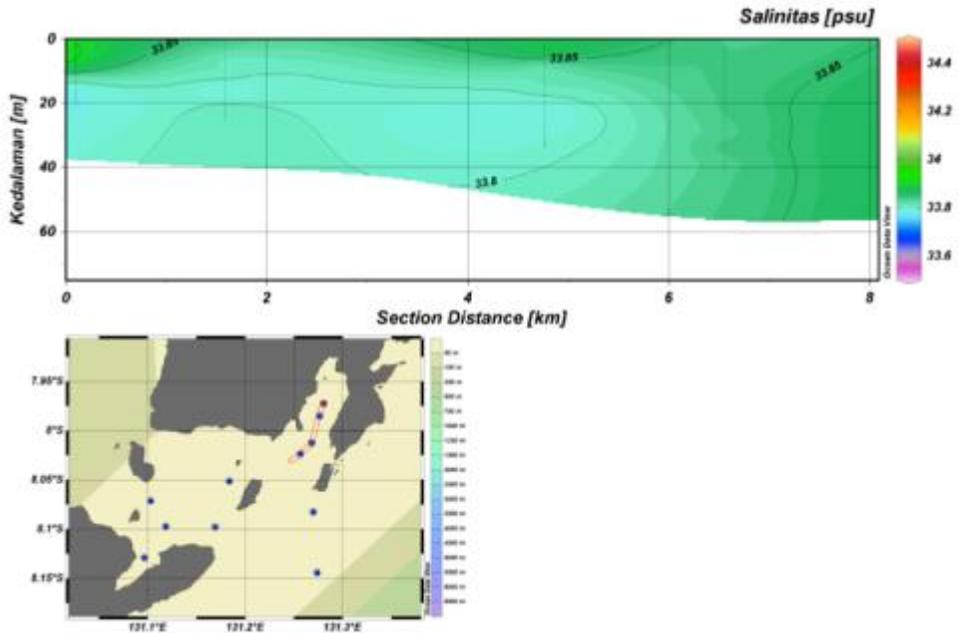
Hasil survei lapangan dengan menggunakan Kapal Riset Baruna Jaya 4 milik Republik Indonesia yang dikelola oleh BPPT dilakukan pengukuran parameter fisika air seperti suhu dan salinitas dengan alat CTD (*Conductivity Temperature Depth*). Hasil yang ditampilkan berupa hasil dari dua kali survei, pertama pada bulan November 2011 dengan 26 Stasiun CTD. survei kedua dilakukan pada bulan Mei dengan jumlah 45 Stasiun CTD.

[Gambar 3.26](#) sampai dengan [Gambar 3.28](#) adalah plot suhu dan salinitas ke dalam bentuk penampang melintang dan profil dari survei pertama. Di perairan Teluk Saumlaki suhu di dekat kepala teluk sampai kedalaman 15 m lebih panas ($29,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) dibandingkan dengan suhu kearah mulut teluk. Secara umum mengikuti pola dimana di lapisan permukaan suhu lebih tinggi dari pada di lapisan yang lebih dalam ([Gambar 3.26](#)).

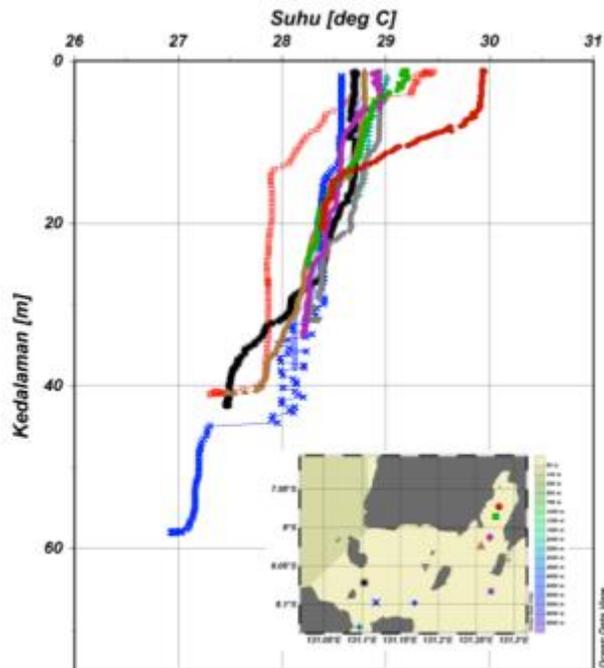


Gambar 3.26 Sebaran melintang suhu di Teluk Saumlaki hasil dari survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012)

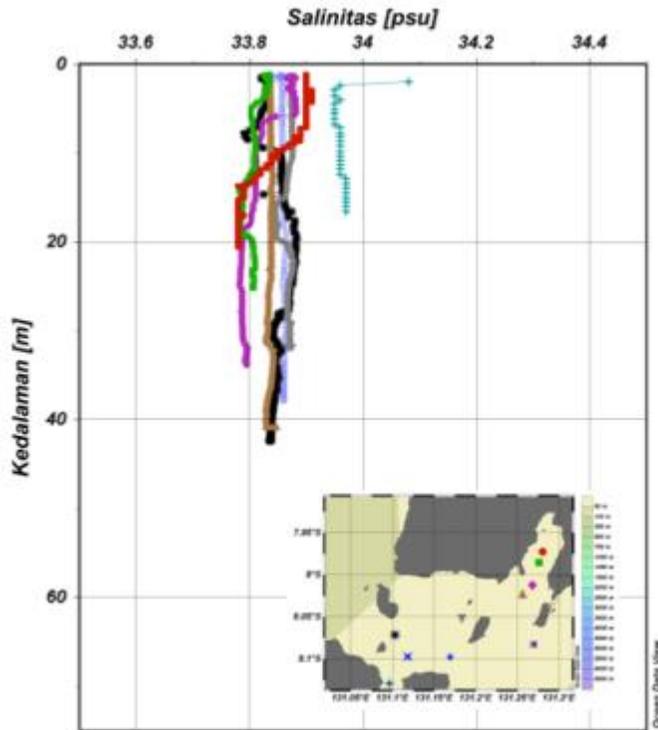
Nilai salinitas air laut di dalam Teluk Saumlaki tidak menunjukkan variasi yang besar, nilai kisarannya adalah 33.80-33.85 psu ([Gambar 3.27](#)). Hal yang sama juga terlihat pada gambar profil menegak suhu ([Gambar 3.28](#)) dan gambar profil salinitas ([Gambar 3.29](#)) di Teluk Saumlaki dan perairan depan Teluk Selaru.



Gambar 3.27 Sebaran melintang salinitas di Teluk Saumlaki hasil dari survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012)

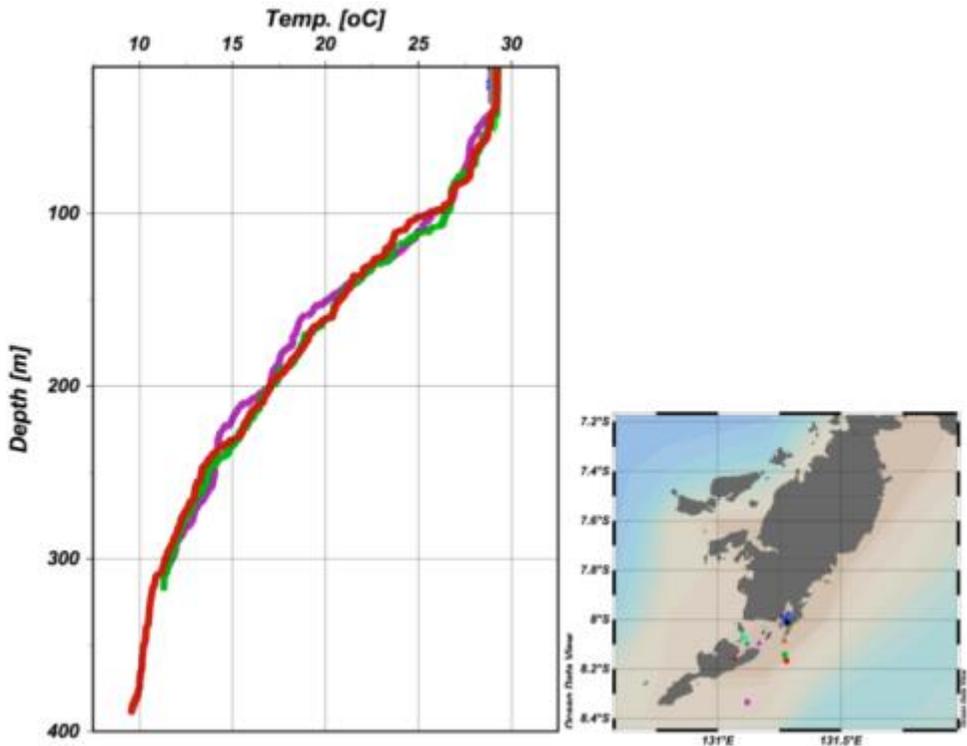


Gambar 3.28 Profil suhu di Teluk Saumlaki dan Selaru hasil dari survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012)



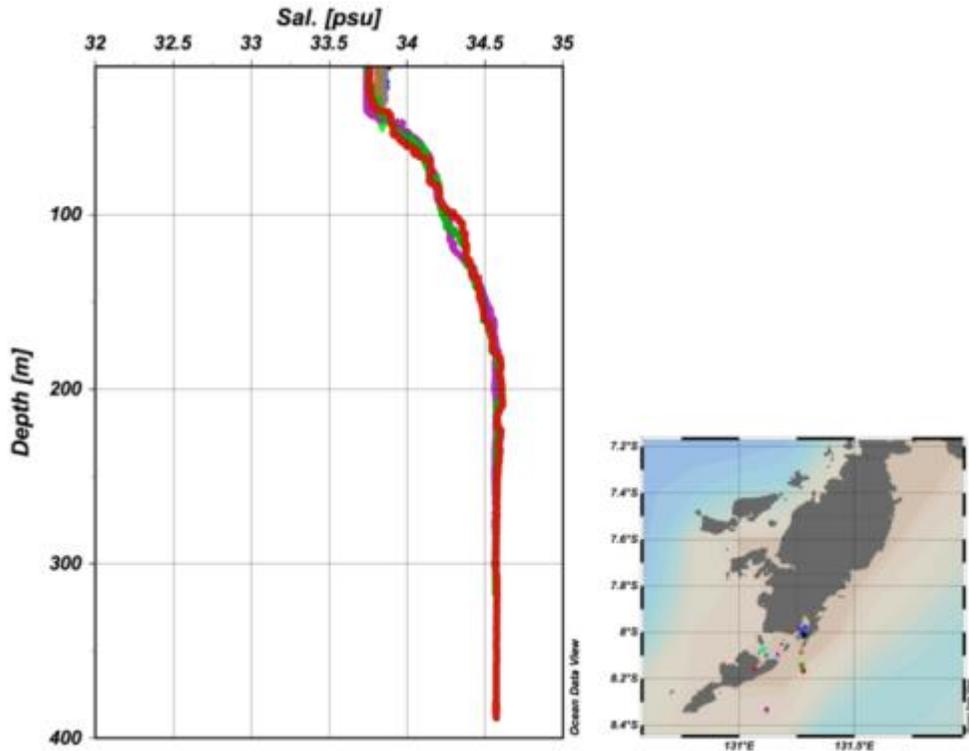
Gambar 3.29 Profil salinitas di Teluk Saumlaki dan Selaru hasil dari survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012)

[Gambar 3.30](#) ~~Gambar 3.30~~ sampai dengan [Gambar 3.35](#) ~~Gambar 3.35~~ adalah hasil plot data suhu dan salinitas dari data survei kedua pada bulan April 2012. Profil suhu air laut hasil pengukuran pada survei kedua variasinya lebih kecil dari survei pertama. Hal ini bisa terlihat dari kedekatan garis suhu air laut yang diplot dari suhu air laut di setiap kedalaman hampir menjadi satu. Suhu permukaan 29.8 °C kemudian menjadi 26.0 °C pada kedalaman 100 m. Lapisan homogen atau lapisan teraduk terlihat hanya sampai kedalaman 50 m ([Gambar 3.30](#) ~~Gambar 3.30~~).



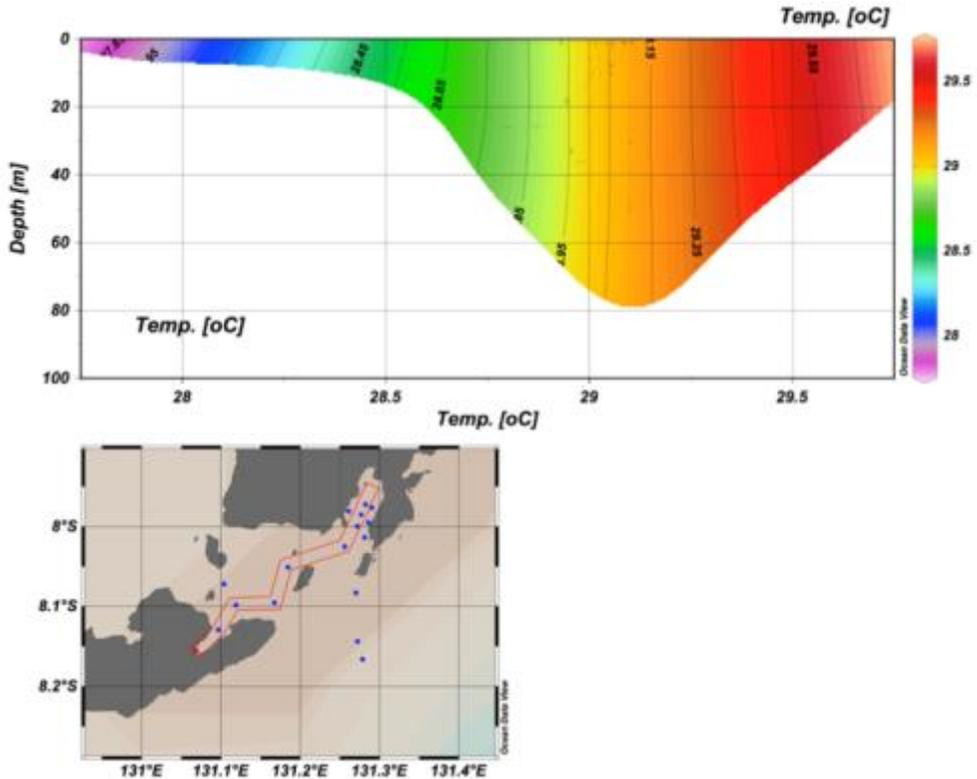
Gambar 3.30 Profil suhu air laut hasil dari survei 2 yang diplotkan dari data suhu yang diukur di stasiun-stasiun yang ada di *onshore* (pantai)
(Sumber: Analisis Data, 2012)

Profil salinitas dari hasil survei kedua disajikan pada [Gambar 3.31](#) **Gambar 3.34**. Salinitas air laut pada saat survei pertama dan kedua tidak jauh berbeda dengan profil salinitas air laut pada saat pertama. Salinitas air laut dari permukaan sampai kedalaman 50 m berkisar antara 33.7-33.8 psu, kemudian meningkat ketika kedalaman laut bertambah dalam. Pada kedalaman laut 100 m salinitas menjadi 34.3 psu dan terus meningkat menjadi 34.5 sampai kedalaman 200 m. Nilai salinitas terlihat menjadi stabil, artinya nilainya sebesar 34.5 psu tidak berubah walaupun kedalaman berubah menjadi 400 m.



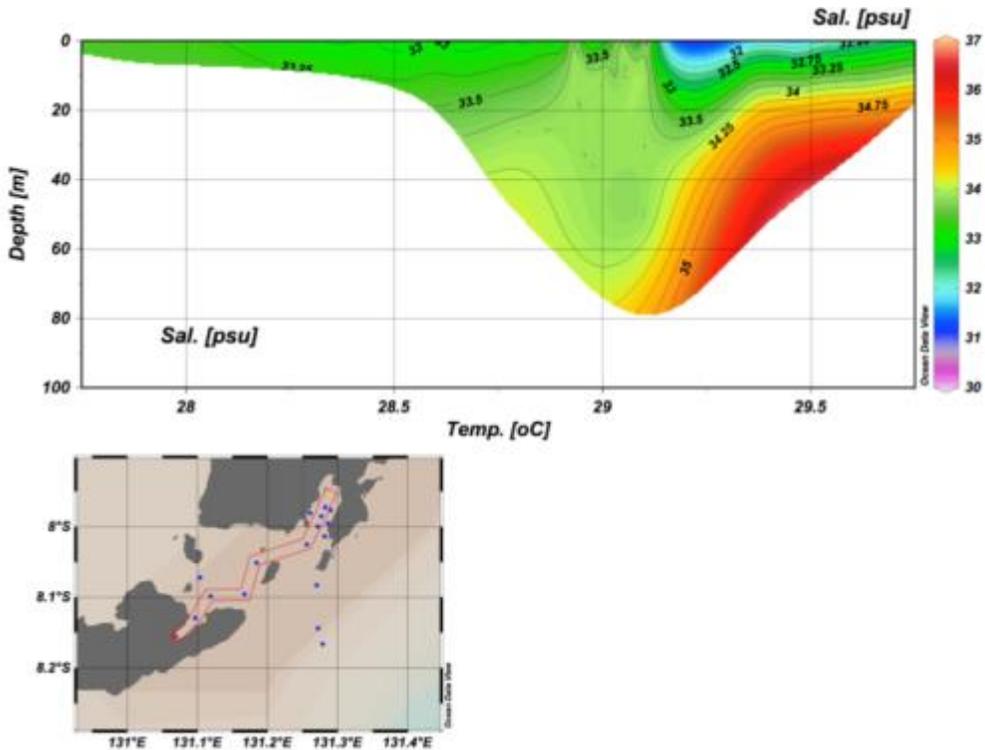
Gambar 3.31 Profil salinitas air laut hasil dari survei 2 yang diplotkan dari data suhu yang diukur di stasiun-stasiun yang ada di *onshore* (pantai)
(Sumber: Analisis Data, 2012)

[Gambar 3.32](#)~~Gambar 3.32~~ dan [Gambar 3.33](#)~~Gambar 3.33~~ berturut-turut gambar potongan melintang (cross section) dari suhu dan salinitas yang ditransek dari Teluk Saumlaki sampai ke Kore. Sebaran suhu dari permukaan sampai lapisan kedalaman 80 m yang berada di tengah-tengah selat terlihat homogen dan tidak terjadi stratifikasi. Suhu air laut di perairan Teluk Saumlaki lebih panas 29.55 °C dibandingkan dengan suhu perairan di Kore yang hanya bersuhu <29.00 °C ([Gambar 3.32](#)~~Gambar 3.32~~).



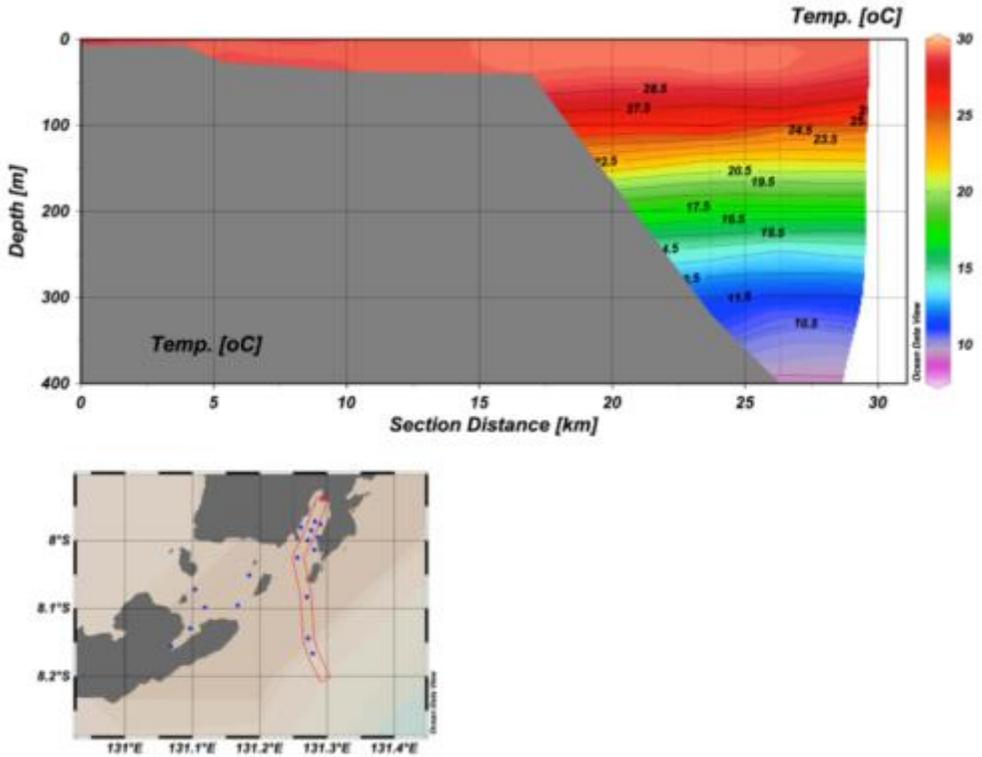
Gambar 3.32 Sebaran melintang suhu yang diplotkan dari transek Kore-Saumlaki hasil survei kedua (Sumber: Analisis Data, 2012).

Metode yang sama juga dilakukan terhadap salinitas air laut ([Gambar 3.33](#)). Di perairan Kore yang memiliki kedalaman kurang dari 20 m tidak menunjukkan adanya stratifikasi salinitas, sedangkan di perairan selat dan Teluk Saumlaki terlihat adanya stratifikasi salinitas. Massa air dengan salinitas kurang dari 32.00 psu berada di lapisan permukaan dan massa air bersalinitas >34.75 psu berada pada lapisan bawah. Massa air bersalinitas antara 32.00-34.75 psu berada pada lapisan tengah.



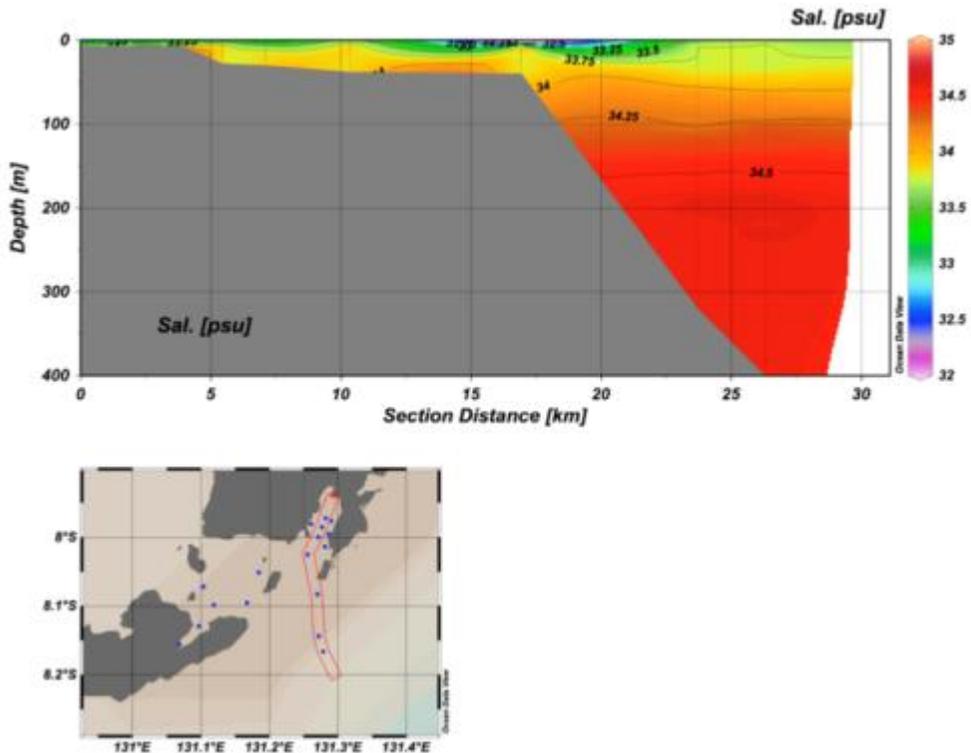
Gambar 3.33 Sebaran melintang salinitas yang diplotkan dari transek Kore-Saumlaki hasil survei kedua (Sumber: Analisis Data, 2012).

Penampang melintang suhu dan salinitas dari Teluk Saumlaki ke arah lepas pantai juga digambarkan. **Gambar 3.34** dan **Gambar 3.35** adalah berturut-turut mendeskripsikan penampang melintang suhu dan salinitas. Secara umum suhu air laut lebih tinggi berada di lapisan permukaan yakni $>28.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, kemudian semakin menurun dengan bertambah kedalaman. Pada kedalaman 300 m suhu air laut mencapai $11.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (**Gambar 3.34**).



Gambar 3.34 Sebaran melintang suhu yang diplotkan dari transek Saumlaki kearah lepas pantai hasil survei kedua (Sumber: Analisis Data, 2012)

Pada sebaran melintang salinitas pada [Gambar 3.35](#) terlihat ada massa air laut yang lebih ringan dengan salinitas <32 psu mendiami lapisan tipis permukaan. Pada lapisan yang lebih dalam nilai salinitas semakin bertambah. Pada kedalaman 100 m nilai salinitas sebesar 34.25 psu, pada kedalaman 200 m nilai salinitas telah mencapai 34.50 psu. Nilai ini berubah sangat kecil alias masih tetap 34.50 psu hingga kedalaman laut 400 m.

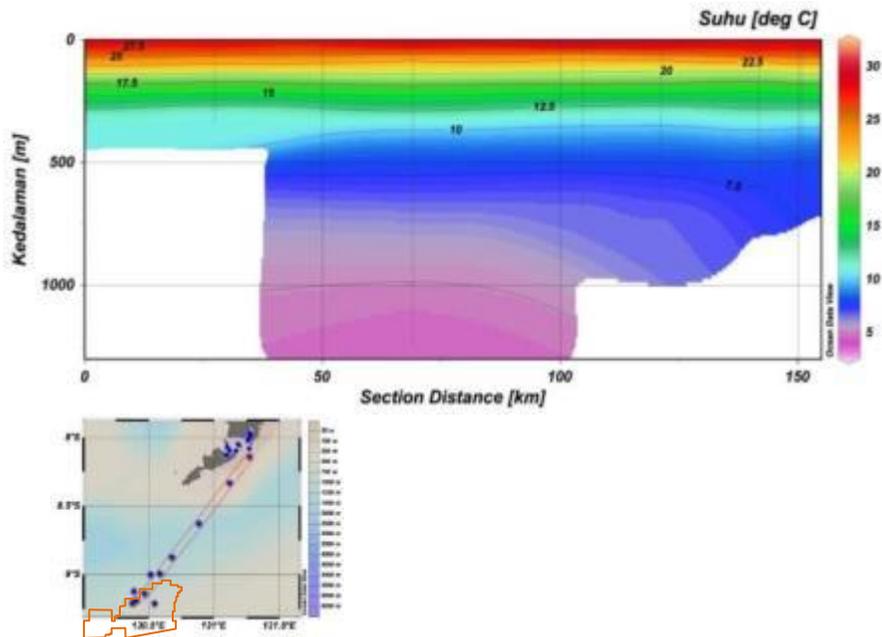


Gambar 3.35 Sebaran melintang suhu yang diplotkan dari transek Saumlaki kearah lepas pantai hasil survei kedua (Sumber: Analisis Data, 2012).

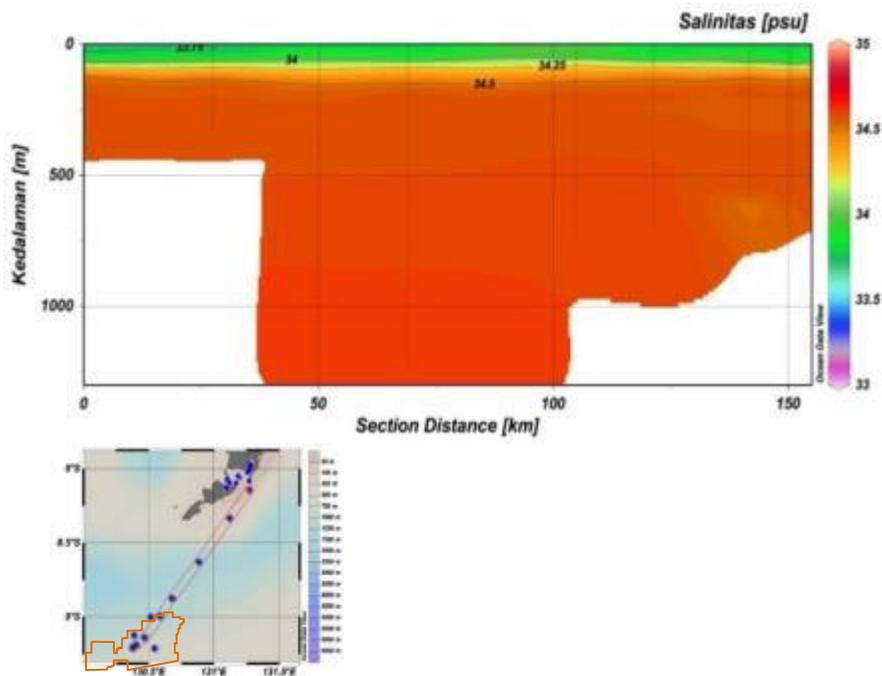
b. Suhu dan Salinitas di Perairan Lepas Pantai (*offshore*)

Metode yang sama juga dilakukan untuk stasiun-stasiun yang diukur di *offshore* pada survei pertama bulan November 2011 ([Gambar 3.36](#) ~~Gambar 3.36~~ dan [Gambar 3.39](#) ~~Gambar 3.39~~) adalah sebaran melintang suhu dan salinitas. Suhu air laut di lapisan permukaan terukur 27.5 °C perubahan suhu terhadap kedalaman terlihat mulai pada kedalaman 50 m sampai 150 m. Kemudian suhu menurun secara perlahan mengikuti penambahan kedalaman laut ([Gambar 3.36](#) ~~Gambar 3.36~~).

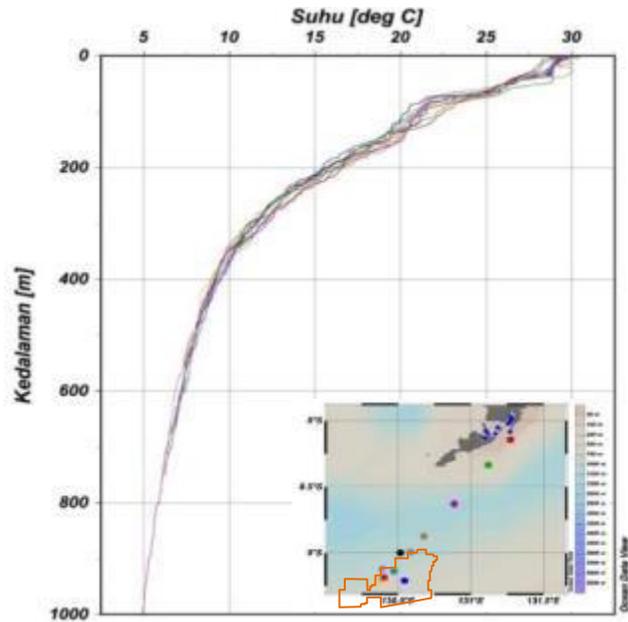
Nilai salinitas 33.75 psu sampai dengan salinitas 34 psu terlihat menempati kolom air di lapisan permukaan sampai kedalaman 50 m setelah itu perubahan salinitas yang tajam (lapisan halocline) terjadi pada lapisan kedalaman 50 m sampai 150 m. Penambahan salinitas secara perlahan terjadi setelah kedalaman > 200 m ([Gambar 3.37](#) ~~Gambar 3.37~~).



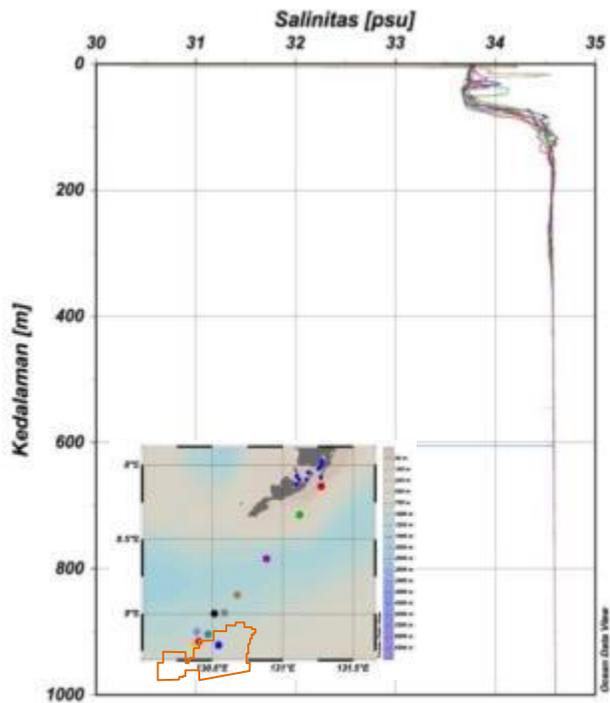
Gambar 3.36 Sebaran melintang suhu dari pantai timur Saumlaki ke lokasi Blok Masela hasil survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012)



Gambar 3.37 Sebaran melintang salinitas dari pantai timur Saumlaki ke lokasi Blok Masela hasil survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012)

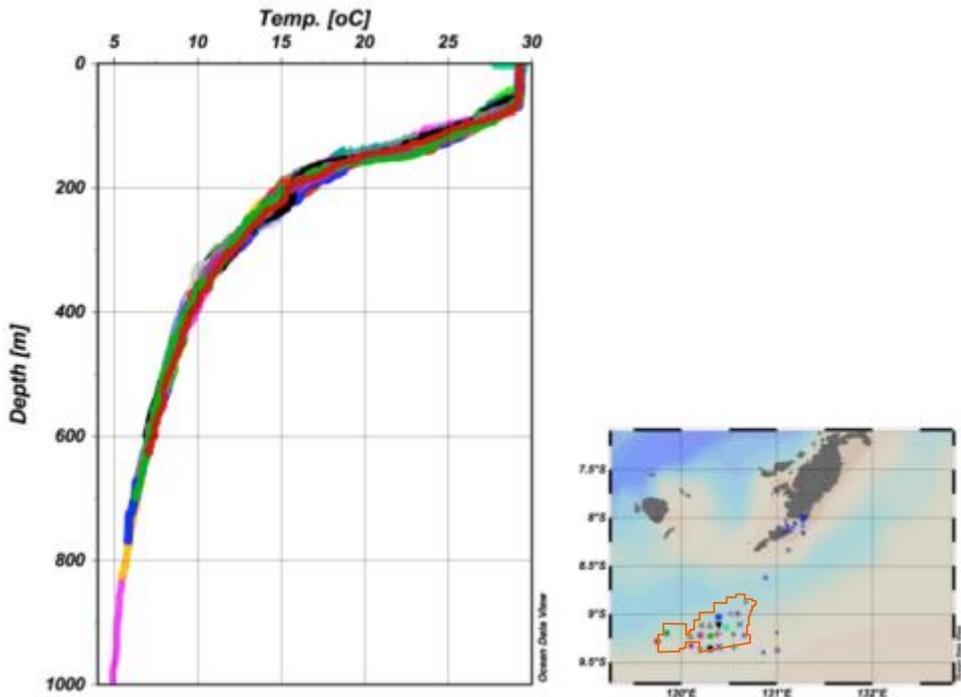


Gambar 3.38 Profil suhu air laut di kelompok stasiun offshore hasil survei 1
(Sumber: INPEX Masela, 2012)



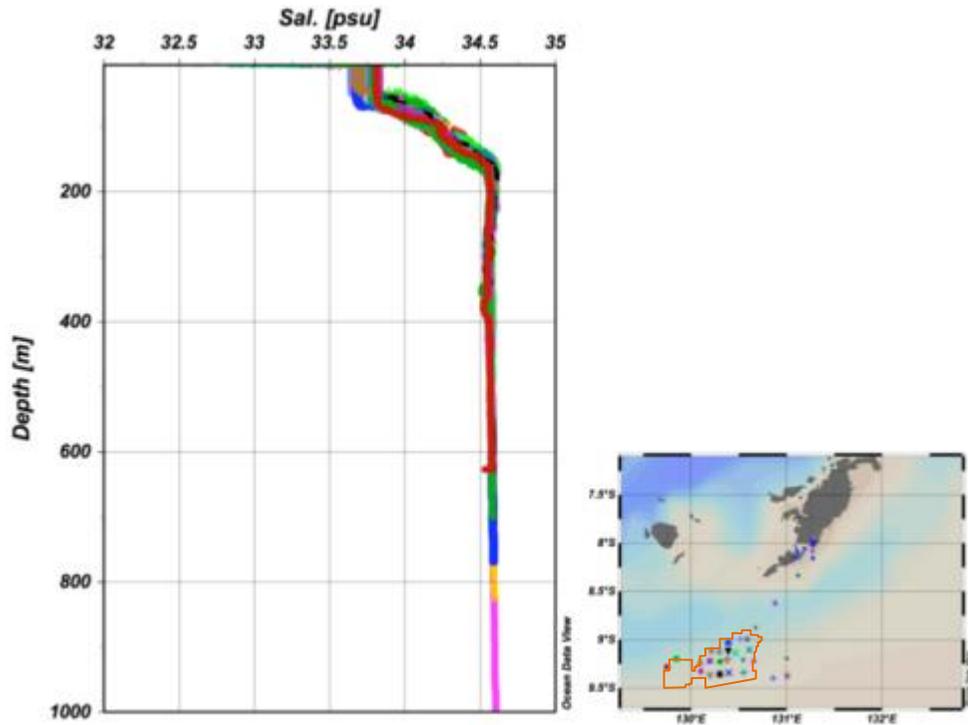
Gambar 3.39 Profil salinitas air laut di kelompok stasiun offshore hasil survei 1
(Sumber: INPEX Masela, 2012)

Profil suhu air laut di perairan lepas pantai Saumlaki hasil pengukuran survei kedua di April 2012 digambarkan pada [Gambar 3.40](#)~~Gambar-3.40~~. Lapisan tercampur (*mixed layer*) di lapisan permukaan dapat menembus kedalaman hingga 75-80 m, setelah itu terlihat penurunan suhu dari 29 °C menjadi 15 °C di lapisan kedalaman 200 m. Lapisan ini sering dikenal dengan lapisan pegat atau *thermohaline layer*. Kemudian suhu air laut terlihat menurun secara perlahan-lahan hingga mencapai 5 °C pada kedalaman 1000 m.



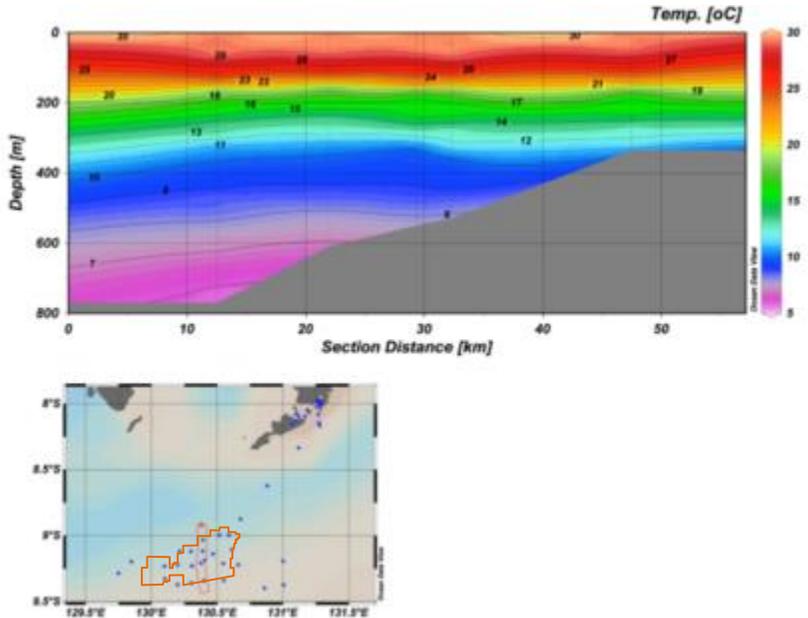
Gambar 3.40 Profil suhu air laut yang diplot berdasarkan kedalaman dari hasil survei kedua bulan April 2012 di wilayah *offshore* (Sumber: Analisis Data, 2012).

Fenomena pelapisan pada lokasi blok Marsela juga tampak pada profil salinitas pada [Gambar 3.41](#)~~Gambar-3.41~~. Lapisan teraduk di lapisan permukaan ditunjukkan oleh adanya nilai salinitas dari permukaan sampai kedalaman 80 m adalah konstan yakni 33.8 psu. Kemudian nilai salinitas secara drastis meningkat menjadi 34.5 psu pada kedalaman 175 m, lapisan ini sering dikenal dengan *halocline layer*. Setelah itu salinitas relatif konstan hingga kedalaman laut mencapai 100 m.

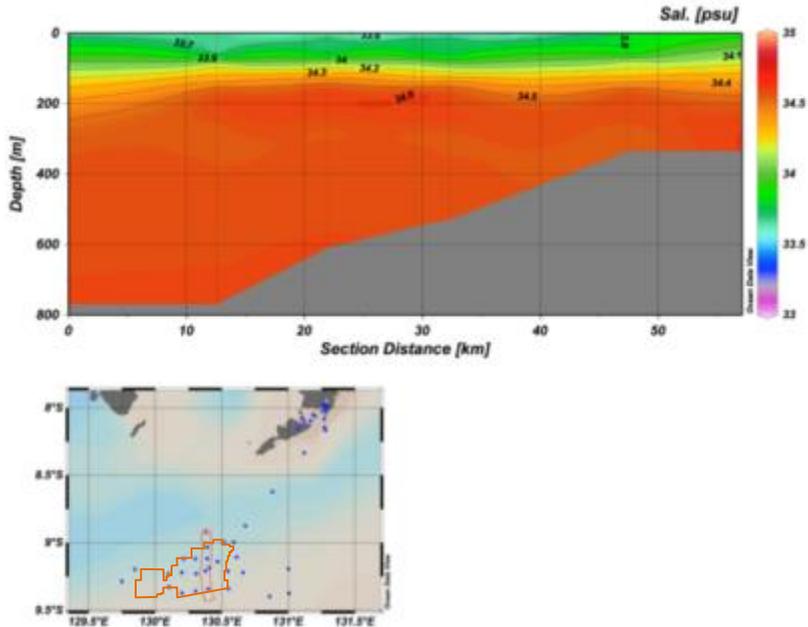


Gambar 3.41 Profil salinitas air laut yang diplot berdasarkan kedalaman dari hasil survei kedua bulan April 2012 di wilayah *offshore* (Sumber: Analisis Data, 2012)

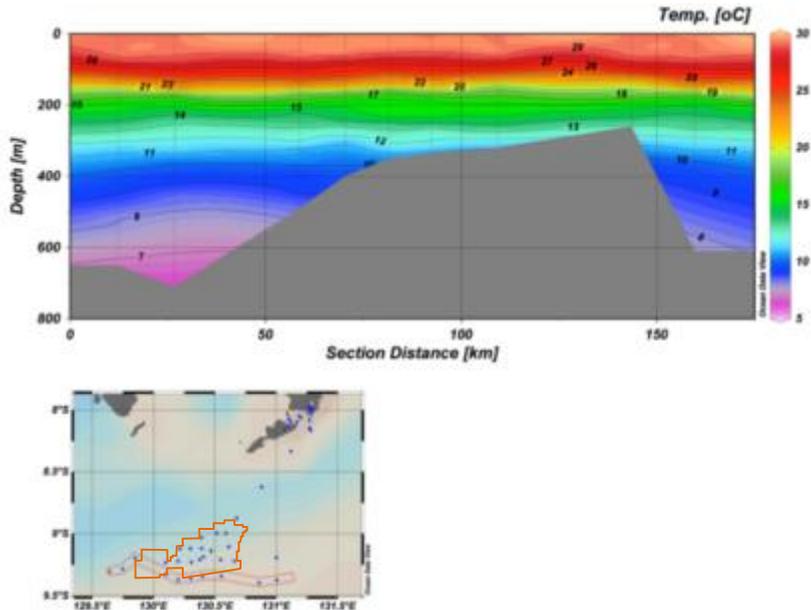
[Gambar 3.42](#) ~~Gambar 3.42~~ sampai dengan [Gambar 3.45](#) ~~Gambar 3.45~~ adalah potongan melintang suhu dan salinitas baik melintang utara-selatan maupun melintang timur-barat. Secara umum pola pelapisan suhu dan salinitas air laut mengikuti pola yang normal, yakni di lapisan permukaan atau pencampuran suhu air laut relatif homogeni hingga kedalaman 75-80 m, kemudian ada lapisan tipis dengan gradient suhu dan salinitas yang tajam pada kedalaman 80-200 m, kemudian terjadi penurunan yang perlahan berdasarkan kedalaman.



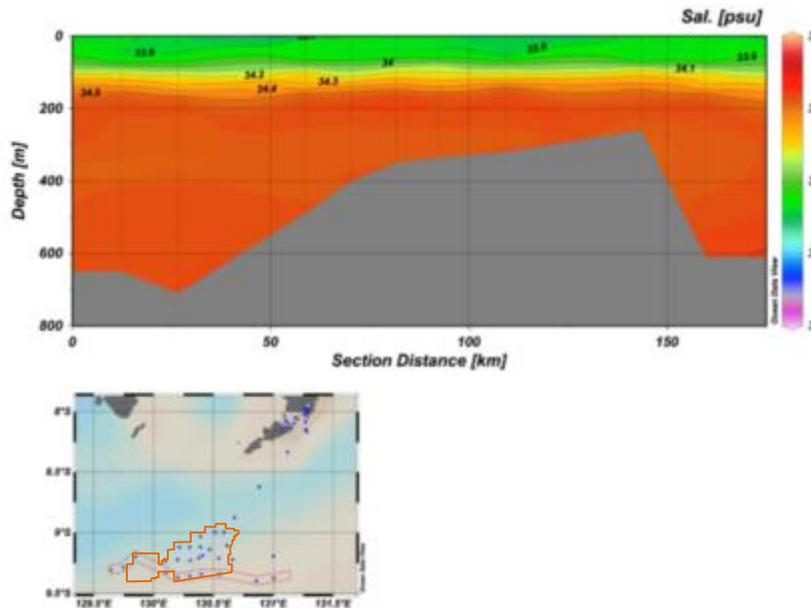
Gambar 3.42 Penampang melintang suhu air laut yang diplotkan arah utara-selatan dari hasil survei kedua bulan April 2012 (Sumber: Analisis Data, 2012)



Gambar 3.43 Penampang melintang salinitas air laut yang diplotkan arah utara-selatan dari hasil survei kedua bulan April 2012 (Sumber: Analisis Data, 2012)

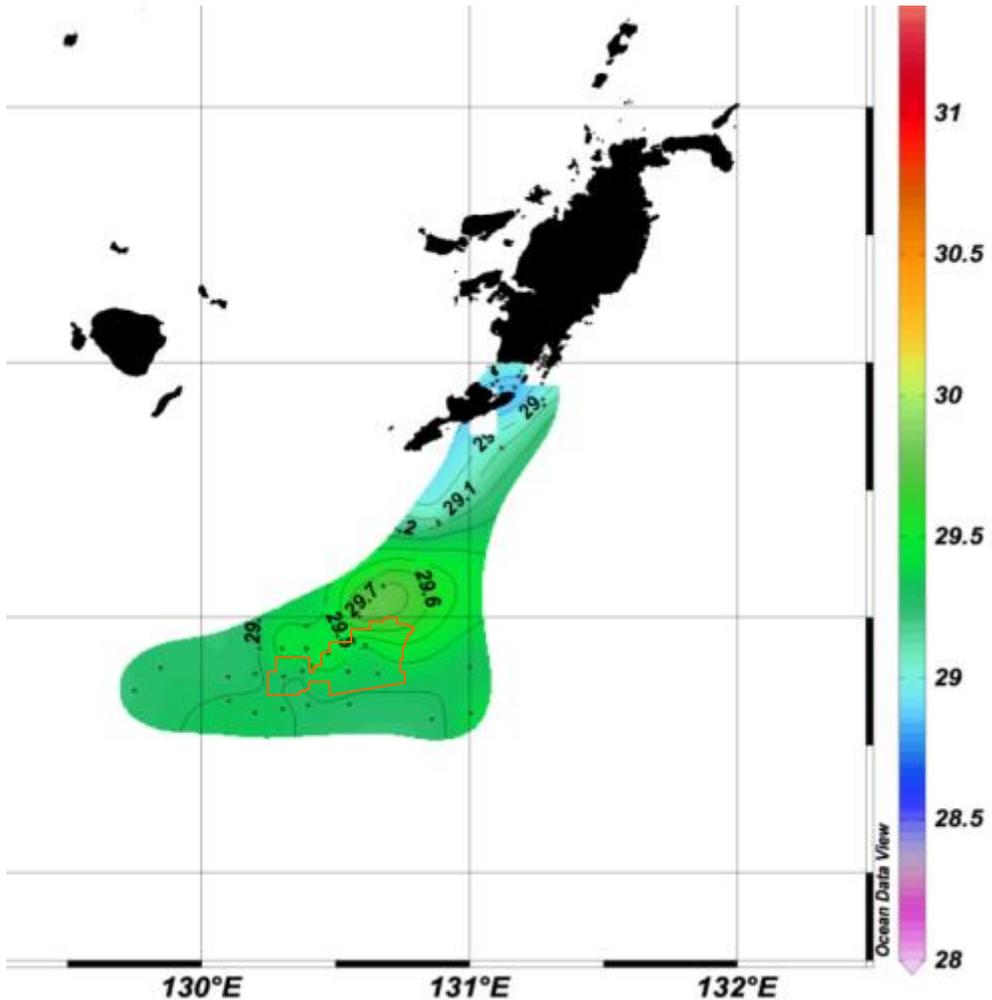


Gambar 3.44 Penampang melintang suhu air laut yang diplotkan arah timur-barat dari hasil survei kedua bulan April 2012 (Sumber: Analisis Data, 2012)



Gambar 3.45 Penampang melintang alinitas air laut yang diplotkan arah timur-barat dari hasil survei kedua bulan April 2012 (Sumber: Analisis Data, 2012)

Sebaran suhu dan salinitas air laut secara mendatar per lapisan (permukaan, 50 m, 100 m dan 500 m) juga digambarkan (~~Gambar 3.46~~ sampai dengan **Gambar 3.51**). Pada sebaran suhu permukaan pada **Gambar 3.44** terlihat bahwa massa air bersuhu lebih rendah $<28.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ bergerak dari arah Laut Banda, sedangkan massa air yang lebih hangat ($>30.1\text{ }^{\circ}\text{C}$) berasal dari perairan Laut Arafura yang lebih dangkal.

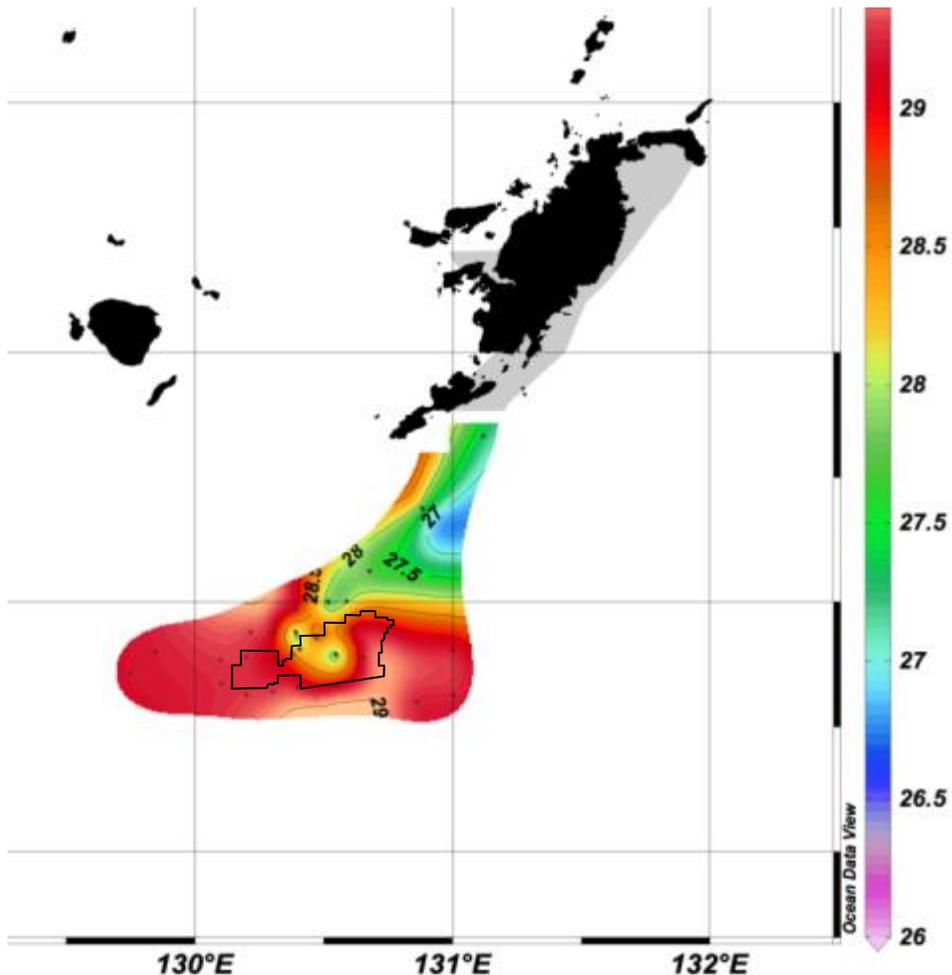


Gambar 3.46 Sebaran suhu permukaan laut yang diinterpolasi dari seluruh data suhu hasil pengukuran dengan sensor CTD pada bulan April 2012 (Sumber: Analisis Data, 2012)

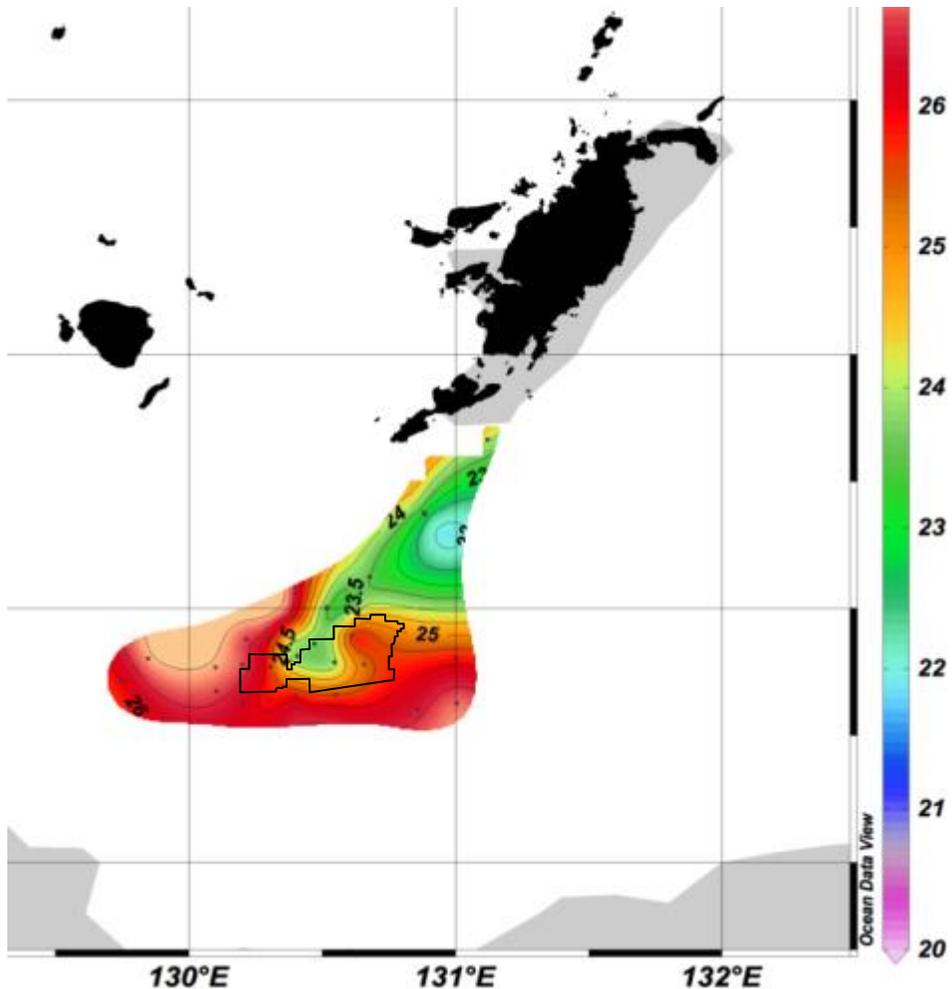
Berbeda dengan sebaran massa air pada lapisan kedalaman 50 m, massa air bersuhu lebih rendah ($<28.2\text{ }^{\circ}\text{C}$) bergerak dari perairan Laut Arafura, sedangkan

massa air yang lebih hangat ($>29.2\text{ }^{\circ}\text{C}$) berasal dari perairan Laut Banda ([Gambar 3.47](#)).

Hal yang lainnya juga terlihat pada lapisan kedalaman 100 m, massa air bersuhu rendah ($<25.5\text{ }^{\circ}\text{C}$) bergerak dari Laut Arafura, sedangkan massa air hangat ($> 26\text{ }^{\circ}\text{C}$) berasal dari dua arah, pertama dari Laut Banda dan yang lainnya berasal dari perairan pantai utara Australia ([Gambar 3.48](#)).

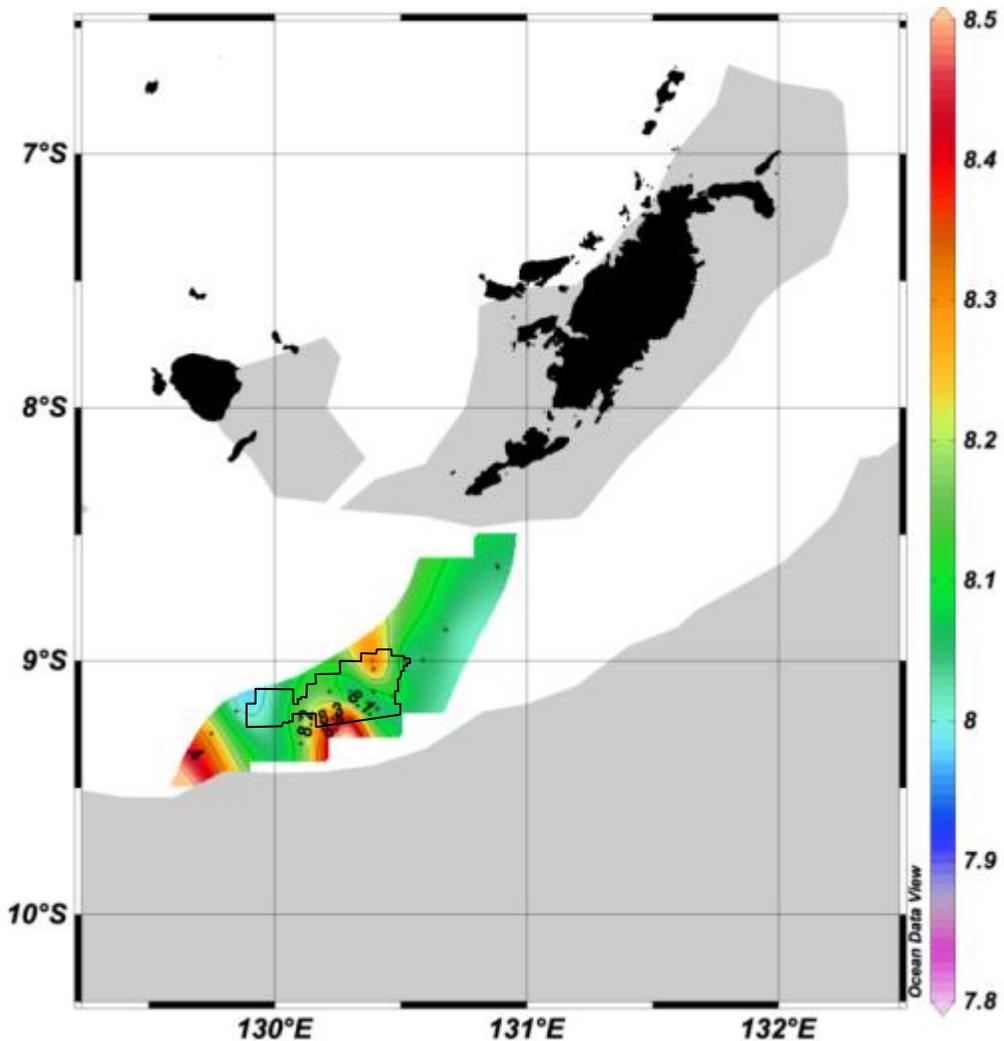


Gambar 3.47 Sebaran suhu air laut pada kedalaman 50 m yang diinterpolasi dari seluruh data suhu hasil pengukuran dengan sensor CTD pada bulan April 2012 (Sumber: Analisis Data, 2012)



Gambar 3.48 Sebaran suhu air laut pada kedalaman 100 m yang diinterpolasi dari seluruh data suhu hasil pengukuran dengan sensor CTD pada bulan April 2012 (Sumber: Analisis Data, 2012)

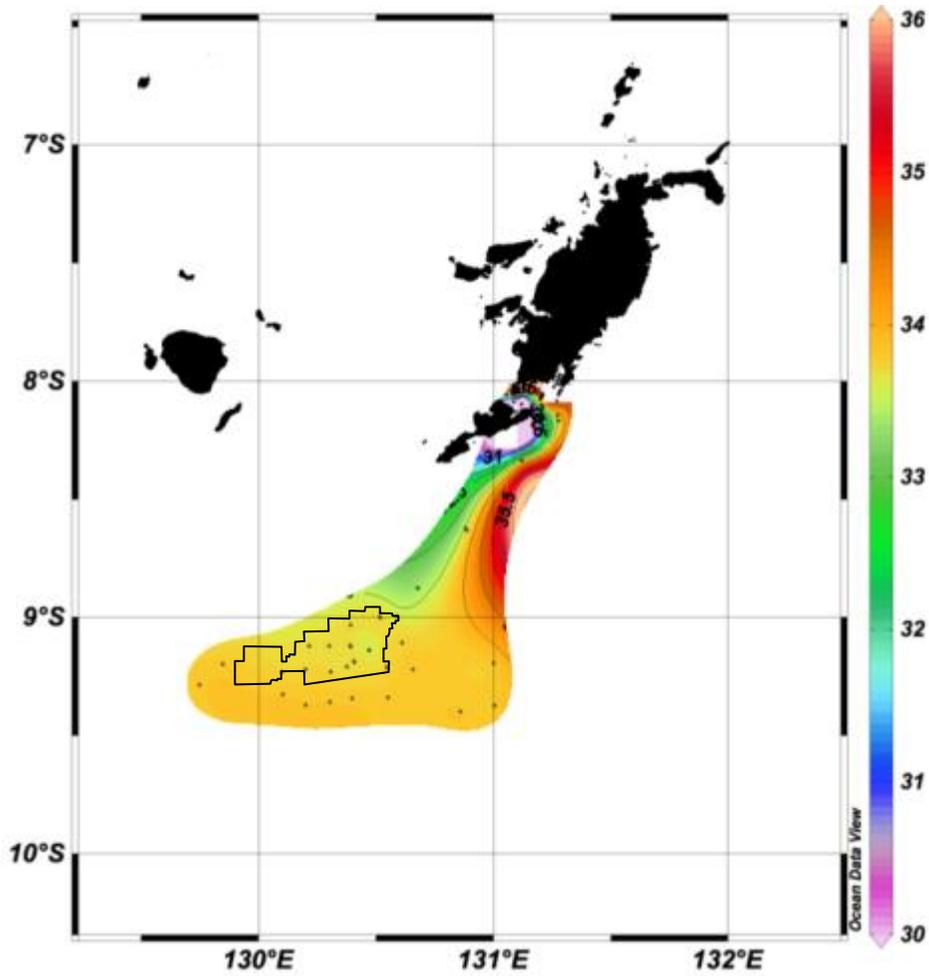
Pola yang hampir sama seperti lapisan kedalaman 100 m masih terlihat pada lapisan kedalaman laut 500 m ([Gambar 3.49](#)), hanya saja massa air bersuhu rendah berasal ($<8.1\text{ }^{\circ}\text{C}$) terlihat berasal dari perairan Laut Arafura dan Laut Banda sedangkan massa air laut bersuhu lebih hangat $>8.35\text{ }^{\circ}\text{C}$ berasal dari selatan (arah pantai utara Australia).



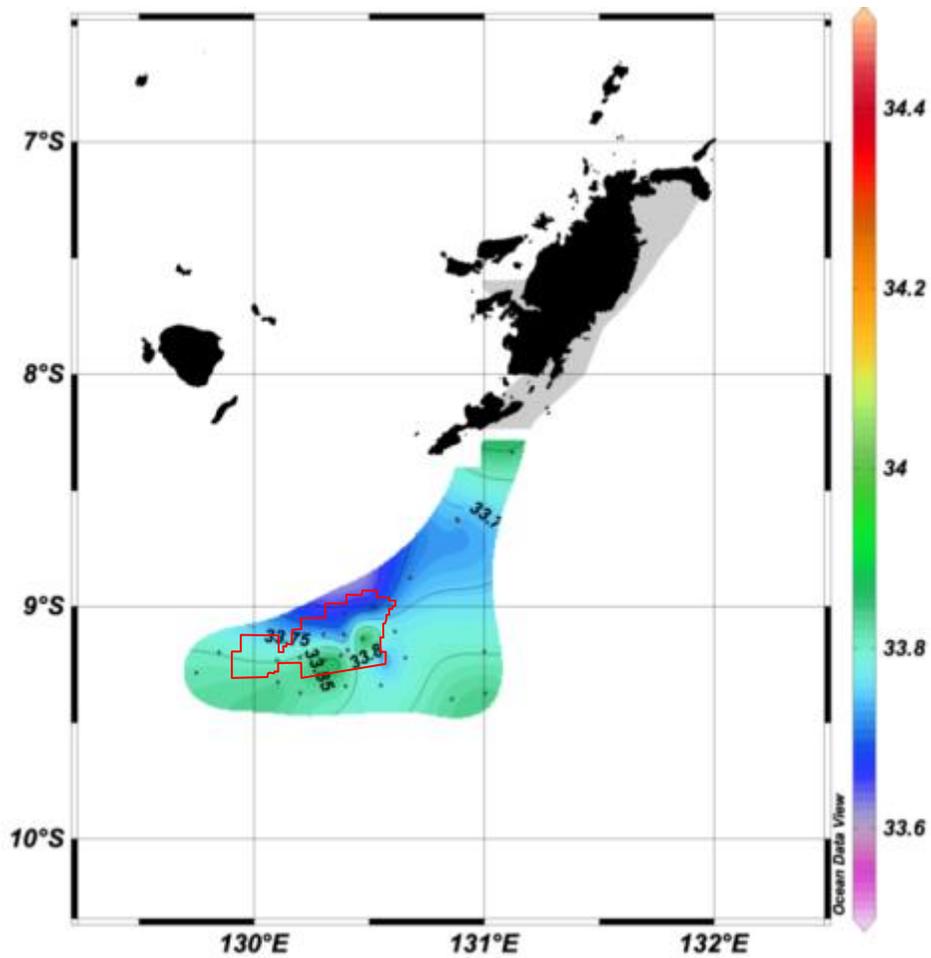
Gambar 3.49 Sebaran suhu air laut pada kedalaman 500 m yang diinterpolasi dari seluruh data suhu hasil pengukuran dengan sensor CTD pada bulan Mei 2012 (Sumber: Analisis Data, 2012)

Pada sebaran mendatar salinitas di beberapa lapisan kedalaman, massa air laut dengan salinitas yang lebih tinggi (>34.1 psu) bergerak dari arah timur yakni perairan laut Arafura. Sedangkan massa air yang berasal dari lapisan permukaan Laut Banda salinitasnya relatif lebih rendah yakni <33.1 psu ([Gambar 3.50](#)[Gambar 3.50](#)).

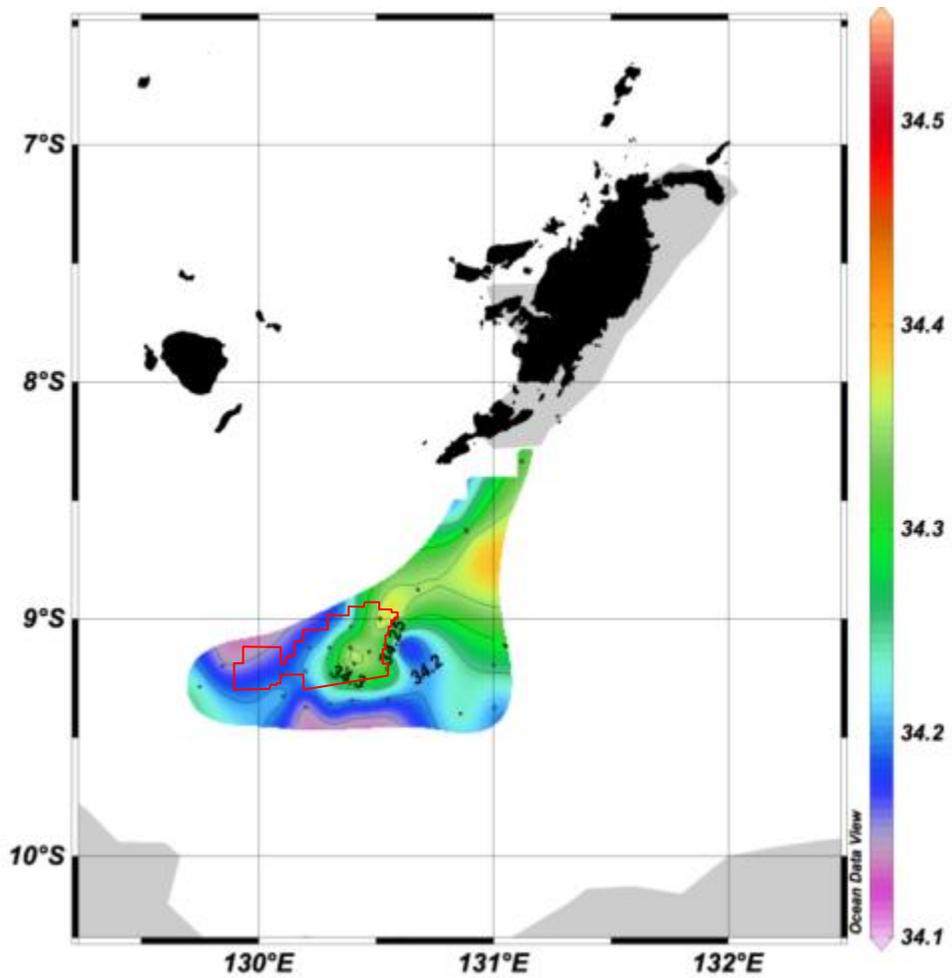
Pola sebaran salinitas yang sama dengan lapisan permukaan juga terdeteksi pada lapisan kedalaman 50 m, 100 m dan 500 m ([Gambar 3.51](#)[Gambar 3.51](#) sampai dengan [Gambar 3.53](#)[Gambar 3.53](#)).



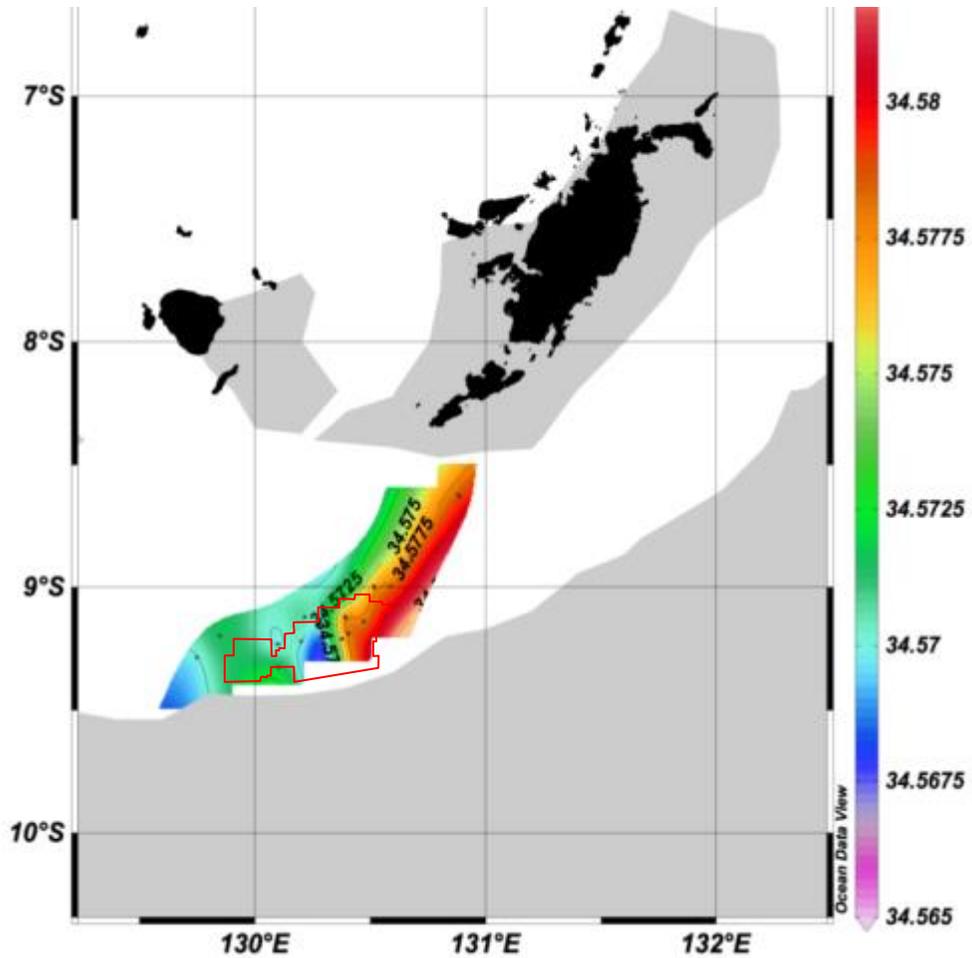
Gambar 3.50 Sebaran salinitas permukaan laut yang diinterpolasi dari seluruh data suhu hasil pengukuran dengan sensor CTD pada bulan April 2012 (Sumber: Analisis Data, 2012)



Gambar 3.51 Sebaran salinitas air laut pada kedalaman 50 m yang diinterpolasi dari seluruh data suhu hasil pengukuran dengan sensor CTD pada bulan April 2012 (Sumber: Analisis Data, 2012)



Gambar 3.52 Sebaran salinitas air laut pada kedalaman 100 m yang diinterpolasi dari seluruh data suhu hasil pengukuran dengan sensor CTD pada bulan April 2012 (Sumber: Analisis Data, 2012)



Gambar 3.53 Sebaran salinitas air laut pada kedalaman 500 m yang diinterpolasi dari seluruh data suhu hasil pengukuran dengan sensor CTD pada bulan April 2012 (Sumber: Analisis Data, 2012)

DAFTAR PUSTAKA

- Atmadipoera, A.S., R. Molcard, G. Madec, J. Sprintall, S. Wijffels, and A. Supangat. 2009. Inflow between Asmore and North Coast of Australia and its Impact on Timor Passage Through Flow. WOC Manado Indonesia.
- DHI Water & Environment. 2007. MIKE 21 Wave Modelling, MIKE 21 BW – Boussinesq Module. Denmark.
- Engelund, F., Fredsøe, J. 1976. "A sediment transport model for straight alluvial channels". *Nordic Hydrology* 7, 1976, pp. 293 – 306
- Gordon, A.L. 2005. Oceanography of the Indonesian Seas and Their Throughflow. *Oceanography* 18(4): December, 14-27.
- INPEX Masela Ltd. 2012. Rona Lingkungan Awal Blok Masela dan Sekitarnya (Studi AMDAL Pengembangan Blok Masela). Jakarta.
- INPEX Masela Ltd. 2007. MetOcean Measurements Survey for INPEX Masela Block, Timor Sea.
- Krone, R.B. 1962. Flume Studies of the Transport of Sediment in Estuarial Shoaling Processes. Technical Report, Hydraulic Engineering Laboratory, University of California. Berkeley California.
- Leonard, B.P. 1991. The ULTIMATE Conservative Difference Scheme Applied to Unsteady One-Dimensional Advection. Elsevier Science Publishers B.V. (North Holland).
- MIKE 21. Coastal Hydraulics and Oceanography, Hydrodynamic Module, Scientific Documentation. DHI Software, 2005.
- NAO Tide. 2000. NAO.99b Tidal Prediction System. National Astronomical Observatory, Japan.
- Rijn, L.C. 1984. "Sediment Transport, Part II Suspended Load Transport". *Journal of Hydraulic Engineering*, Vol. 110, No. 10, October, 1984.
- Wyrki. 1961. Physical Oceanography of the Southeast Asian Waters. The University of California. La Jolla. California. 195p.
- Yalin, M.S. 1972. "Mechanics of Sediment Transport". Pergamon Press Ltd. Headington Hill Hall, Oxford.
- Daftar pustaka elektronik:
- http://www.space.dtu.dk/English/Research/Scientific_data_and_models/Global_Ocean_Tide_Model : AG95, author Ole B. Andersen.
- <http://www.2.jpl.nasa.gov/srtm/> : Shuttle Radar Topography Mission.
- <http://www.ecmwf.int/> : The European Centre for Medium Range Weather Forecasts.