

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
Heron Surbakti
Ari Gunawan W



**BOGOR
2016**

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
ABSTRAK.....	1
1 PENDAHULUAN	1
2 TUJUAN STUDI	2
3 LOKASI STUDI	2
4 METODE PENGUMPULAN DAN ANALISIS DATA	3
4.1 Metode Pengumpulan Data	3
4.2 Metode Analisis Data.....	5
4.2.1 Batimetri	5
4.2.2 Pasang Surut (Pasut)	5
4.2.3 Arus	5
4.2.4 Gelombang.....	5
4.2.5 Suhu dan Salinitas.....	5
5 HASIL DAN PEMBAHASAN	6
5.1 Batimetri	7
5.2 Pasang Surut.....	7
5.3 Arus Laut	10
5.4 Gelombang	12
5.5 Suhu dan Salinitas.....	17
5.5.1 Suhu dan Salinitas di Perairan Pantai	18
5.5.2 Suhu dan Salinitas di Perairan Lepas Pantai (<i>offshore</i>)	21
DAFTAR PUSTAKA	25

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Lokasi Pengukuran Hidro-Oseanografi	4
Tabel 2.	Komponen Pasut Utama di Rencana Lokasi Jetty Saumlaki	9
Tabel 3.	Komponen Pasut Utama di Rencana Lokasi Jetty Kore.....	9
Tabel 4.	Kedudukan Muka Laut Terhadap Muka Laut Rata-rata (MSL) di Saumlaki dan Kore.....	9

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Peta Lokasi Sampling di Pesisir Sekitar Blok Masela (a)	2
Gambar 2.	Peta Lokasi Sampling di Pesisir Sekitar Blok Masela (b)	3
Gambar 3.	Indonesian Through Flow (ITF) yang bergerak dari Samudera Pasifik menuju ke Samudera Hindia (Sumber: Gordon, 2005).....	6
Gambar 4.	Kondisi Batimetri di Sekitar Lokasi Lapangan Gas Abadi Blok Masela, Laut Arafura (Sumber: INPEX Masela, 2012).....	7
Gambar 5.	Fluktuasi Muka Laut di Selatan P. Saumlaki (Posisi geografis: 8o31,4' LS dan 131o17,6' BT) pada 1 April 2009 (Sumber: NAO Tide, Japan).	8
Gambar 6.	Fluktuasi muka laut di selatan P. Saumlaki (Posisi geografis: 8o31,4' LS dan 131o17,6' BT) pada April 2009 (Sumber: NAO Tide, Japan)	8
Gambar 7.	Pola umum arus permukaan di Perairan Laut Timor dan sekitarnya (Sumber: Wyrcki, 1961)	10
Gambar 8.	Profil kecepatan Arus di Lokasi Blok Masela (INPEX Masela, 2007).....	11
Gambar 9.	Pola arus hasil simulasi pada saat muka laut di MSL menuju titik pasang tertinggi pada musim barat (Hasil Pemodelan, 2012).....	12
Gambar 10.	Sebaran angin permukaan m/det dari data Quikscat pada bulan Februari (Desember 1999 - Januari 2005). (Sumber: Qu et al., 2005)	13
Gambar 11.	Sebaran angin permukaan m/det dari data Quikscat pada bulan Agustus (Juli 1997 - Desember 2004). (Sumber: Qu et al., 2005)	13
Gambar 12.	Frekuensi kejadian tinggi gelombang di Perairan Laut Timor (Sumber: MetOcean Study INPEX Masela, 2012)	14
Gambar 13.	Sebaran tinggi gelombang signifikan rata-rata bulanan (Januari – Juni) yang diplot dari data satelit (Sumber: ECMWF, 2011).....	15
Gambar 14.	Sebaran tinggi gelombang signifikan rata-rata bulanan (Juli – Desember) yang diplot dari data satelit (Sumber: ECMWF, 2011).....	16

Gambar 15. Rata-rata anomali suhu dan salinitas bulanan pada lapisan kolom air 0-50m di basin laut Indo-Australia (Atmadipoera, et al., 2009).....	17
Gambar 16. Sebaran salinitas di Laut Banda, Laut Timor dan perairan laut sekitar (Wyrтки, 1961)	17
Gambar 17. Salinitas rata-rata bulanan di tiga lokasi (Laut Banda, Laut Arafura dan di Selatan Jawa (Sumber: CNOOC SES Ltd., 2009).....	18
Gambar 18. Sebaran melintang suhu di Teluk Saumlaki hasil dari survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012)	19
Gambar 19. Sebaran melintang salinitas di Teluk Saumlaki hasil dari survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012).....	19
Gambar 20. Profil suhu di Teluk Saumlaki dan Selaru hasil dari survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012)	20
Gambar 21. Profil salinitas di Teluk Saumlaki dan Selaru hasil dari survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012)	20
Gambar 22. Sebaran melintang suhu dari pantai timur Saumlaki ke lokasi Blok Masela hasil survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012).....	21
Gambar 23. Sebaran melintang salinitas dari pantai timur Saumlaki ke lokasi Blok Masela hasil survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012).....	22
Gambar 24. Profil suhu air laut di kelompok stasiun offshore hasil survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012)	22
Gambar 25. Profil salinitas air laut di kelompok stasiun offshore hasil survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012).....	23

Kondisi Oseanografi dan Model Hidro-Dinamika Perairan Sekitar Pulau Yamdena dan Pulau Selaru, Kabupaten Maluku Tenggara Barat

I Wayan Nurjaya¹, Heron Surbakti², dan Ari Gunawan W³

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan bagian dari penyusunan Data Studi AMDAL untuk Pengembangan Blok Masela yang dikerjasamakan dengan INPEX (Masela) Ltd. Hasil pengamatan dan pengukuran kondisi batimetri menunjukkan 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 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

1 PENDAHULUAN

INPEX Masela Ltd. berencana mengembangkan Blok Masela untuk produksi minyak dan gas sesuai kontrak kerjasama dengan Pemerintah Indonesia. Blok Masela terletak di Laut Arafura, berjarak 35.11 mil laut (65 km) dari daratan atau wilayah administrasi terdekat, yaitu Pulau Selaru Kabupaten Maluku Tenggara Barat, Provinsi Maluku.

Penelitian ini merupakan bagian dari penyusunan Data untuk Studi AMDAL yang merupakan langkah awal dalam rangka perlindungan lingkungan secara terus menerus di wilayah laut Blok Masela dan kawasan pesisir sekitarnya. Data lingkungan diperlukan tidak hanya sebagai kewajiban terhadap Pemerintah Indonesia, tetapi juga sebagai kepedulian aktif INPEX dalam perlindungan

¹ Dosen dan Peneliti Oseanografi Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, IPB.

² Dosen dan Peneliti Oseanografi, Universitas Sriwijaya

³ Peneliti Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Institut Pertanian Bogor

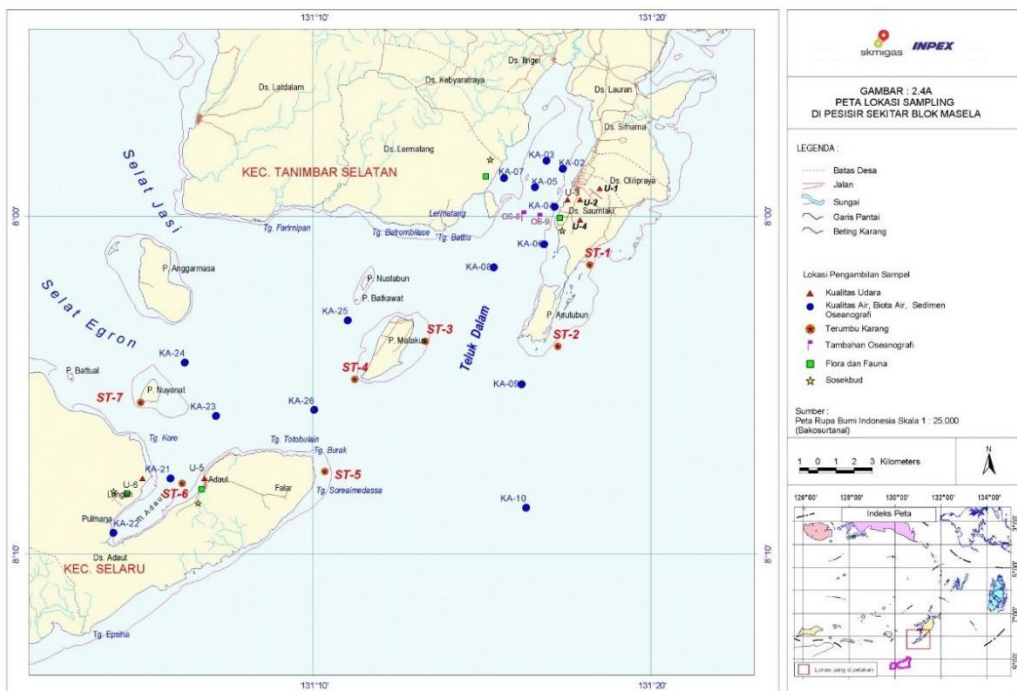
lingkungan. Data dan informasi yang disajikan akan digunakan oleh INPEX dalam pengambilan keputusan dalam penetapan kebijakan pengelolaan lingkungan di Blok Masela, khususnya dalam identifikasi daerah sensitif dan kaitannya dengan aktifitas migas.

2 TUJUAN STUDI

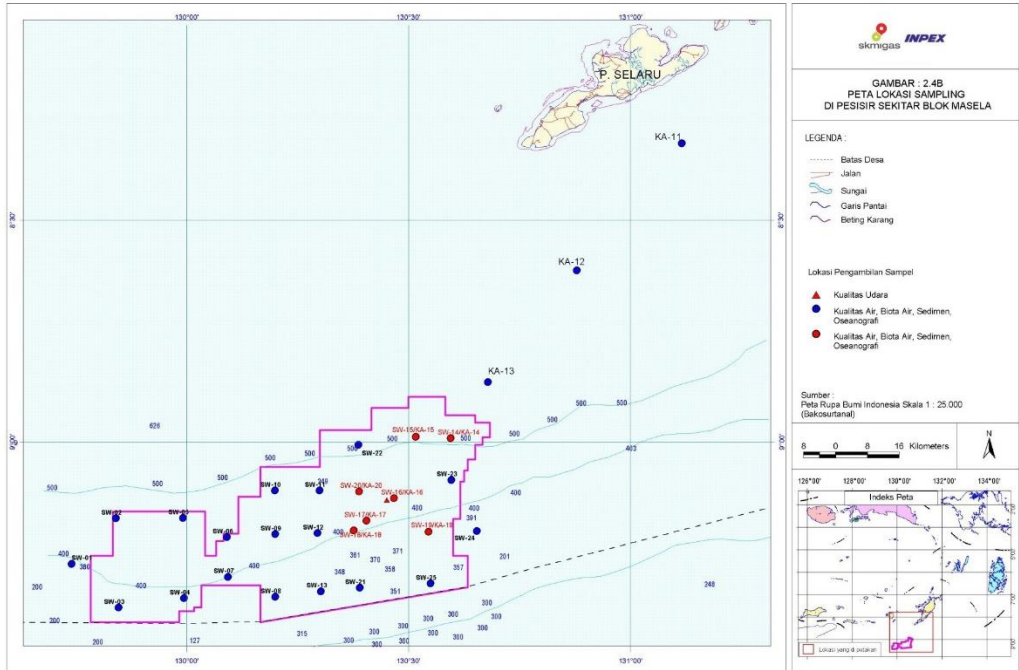
Tujuan dari dilakukannya studi ini adalah untuk melihat kondisi oseanografi dan model hidro-dinamika perairan sekitar Pulau Yamdena dan Pulau Selaru Kabupaten Maluku Tenggara Barat dan memberikan informasi bagi pengelolaan lingkungan dan masukan bagi proses pengambilan keputusan dalam pengelolaan lingkungan.

3 LOKASI STUDI

Secara spasial lokasi pengukuran parameter oseanografi dapat dilihat pada **Gambar 1** dan **Gambar 2** berikut ini.



Gambar 1. Peta Lokasi Sampling di Pesisir Sekitar Blok Masela (a)



Gambar 2. Peta Lokasi Sampling di Pesisir Sekitar Blok Masela (b)

4 METODE PENGUMPULAN DAN ANALISIS DATA

4.1 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, 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 1**).

Tabel 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 lepas di Selatan Selaru (hanya untuk April 2012)
SW-02	09° 10.92' 55.20"	129° 50.40' 24.00"	
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"	

4.2 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 :

4.2.1 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.

4.2.2 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.

4.2.3 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.

4.2.4 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.

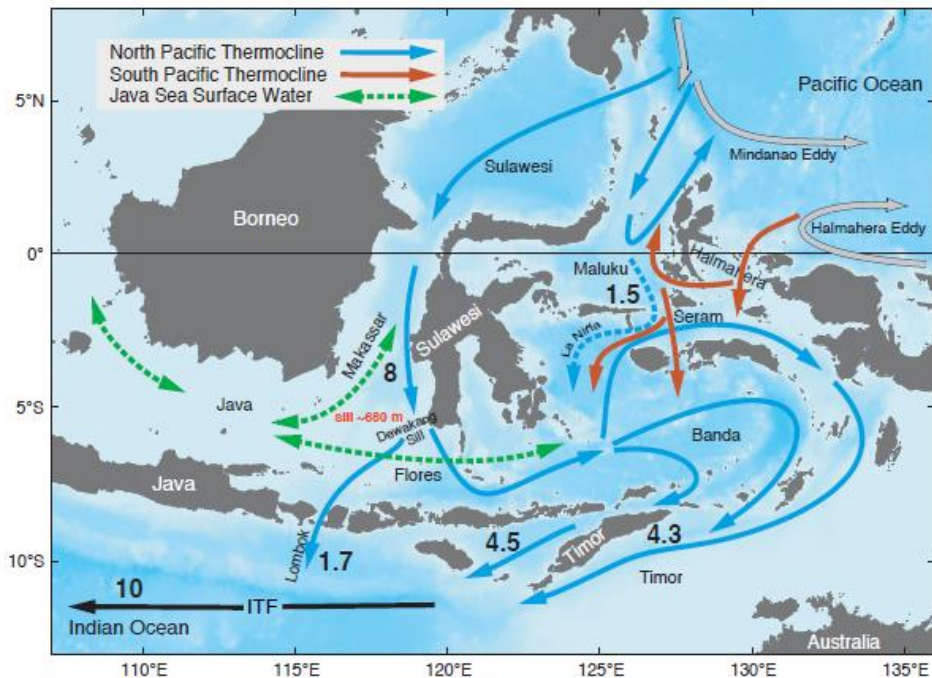
4.2.5 Suhu dan Salinitas

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. 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.

5 HASIL DAN PEMBAHASAN

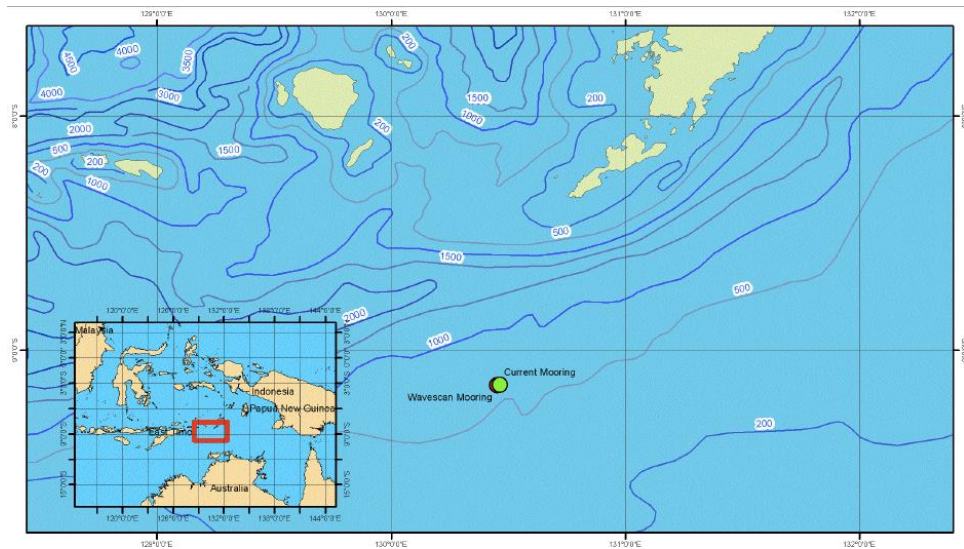
Laut Timor merupakan perairan laut yang terletak antara Benua Australia dan Pulau Timor. Perairan Laut Arafura dan Laut Banda berhubungan dengan Samudera Hindia melalui Laut Timor. Sejak dilakukan penelitian secara intensif melalui program ARLINDO (Arus Lintas Indonesia) atau ITF (*Indonesian Through 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**. 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. Indonesian Through Flow (ITF) yang bergerak dari Samudera Pasifik menuju ke Samudera Hindia (Sumber: Gordon, 2005)

5.1 Batimetri

Dasar Laut Timor merupakan daerah pertemuan lempeng Euroasia, Australia dan lempeng Pasifik sehingga kedalaman laut di lokasi tersebut cukup dalam ($>1,500$ m). Di sisi Australia kedalaman lautnya dangkal (<200 m). **Gambar 4** menunjukkan gambaran kedalaman laut yang dinyatakan dengan kontur kedalaman (isodepth) diberi angka-angka dalam unit m. 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 lapangan abadi berkisar antara 500-1,000 m.



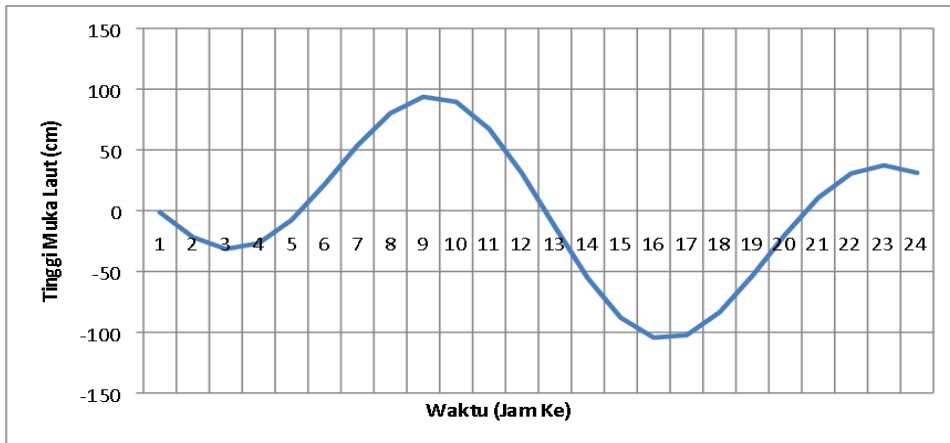
Gambar 4. Kondisi Batimetri di Sekitar Lokasi Lapangan Gas Abadi Blok Masela, Laut Arafura (Sumber: INPEX Masela, 2012)

5.2 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.

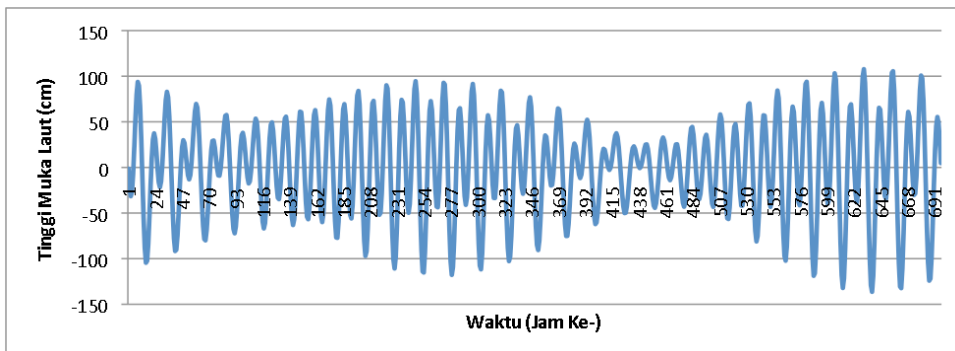
Data pasang surut di sekitar lokasi kegiatan diperoleh dari NAO Tide Jepang, karena Dinas Hidrooseanografi TNI-AL belum mempublikasikan kondisi pasang surut di sekitar Kepulauan Tanimbar. Secara visual bisa dilihat bahwa tipe pasang

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 5**).



Gambar 5. Fluktuasi Muka Laut di Selatan P. Saumlaki (Posisi geografis: 8o31,4' LS dan 131o17,6' BT) pada 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 6**).



Gambar 6. Fluktuasi muka laut di selatan P. Saumlaki (Posisi geografis: 8o31,4' LS dan 131o17,6' BT) pada 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 **Tabel 2** dan **Tabel 3**.

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).

Tabel 2. 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).

Tabel 3. 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 **Tabel 4**. 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.

Tabel 4. Kedudukan Muka Laut Terhadap Muka Laut Rata-rata (MSL) di Saumlaki dan Kore.

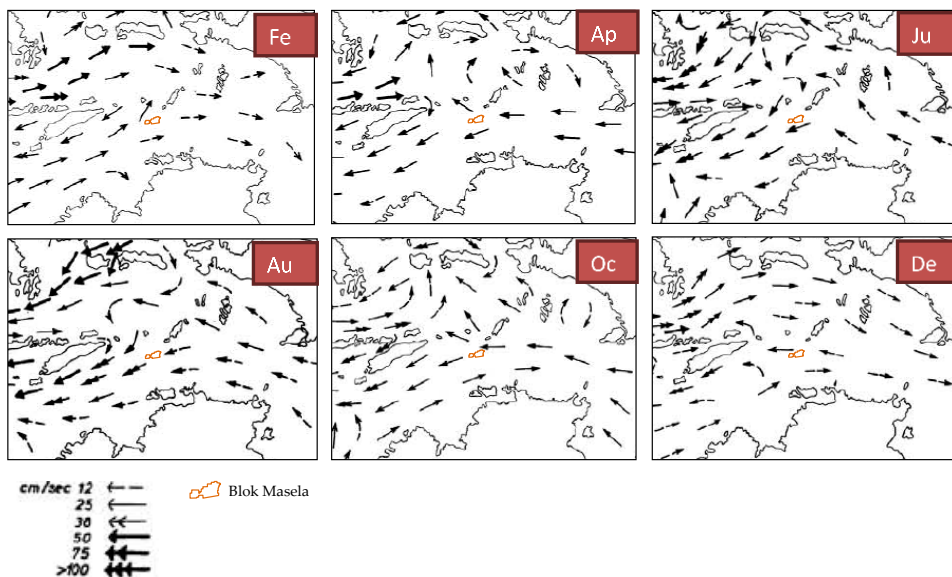
Tidal datum	Saumlaki (cm)	Kore (cm)
Highest High Water Level (HHWL)	130.22	129.67
Mean High Water Spring (MHWS)	103.68	103.21
Mean High Water Level (MHWL)	63.86	63.79
Mean Sea Level (MSL)	0.00	0.00
Mean Low Water Level (MLWL)	-62.51	-62.45
Mean Low Water Spring (MLWS)	-119.94	-119.74
Lowest Low Water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

Sumber: INPEX Masela, 2012

5.3 Arus Laut

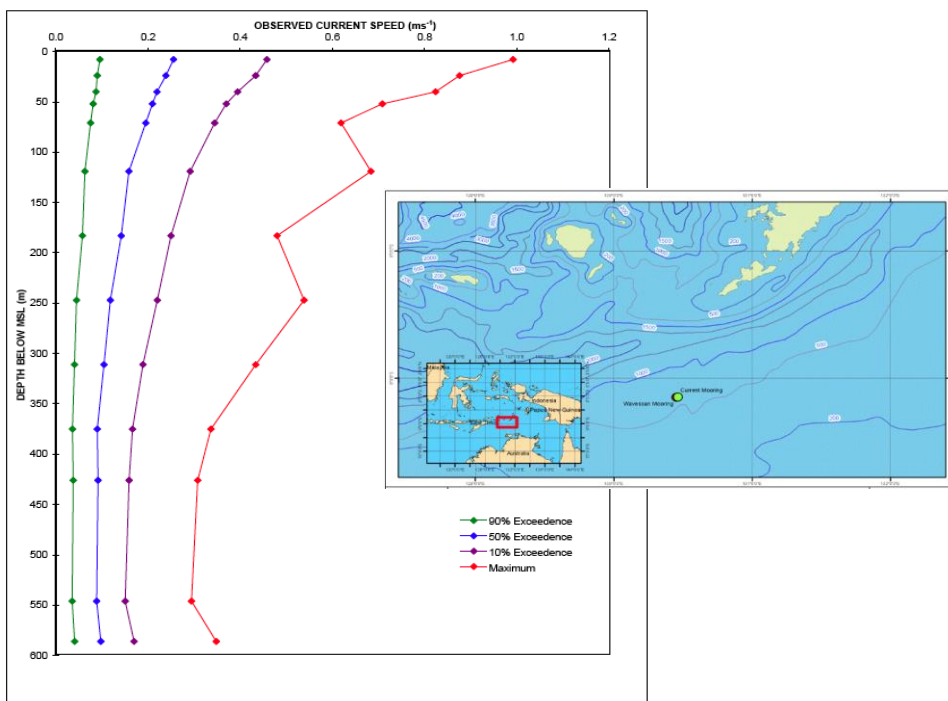
Arus atau perpindahan massa air pada suatu perairan/laut dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti angin, pasang surut, gradien tekanan atau gaya coriolis. Tipe perairan dan letak geografisnya mempengaruhi besarnya kontribusi masing-masing faktor terhadap kekuatan dan arah arus yang ditimbulkan. 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 7** 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 7. Pola umum arus permukaan di Perairan Laut Timor dan sekitarnya
(Sumber: Wyrтки, 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 8**. 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.

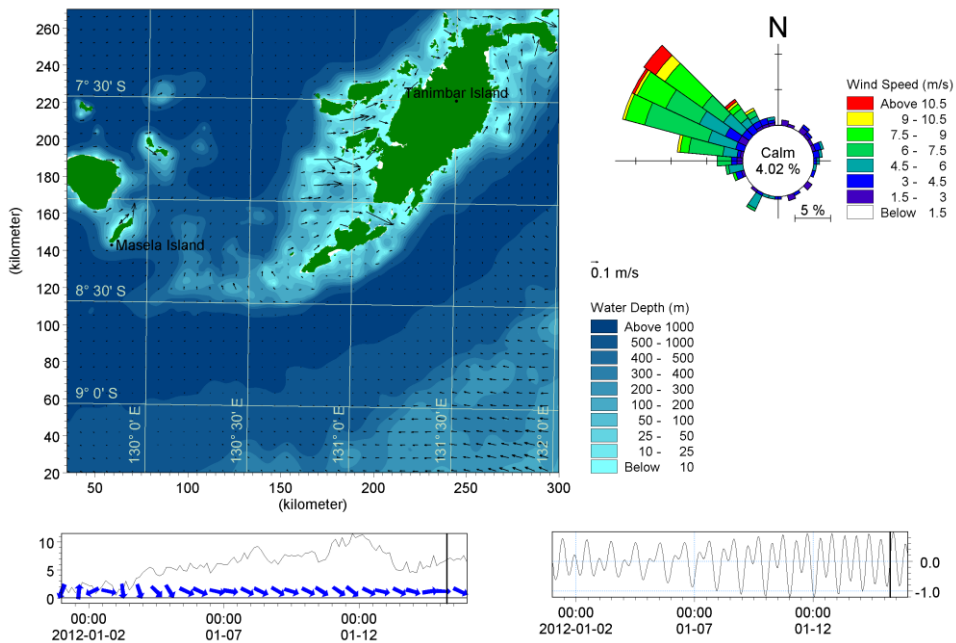


Gambar 8. Profil kecepatan Arus di Lokasi Blok Masela (INPEX Masela, 2007)

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. Berikut disajikan **Gambar 9** tentang salah satu model pola arus hasil simulasi pada saat muka laut di MSL menuju titik pasang tertinggi pada musim barat.

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.

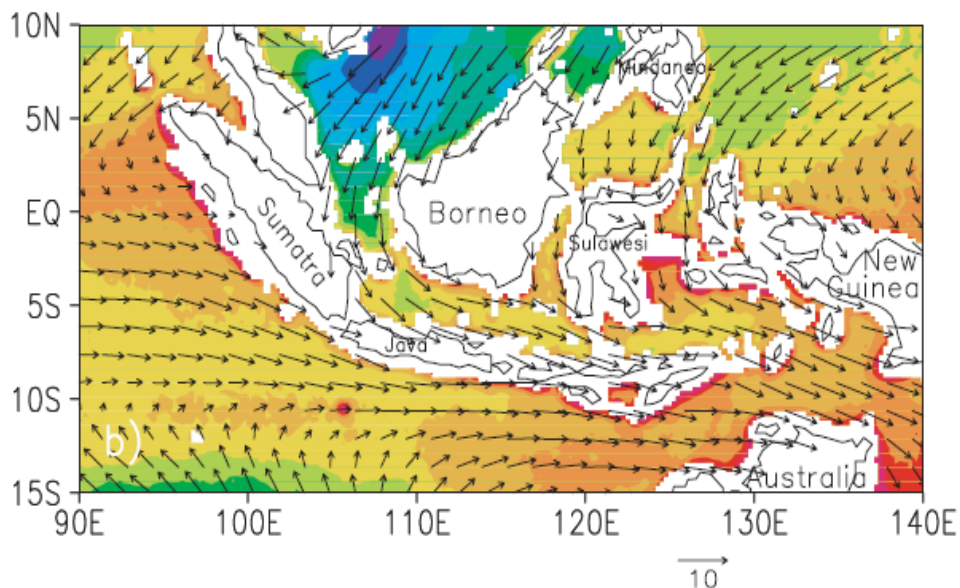


Gambar 9. Pola arus hasil simulasi pada saat muka laut di MSL menuju titik pasang tertinggi pada musim barat (Hasil Pemodelan, 2012)

5.4 Gelombang

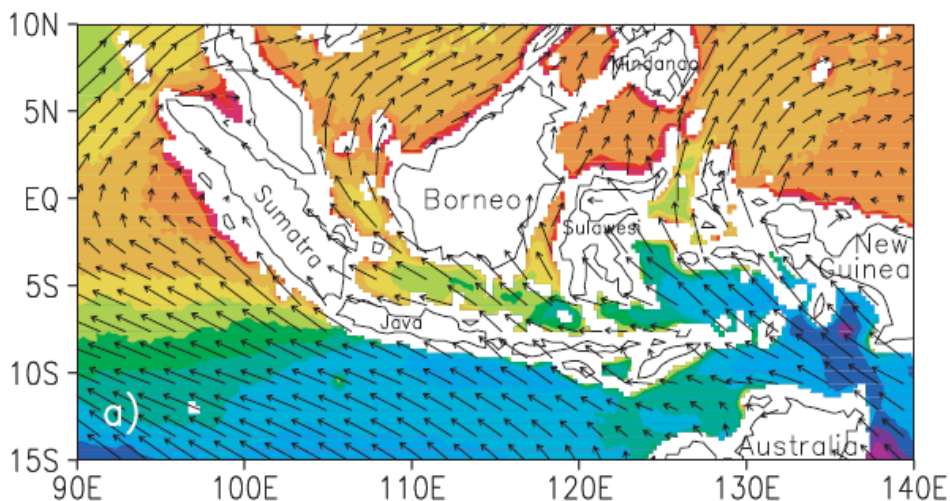
Gelombang permukaan di laut umumnya dibangkitkan oleh angin. Energi angin ditransfer ke permukaan laut melalui wind shear stress (τ), dimana wind shear stress ini merupakan fungsi dari kekasaran permukaan laut (C_d), densitas air laut (ρ) dan kuadrat dari kecepatan angin (U^2). Tinggi rendah gelombang 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 10** merupakan pola angin permukaan pada saat musim barat. Di perairan Laut Timor pada saat musim barat angin dominan bertiup dari arah barat laut.



Gambar 10. Sebaran angin permukaan m/det dari data Quikscat pada bulan Februari (Desember 1999 - Januari 2005). (Sumber: Qu et al., 2005)

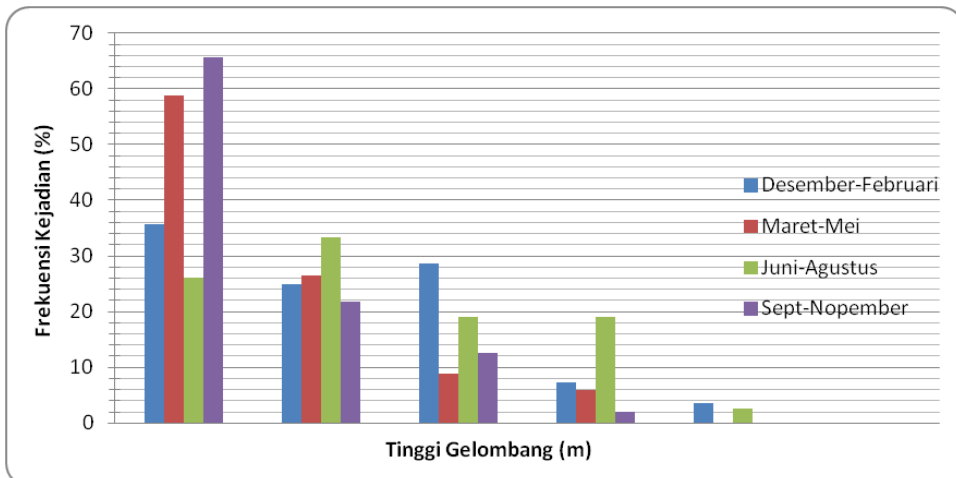
Musim timur di Indonesia yang terjadi pada bulan Juni-Juli dan Agustus berbeda hampir kondisi berbalik, artinya pada musim barat (Desember-Januari dan Februari) angin dominan dari arah timur laut sedangkan pada musim timur angin dominan bergerak dari tenggara (**Gambar 11**).



Gambar 11. Sebaran angin permukaan m/det dari data Quikscat pada bulan Agustus (Juli 1997 - 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.

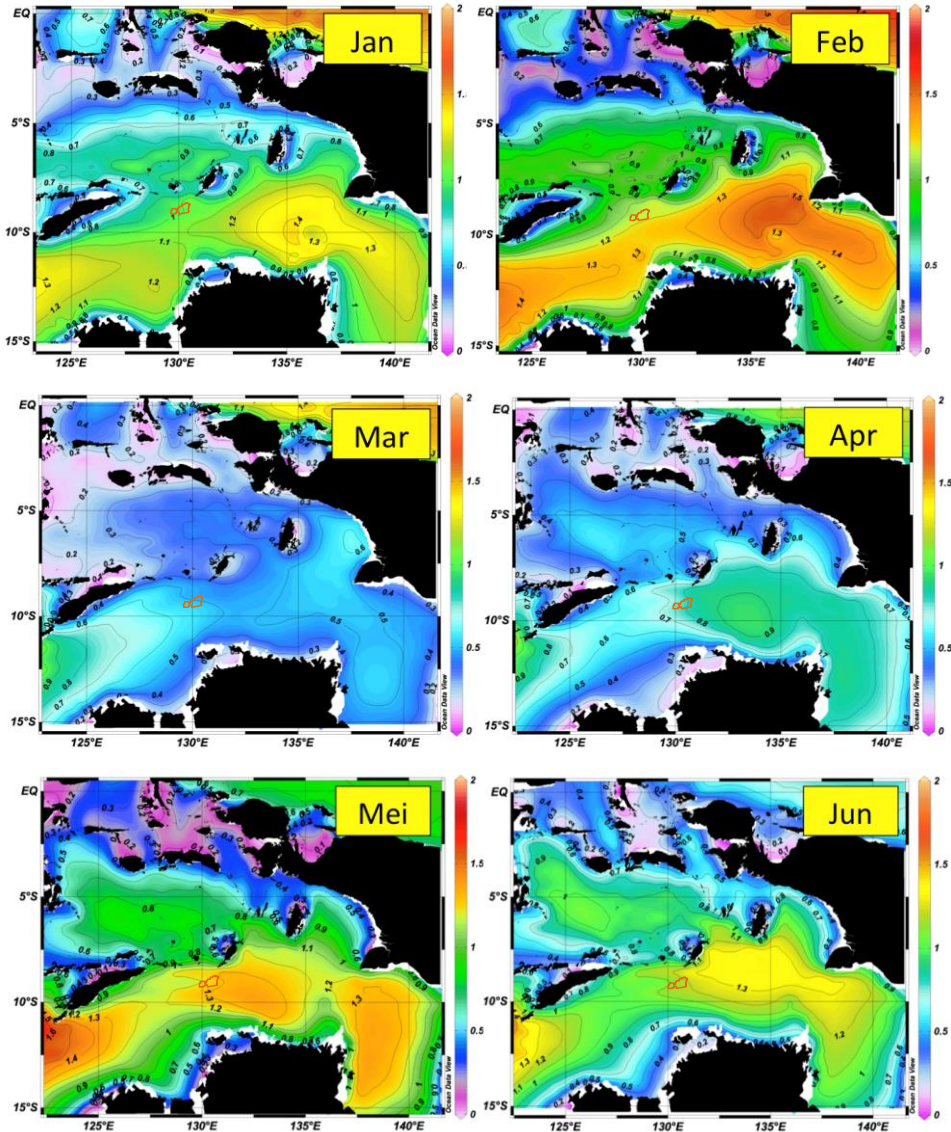
Kejadian gelombang dengan tinggi 0.6 m paling tinggi, pada bulan September-Nopember melebihi 60%, sedangkan pada bulan-bulan lainnya hanya mencapai <50%. Tinggi gelombang antara 3.0-3.6 m hanya terjadi pada bulan Desember-Februari dan Juni-Agustus dengan persentase yang sangat kecil (<10%). Secara detail kondisi tinggi gelombang dan presentase kejadiannya digambarkan pada **Gambar 12**.



Gambar 12. 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 13** dan **Gambar 14**. 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 Hinda. Kedua pusat daerah pembentukan gelombang tersebut ditandai dengan adanya nilai ketinggian gelombang signifikan yang relatif lebih tinggi dari ketinggian gelombang signifikan di daerah sekitarnya.

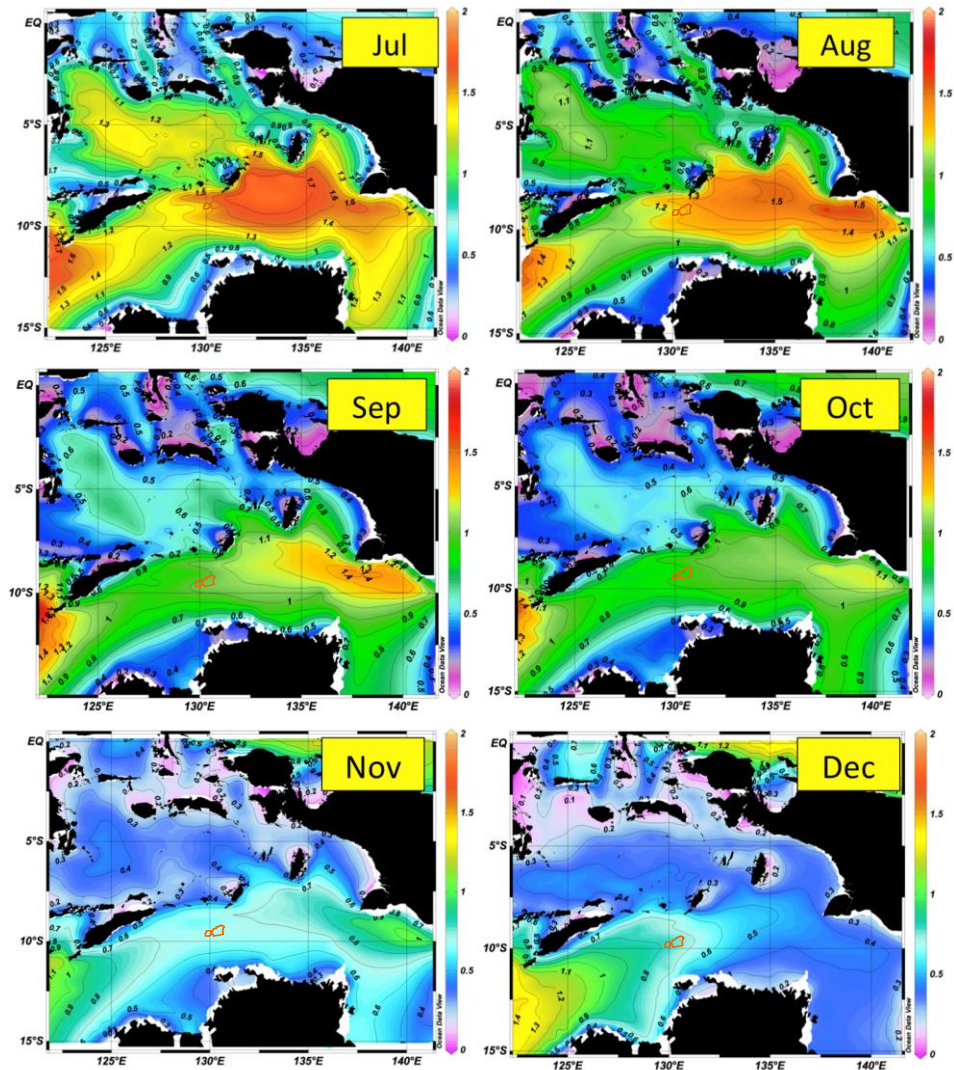


Keterangan:  Blok Masela

Gambar 13. Sebaran tinggi gelombang signifikan rata-rata bulanan (Januari – 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 Maret dan April (**Gambar 13**).

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 September, Oktober sampai dengan bulan November (**Gambar 14**).

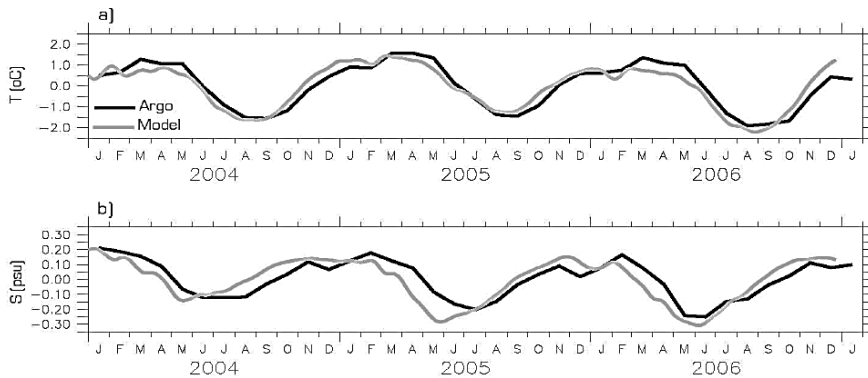


Keterangan:  Blok Masela

Gambar 14. Sebaran tinggi gelombang signifikan rata-rata bulanan (Juli – Desember) yang diplot dari data satelit (Sumber: ECMWF, 2011)

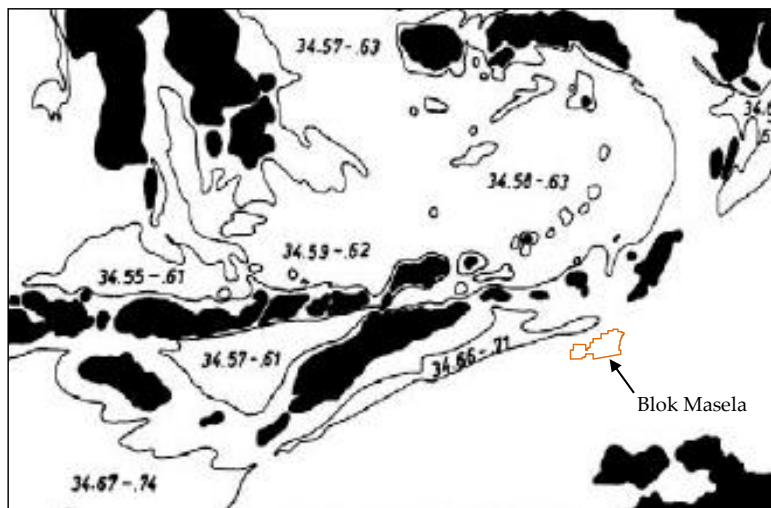
5.5 Suhu dan Salinitas

Hasil analisis suhu dan salinitas rata-rata bulanan dalam waktu yang agak panjang (2004-2006) oleh Atmadipoera et al., 2009 menunjukkan adanya fluktuasi (**Gambar 15**). 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.



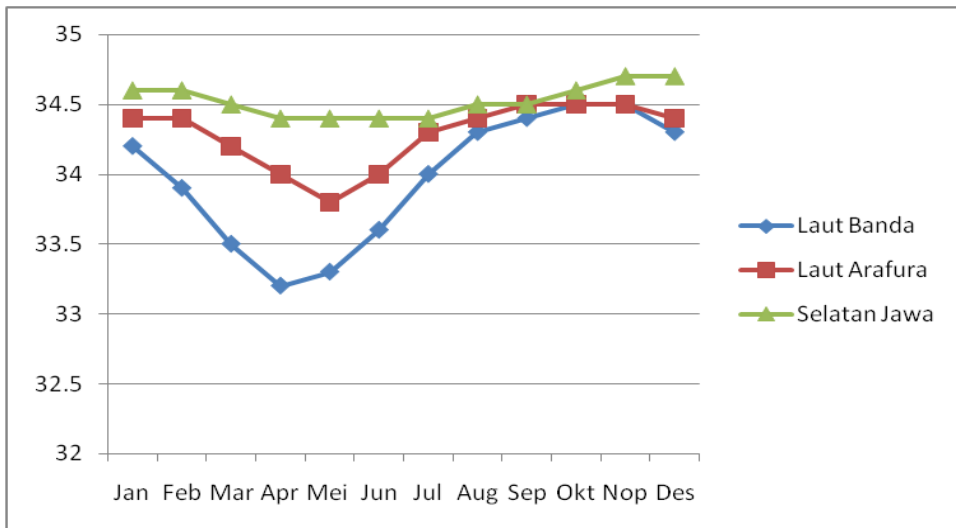
Gambar 15. Rata-rata anomali suhu dan salinitas bulanan pada lapisan kolom air 0-50m di basin laut Indo-Australia (Atmadipoera, et al., 2009).

Beberapa hasil penelitian oseanografi di sekitar lokasi kegiatan dilaporkan oleh para pakar oseanografi misalnya Wyrcki (1961). **Gambar 16** adalah sebaran salinitas permukaan di perairan Laut Timor. Kisaran salinitas permukaan di perairan Laut Timor adalah berkisar antara 34.66-34.67 ppt.



Gambar 16. Sebaran salinitas di Laut Banda, Laut Timor dan perairan laut sekitar (Wyrcki, 1961)

Fluktuasi salinitas rata-rata bulanan digambarkan pada **Gambar 17**, pada bulan April, Mei sampai awal Juni salinitas lebih rendah (33.4-34.4 ppt) dari bulan-bulan lainnya (34.25-34.75 ppt).

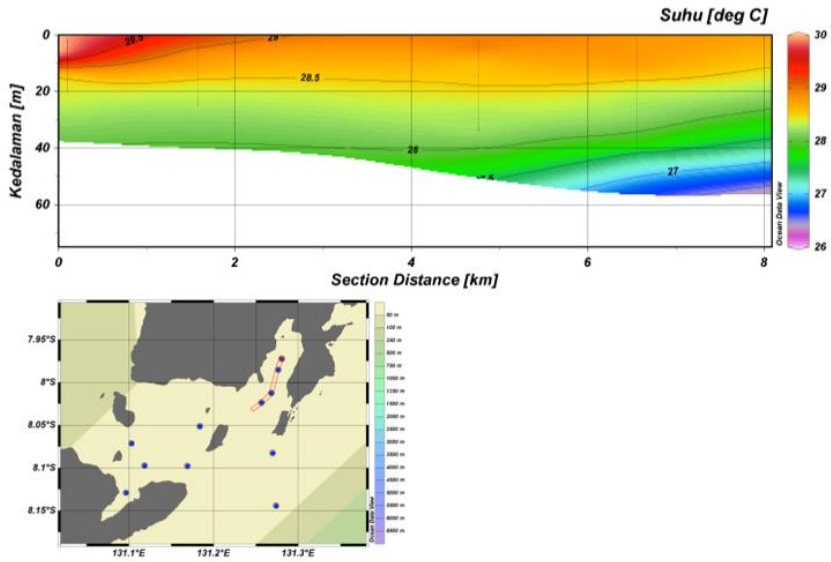


Gambar 17. Salinitas rata-rata bulanan di tiga lokasi (Laut Banda, Laut Arafura dan di Selatan Jawa (Sumber: CNOOC SES Ltd., 2009)

5.5.1 Suhu dan Salinitas di Perairan Pantai

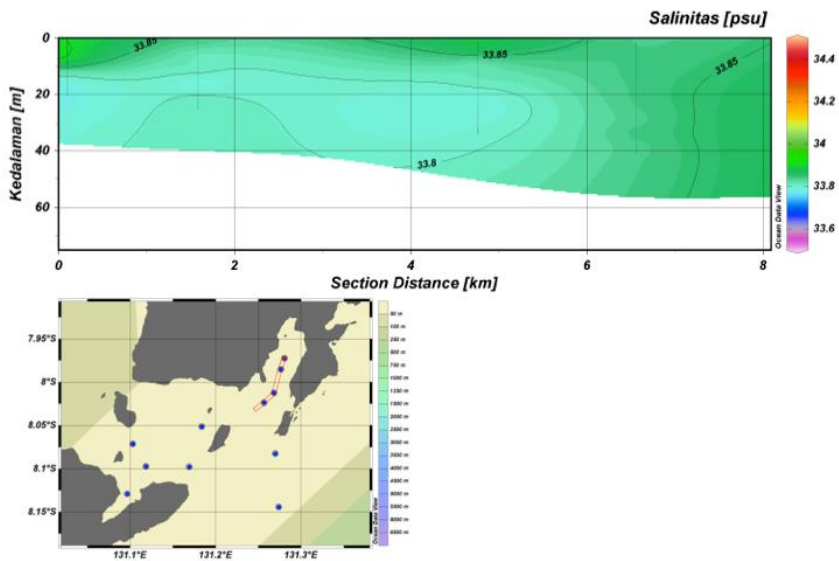
Hasil survei lapangan dengan menggunakan Kapal Riset Baruna Jaya 4 milik Republik Indonesia yang dikelola oleh BPPT dilakukan pengukuran parameter fisika air seperti suhu dan salinitas dengan alat CTD (Conductivity Temperature Depth). Hasil yang ditampilkan berupa hasil dari dua kali survei, pertama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

Pada **Gambar 18** sampai dengan **Gambar 20** 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 oC) 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 18**).

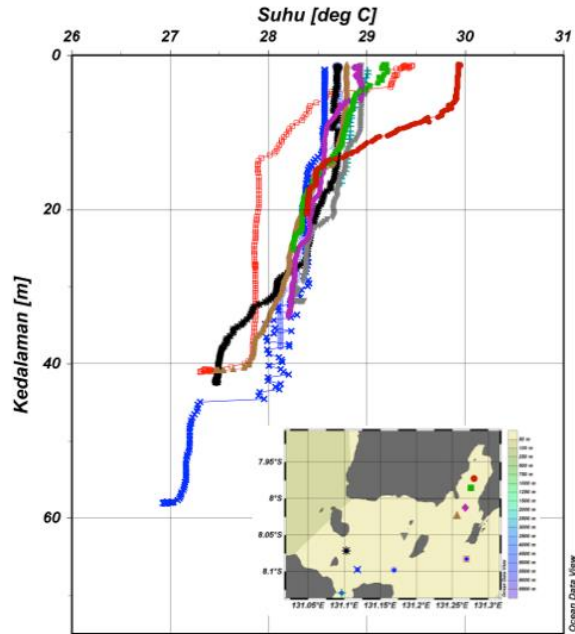


Gambar 18. Sebaran melintang suhu di Teluk Saumlaki hasil dari survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012)

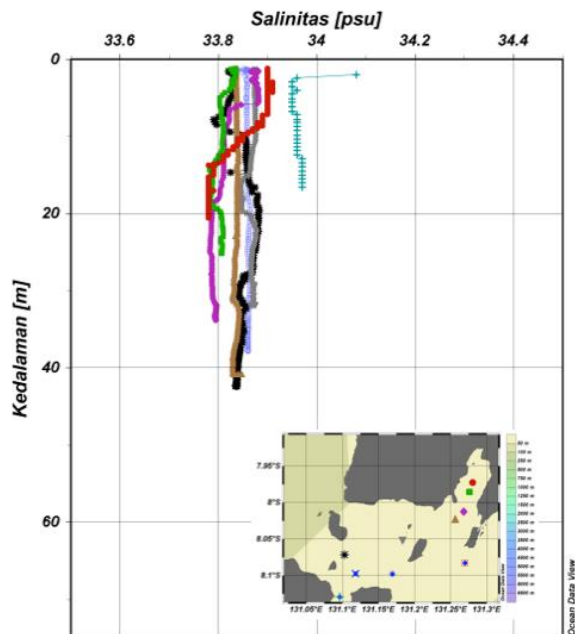
Nilai salinitas air laut di dalam Teluk Saumlaki tidak menunjukkan variasi yang besar, nilai kisarnya adalah 33.80-33.85 psu (**Gambar 19**). Hal yang sama juga terlihat pada gambar profil menegak suhu (**Gambar 20**) dan gambar profil salinitas (**Gambar 21**) di Teluk Saumlaki dan perairan depan Teluk Selaru.



Gambar 19. Sebaran melintang salinitas di Teluk Saumlaki hasil dari survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012)



Gambar 20. Profil suhu di Teluk Saumlaki dan Selaru hasil dari survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012)

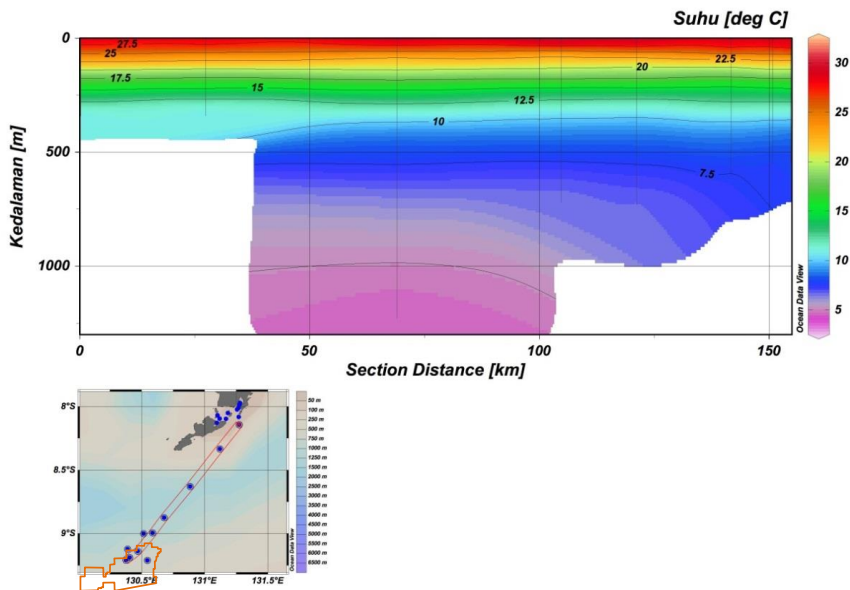


Gambar 21. Profil salinitas di Teluk Saumlaki dan Selaru hasil dari survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012)

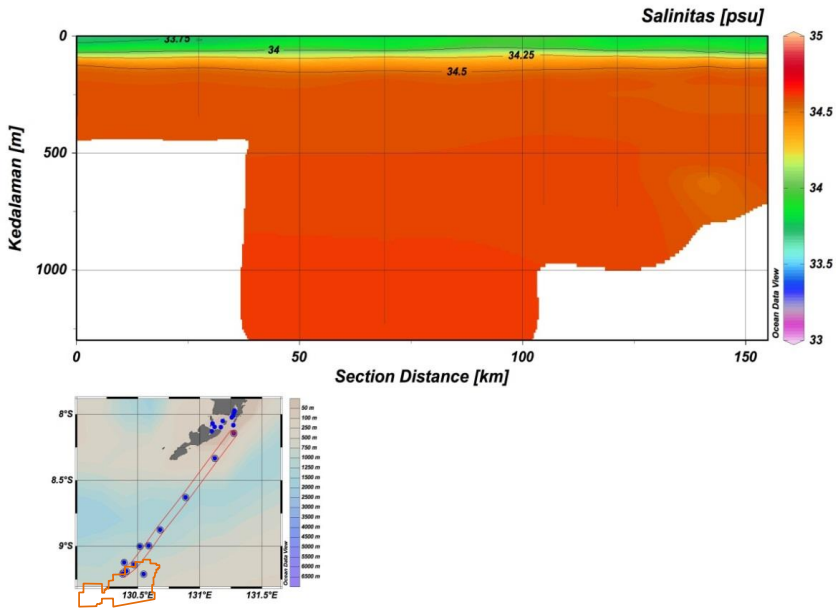
5.5.2 Suhu dan Salinitas di Perairan Lepas Pantai (*offshore*)

Metode yang sama juga dilakukan untuk stasiun-stasiun yang diukur di offshore pada survei pertama bulan November 2011 (**Gambar 22** dan **Gambar 25**) 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 22**).

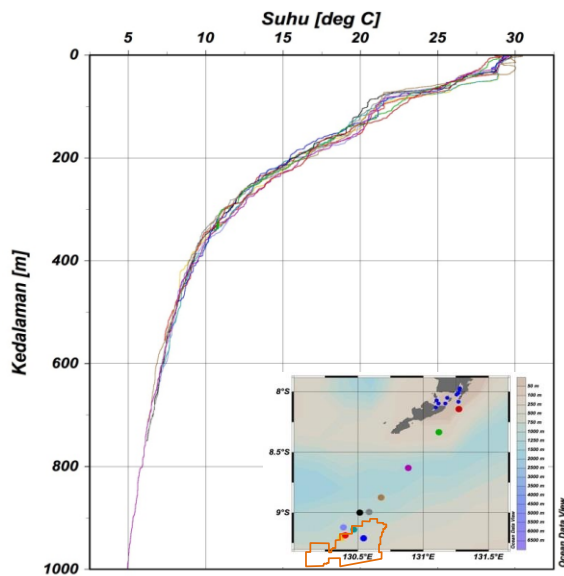
Nilai salinitas 33.75 psu sampai dengan salinitas 34 psu terlihat menempati kolom air di lapisan permukaan sampai kedalaman 50 m setelah itu perubahan salinitas yang tajam (lapisan halocline) terjadi pada lapisan kedalaman 50 m sampai 150 m. Penambahan salinitas secara perlahan terjadi setelah kedalaman > 200 m (**Gambar 23**).



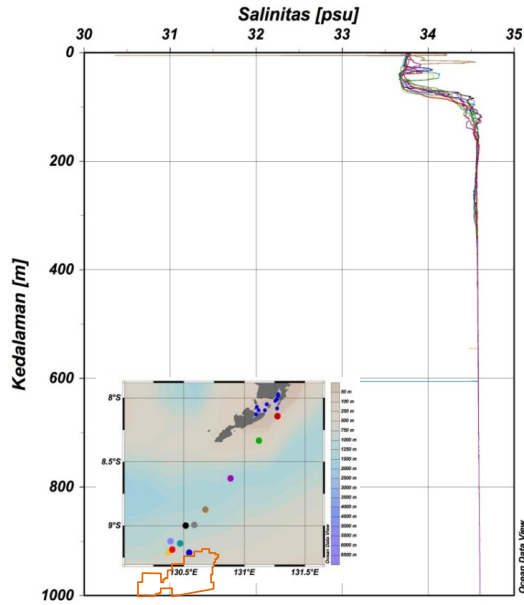
Gambar 22. Sebaran melintang suhu dari pantai timur Saumlaki ke lokasi Blok Masela hasil survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012)



Gambar 23. Sebaran melintang salinitas dari pantai timur Saumlaki ke lokasi Blok Masela hasil survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012)



Gambar 24. Profil suhu air laut di kelompok stasiun offshore hasil survei 1 (Sumber: INPEX Masela, 2012)



Gambar 25. Profil salinitas air laut di kelompok stasiun offshore hasil survei 1
(Sumber: INPEX Masela, 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.
- Wyrski. 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/srtml> : Shuttle Radar Topography Mission.
- <http://www.ecmwf.int/> : The European Centre for Medium Range Weather Forecasts..