

Studi Pendahuluan Kondisi Oseanografi Fisik pada Musim Barat di Perairan Pantai Timur Kalimantan antara Balikpapan dan Delta Mahakam

Preliminary Study of Physical Oceanography Condition of East Coast of Kalimantan located between Balikpapan and Mahakam Delta

I Wayan Nurjaya*
Heron Surbakti**

Bagian Oseanografi, Dept. ITK-FPIK IPB, i.wayan.nurjaya@ipb.ac.id*
Program Studi Ilmu Kelautan, FMIPA, UNSRI**

ABSTRAK

Studi oseanografi di perairan sisi timur Selat Makasar terutama pada bagian yang dalam telah banyak dilakukan (Meyers *et al.*, 1995; Meyer, 1996; Susanto and Gordon 2005). Sedangkan pada sisi barat selat yang dangkal belum banyak dilakukan, padahal di daerah ini banyak kegiatan eksplorasi dan eksploitasi migas, misalnya Total dan Chevron. Untuk mengetahui struktur suhu, salinitas, densitas dan kekeruhan serta pola arus di pantai timur Kalimantan antara Balikpapan dan Delta Mahakam dilakukan penelitian pada bulan Desember 2007. Pengukuran terhadap beberapa parameter dilakukan dengan alat *Conductivity Temperature Depth* di sembilan titik, pengukuran fluktuasi paras laut dan arus juga dilakukan selama 2 hari 2 malam pada satu titik mooring. Untuk mengetahui pola arus dilakukan prediksi dengan menggunakan model hidrodinamika yang tersedia pada perangkat lunak SMS BOSS Ver. 8.1. Secara umum terlihat ada stratifikasi menegak terhadap suhu, salinitas dan densitas baik tegak lurus pantai maupun sejajar pantai. Untuk kekeruhan pola sebarannya berbeda dengan suhu, salinitas dan densitas. Hasil simulasi pada saat musim barat menghasilkan kecepatan arus maksimum akibat pengaruh pasang surut mencapai 38.6 cm/s menjauhi garis pantai, sedangkan dengan memasukkan pengaruh angin (kecepatan 2.1 m/s dan arah 174 ° (dari Selatan)) kecepatan arus maksimum diperoleh sebesar 37.8 cm/s menuju ke selatan.

Kata Kunci: Stratifikasi, CTD, dan Model hidrodinamika

ABSTRACT

Several oceanography studies were conducted at the deeper part of Makasar Strait near to the Makasar Island (Meyers *et al.*, 1995; Meyer, 1996; Susanto and Gordon 2005). On the other hand, little oceanography studies were conducted near the East Coast of Kalimantan. In this region was also found several oil and gases exploration and exploitation such as Total EP, Chevron Oil Companies. To study the temperature, salinity, density and transparency structures, CTD measurements were conducted at 9 stations in December 2007. Tidal and current were also measured during 2 days and 2 nights at one mooring point. The coastal circulation patterns were predicted by using 2-D hydrodynamics model from SMS 8.1. Result showed, in general, temperature, salinity, and density vertical stratification were observed either cross shore line or parallel to nodel results showed that maximum current speed due to tide effect was 38.6 cm/s with the direction away from the coast. When wind level, maximum speed was 37.8 cm/s southward.



ion, CTD and Hydrodynamic Model

Optimized using
trial version
www.balesio.com

Studi Pendahuluan Kondisi Oseanografi Fisik pada Musim Barat di Perairan
Pantai Timur Kalimantan antara Balikpapan dan Delta Mahakam

PENDAHULUAN

Selat Makasar merupakan merupakan perairan yang menghubungkan Laut Sulawesi di mulut selat bagian utara dan perairan Laut Jawa di mulut selat bagian selatan. Perairan ini juga memisahkan dua pulau besar dari 5 pulau besar yang ada di Indonesia, yakni Pulau Kalimantan di sisi barat dan Pulau Sulawesi di sisi timur. Secara umum kondisi batimetri secara melintang dari Selat Makasar dapat dibagi menjadi dua bagian: bagian pertama selat yang dalam terdapat lebih dekat ke daratan Pulau Sulawesi (>2000 m), sedangkan bagian kedua adalah berupa perairan dangkal (<200 m) yang terdapat di sisi barat selat lebih dekat ke daratan pantai timur Pulau Kalimantan (Gambar 1).

Fungsi Selat Makasar sangat penting disamping sebagai media transportasi laut, juga dikenal sebagai salah satu alur dimana massa air laut mengalir dari Samudera Pasifik ke Samudera Hindia, dalam hal ini lebih dikenal dengan ARLINDO (Arus Lintas Indonesia) atau *Indonesian throughflow*. Berkaitan dengan Arlindo tadi banyak sekali penelitian yang telah dilakukan di Selat Makasar dengan berbagai tujuan, misalnya: lintasan massa air antara antar Hind and l



in Samudera
sia (Gordon
massa air di

Selat Makasar, prakiraan awal berdasarkan hasil studi ARLINDO (Gordon and Susanto, 1999), arus lintas Indonesia di Selat Makasar (Gordon, Susanto and Ffield, 1999), dan variabilitas suhu air laut di Selat Makasar (Ffield *et al.*, 2000).

Sampai saat ini hampir sebagian besar kegiatan penelitian tersebut dilakukan di perairan dalam seperti di Jeluk Labani yang memiliki kedalaman 2000 m dan lebar 45 km, dan jarang sekali dilakukan kegiatan penelitian di perairan dangkal yang berda di dekat pantai timur Kalimantan. Padahal di sekitar perairan pesisir timur Pulau Kalimantan banyak terdapat kegiatan eksplorasi dan eksploitasi migas serta kegiatan perikanan. Oleh karena itu, di dalam paper ini akan dibahas tentang kondisi oseanografi perairan pantai timur Kalimantan terutama daerah perairan pantai yang berada antara Teluk Balikpapan dan sebelah selatan Delta Mahakam.

Data yang digunakan dalam paper ini adalah hasil pengukuran parameter oseanografi selama survei lapang dan data sekunder yang dikumpulkan dari berbagai sumber. Kedua data tersebut dipakai sebagai input model hidrodinamika dan hasilnya baik dari data pengukuran di lapangan dan model dibahas dalam paper ini.

Penelitian ini bertujuan untuk

mengetahui kondisi fisik oseanografi perairan pantai timur Kalimantan, terutama antara Delta Mahakam dan Teluk Balikpapan

19 Desember 2007. Lokasi pengukuran parameter oseanografi dapat dilihat pada Gambar 1.

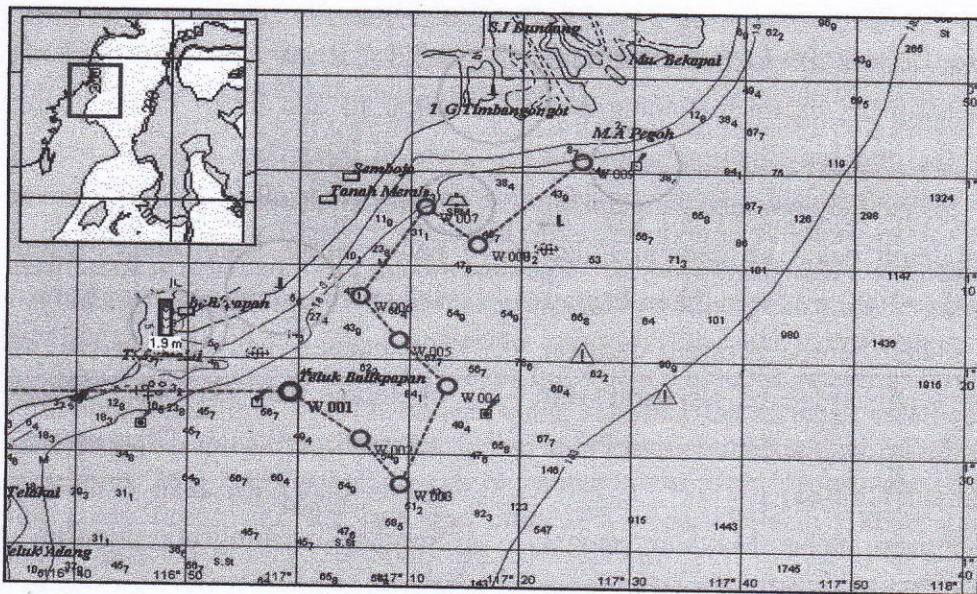
METODE

1. Waktu dan Lokasi

Kegiatan pengambilan data lapangan dilaksanakan pada tanggal 14 –


2. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini ditabulasikan pada Tabel 1.



Gambar 1. Lokasi dan titik sampling pengukuran CTD (ditandai dengan lingkaran merah) di perairan pantai timur Kalimantan antara Teluk Balikpapan dan Delta Mahakam (CMap 2005).

Tabel 1. Daftar peralatan yang digunakan dalam penelitian oseanografi di pantai timur Kalimantan antara Teluk Balikpapan dan pantai selatan Delta Mahakam.

Jenis Alat	Kegunaan
<p>- GPS (<i>Global Positioning System</i>) Tidal Gauge</p>  <p>Temperature,</p>	<ul style="list-style-type: none"> - penentuan posisi sampling - untuk pengukuran pasang surut - menentukan arah dan kecepatan arus - untuk pengukuran salinitas, temperatur per kedalaman. - untuk pengukuran kecepatan dan arah angin

Optimized using trial version www.balesio.com

3. Metode Pengumpulan Data

a. Pengukuran Pasang Surut

Pengukuran pasang surut dilakukan dengan menggunakan *tidal gauge* SBE (*Sea bird Electronic*). Data hasil pengukuran ketinggian permukaan air diset dengan interval perekaman setiap 10 menit. Lama pengukuran dilakukan selama 48 jam. Pemasangan alat dilakukan dari jam 13.00 tanggal 15 Desember 2007 hingga jam 13.00 tanggal 17 Desember 2007. Lokasi pemasangan alat dilakukan di Platform Bekapai ($0^{\circ} 59.9' \text{ LS}$ dan $117^{\circ} 29.957' \text{ BT}$). Data hasil perekaman ditransfer ke komputer untuk memperoleh ketinggian permukaan air.

b. Pengukuran Arus

Pengukuran arus dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran tentang kondisi gerakan massa air di lapangan serta untuk verifikasi perhitungan arus dari model hidrodinamika. Sama halnya dengan pengukuran pasang surut, pengukuran arus juga dilakukan dengan sistem mooring menggunakan current meter tipe AICM. Data hasil pengukuran arus diatur dengan interval perekaman setiap 10 menit. Lama pengukuran dilakukan selama 48 jam. Pemasangan alat dilakukan dari jam 13.00 tanggal 15 Desember 2007 hingga jam 13.00 tanggal 17 Desember 2007. Lokasi pemasangan alat dilakukan di



Optimized using
trial version
www.balesio.com

Platform Bekapai ($0^{\circ} 59.9' \text{ LS}$ dan $117^{\circ} 29.957' \text{ BT}$).

c. Pengukuran Salinitas, Temperatur per kedalaman

Pengukuran salinitas, temperatur pada setiap kedalaman dilakukan dengan menggunakan CTD. CTD diturunkan ke kolom perairan dengan menggunakan winch secara perlahan hingga dasar kemudian ditarik kembali ke permukaan. CTD memiliki tiga sensor utama, yakni sensor tekanan, sensor temperatur, dan sensor untuk mengetahui daya hantar listrik air laut (salinitas). Pengukuran tekanan pada CTD menggunakan *strain gauge pressure monitor* atau *quartz crystal*. Tekanan akan dicatat dalam desibar kemudian tekanan dikonversi menjadi kedalaman dalam meter. Sensor suhu yang terdapat pada CTD menggunakan thermistor, termometer platinum atau kombinasi keduanya. Sel induktif yang terdapat dalam CTD digunakan sebagai sensor salinitas. Pengukuran data tercatat dalam bentuk data digital. Data tersebut tersimpan dalam CTD dan ditransfer ke komputer setelah CTD diangkat dari perairan atau transfer data dapat dilakukan secara kontinu selama perangkat perantara (*interface*) dari CTD ke komputer tersambung.

Pengukuran data salinitas dan suhu per kedalaman diukur di 9 titik sampling (Gambar 1).

4. Analisis Data

Data berupa suhu, salinitas, densitas air laut (σ_t) dan transparansi yang telah diperoleh kemudian disajikan dalam bentuk sebaran melintang dengan software ODV (*Ocean Data View*) dan Microsoft Excel. Dari hasil tersebut dapat dianalisis kondisi sebaran masing-masing parameter pada lokasi penelitian.

Pada penelitian ini juga dicoba membuat simulasi pola arus 2D dengan menggunakan SMS (*Surface Water Modelling System*) Versi 8.1. Simulasi dilakukan dengan melihat pola arus yang dibangkitkan pasang surut serta dengan melihat kondisi tanpa pengaruh serta dengan pengaruh angin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

SUHU

Suhu permukaan berkisar antara 28.9 – 29°C, dimana suhu permukaan daerah pantai cenderung lebih hangat dibandingkan dengan suhu permukaan di daerah laut.

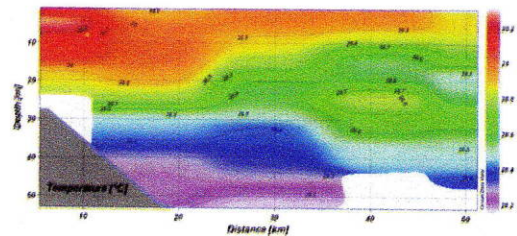
Garis isotherm 29°C terlihat membentuk lidah yang memanjang ke arah laut hingga kedalaman 16 m, mengindikasikan adanya massa air dari daerah pantai yang cenderung hangat bergerak ke arah laut hingga kedalaman



Namun mulai pada n terlihat adanya garis yang bergerak dari arah

laut menuju pantai. Kondisi ini mengakibatkan peninggkatan slope garis isotherm hingga kedalaman 12 m serta penurunan slope isotherm dari kedalaman 35 m dari daerah pantai menuju laut (**Gambar 2**).

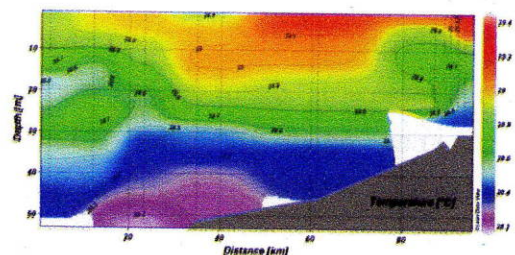
Gambaran tersebut diatas menunjukkan adanya stratifikasi massa air



Gambar 2. Sebaran melintang suhu dari pantai ke laut

yang masuk dari daratan (melalui sungai) berada pada lapisan permukaan sedangkan massa air bersalinitas lebih tinggi yang berasal dari laut berada pada lapisan lebih dalam.

Berdasarkan sebaran melintang suhu dari selatan ke utara (**Gambar 3**), kondisi suhu permukaan bagian utara

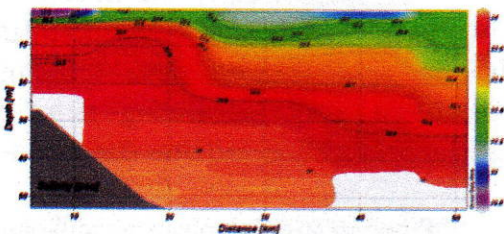


Gambar 3. Sebaran melintang sejajar pantai dari selatan ke utara

cenderung lebih hangat dibandingkan dengan bagian selatan lokasi penelitian. Pada garis isotherm 29 °C, terlihat indikasi bahwa massa air yang lebih hangat berasal dari utara menuju selatan hingga kedalaman 15 m. Hal ini sesuai dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa karakter transpor massa air di Selat Makassar sepanjang tahun selalu mengalir ke selatan dengan intensitas volume yang bervariasi akibat dari perbedaan tinggi paras laut antara barat Pasifik dan timur laut Samudera Hindia.

SALINITAS

Pada gambar sebaran melintang salinitas dari pantai ke laut, nilai salinitas berkisaran antara 32.75 – 34.03 psu (Gambar 4). Pada lapisan permukaan, massa air yang memiliki salinitas lebih rendah terukur pada stasiun 1, 4 dan 3. Sedangkan pada stasiun 2 nilai salinitas cenderung lebih tinggi.



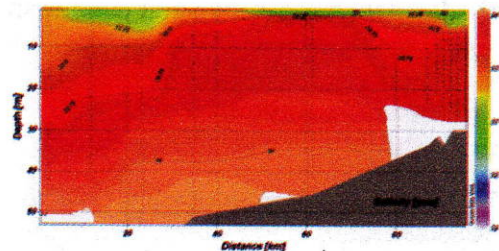
Gambar 4. Sebaran melintang salinitas dari pantai ke laut



nan pengaruh arus
i ke arah tenggara

(Gambar 10 dan Gambar 11) menyebabkan massa air dengan salinitas lebih rendah bergerak sampai ke stasiun 4 sehingga nilai salinitas pada stasiun ini cenderung lebih rendah dibandingkan dengan salinitas sekitarnya. Akibat kondisi tersebut maka terjadi penumpukan massa air dengan salinitas lebih tinggi pada stasiun 2. Hal ini juga ditunjukkan dengan menanjaknya lereng garis *isohalin* dari stasiun 1 ke 2 serta dari stasiun 3 ke stasiun 2.

Pada gambar sebaran salinitas secara melintang dari selatan ke utara (Gambar 5), nilai salinitas permukaan pada daerah bagian selatan cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan salinitas bagian utara.



Gambar 5. Sebaran melintang salinitas dari selatan ke utara

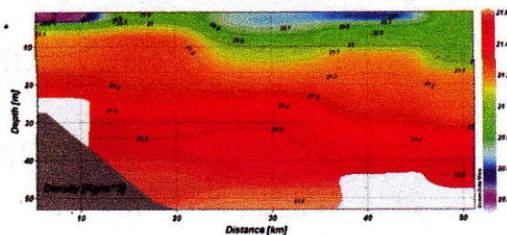
Aliran massa air yang memiliki salinitas lebih rendah dari Teluk Balikpapan di bagian Selatan serta Muara Bekapai di bagian Utara mengakibatkan terdapat lereng *isohalin* yang cenderung menanjak baik dari selatan maupun dari utara di bagian tengah sebaran melintang.

Optimized using
trial version
www.balesio.com

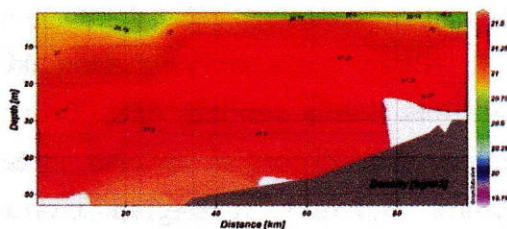
DENSITAS

Densitas perairan yang dalam hal ini digambarkan melalui sebaran nilai sigma-t sangat dipengaruhi oleh suhu, salinitas, tekanan (kedalaman perairan) dan proses-proses pencampuran massa air yang terjadi pada kolom perairan tersebut.

Profil sigma-t memiliki pola sebaran yang hampir sama dengan pola salinitas baik untuk sebaran melintang dari pantai ke laut maupun dari selatan ke utara terutama pada lapisan permukaan (**Gambar 6 dan 7**). Namun profil tersebut akan mengikuti profil suhu pada kedalaman lebih dari 30m. Hal ini menunjukkan bahwa salinitas memiliki pengaruh yang dominan terhadap densitas pada lapisan permukaan sedangkan pada lapisan lebih dalam dari 30m suhu cenderung lebih dominan terhadap densitas pada daerah penelitian



Gambar 6. Sebaran melintang densitas dari pantai ke laut



Gambar 7. Sebaran melintang densitas dari selatan ke utara

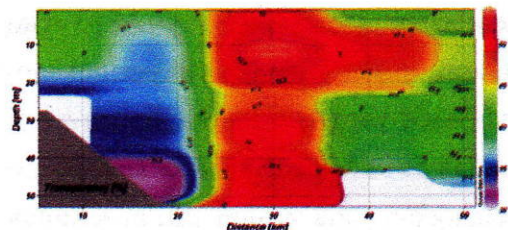


a-t di lapisan permukaan ri pantai ke laut berkisar 0.9 Kg/m³. Pada garis terdapat masukan dari

stasiun 1 menuju stasiun 2, sedangkan pada stasiun 3 dan 4 terlihat membentuk *core* hingga kedalaman 8m, hal ini mengindikasikan bahwa terdapat dua karakteristik massa air yang sama-sama menuju ke stasiun 2. Dengan melihat pola arus hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa massa air yang berada pada stasiun 3 dan 4 merupakan massa air yang dibawa dari Teluk Balikpapan, yang memiliki sigma-t lebih rendah menuju stasiun 2 yang memiliki sigma-t lebih tinggi.

TRANSPARANSI

Pada sebaran melintang tranparansi dari pantai ke laut (**Gambar 8**), karakteristik pertemuan massa air di stasiun 2 dapat dilihat dengan jelas. Dimana nilai tranparansi pada lokasi ini cenderung lebih rendah dibandingkan dengan lokasi sekitarnya.

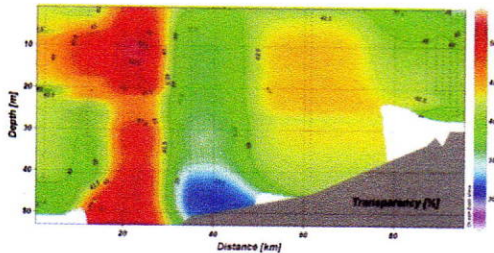


Gambar 8. Sebaran melintang tranparansi dari pantai ke laut

Pada kedalaman 5 m terlihat dengan jelas bahwa pola sebaran tranparansi akan berbanding terbalik dengan pola sebaran salinitas dan sigma-t.

Transparansi di lapisan permukaan dari selatan ke utara berkisar antara 35 – 47.5 % (**Gambar 9**), dimana lapisan bagian utara memiliki nilai tranparansi yang lebih rendah dibandingkan dengan daerah di bagian selatan. Hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh

banyaknya aktivitas di sekitar Muara Bekapai yang akan menurunkan nilai transparansi di daerah tersebut, sedangkan di bagian selatan nilai transparansi ini cenderung dipengaruhi oleh masukan dari Teluk Balikpapan.



Gambar 9. Sebaran melintang transparansi dari selatan ke utara

POLAARUS

Dari hasil mooring pengukuran arus dilapangan diperoleh kecepatan rata-rata arus adalah 5.3 cm/s, dengan kecepatan maksimum sebesar 60.6 cm/s.

Pada penelitian ini juga dilakukan simulasi model pola arus untuk melihat pola arus selama 15 hari di lokasi penelitian. Sebagai data input untuk model adalah batimetri, angin dan pasut.

Dari hasil simulasi pola arus pada saat musim Barat kecepatan arus maksimum akibat pengaruh pasang surut dapat mencapai 38.6 cm/s sedangkan dengan memasukkan pengaruh angin (kecepatan 2.1 m/s dan arah 174 ° dari arah utara) maka diperoleh kecepatan arus maksimum sebesar 37.8 cm/s. Kondisi ini menunjukkan bahwa pengaruh angin memperlambat kecepatan arus di lokasi penelitian. Hal ini dimungkinkan karena karakter transpor di Selat Makassar yang sepanjang tahun selalu mengalir ke selatan dengan intensitas volume yang

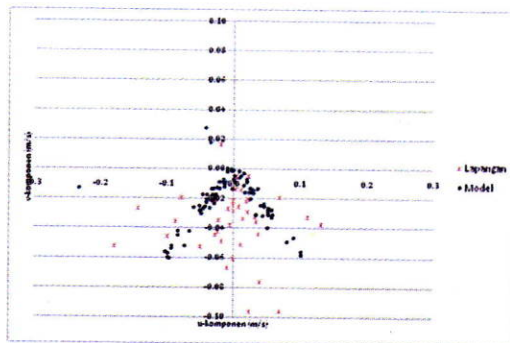
berbedaan tinggi
klasifik dan timur



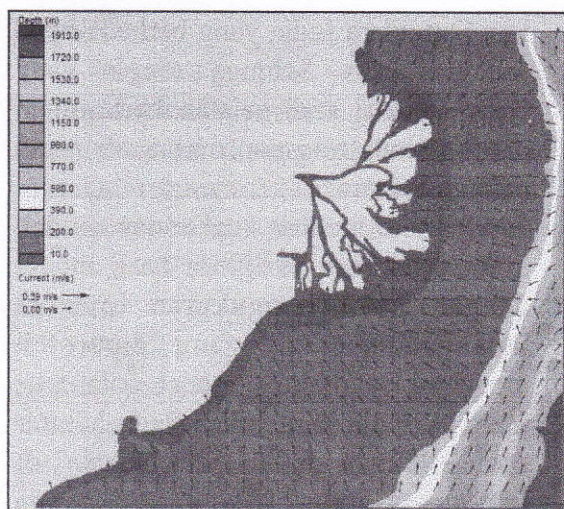
laut Samudera India yang berbeda-beda setiap musim. Sehingga angin yang bergerak dari arah selatan berlawanan dengan arah transpor massa air yang menuju Selatan.

Untuk melihat keakuratan model, maka dilakukan verifikasi hasil model dengan hasil pengukuran arus di lapangan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa model pola arus memiliki pola pergerakan yang hampir sama dengan hasil pengukuran di lapangan (**Gambar 10**).

Dari **Gambar 10** ditunjukkan bahwa arus cenderung bergerak dengan arah sumbu utama SW – SE.

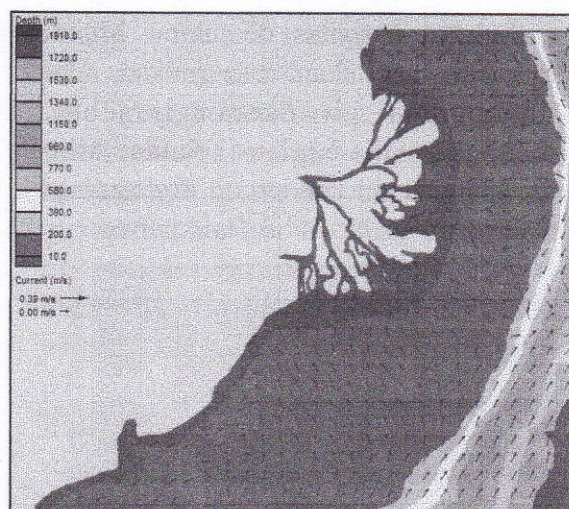
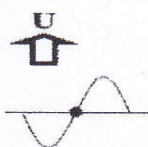


Gambar 10. Validasi arus hasil model dengan hasil pengukuran lapangan.



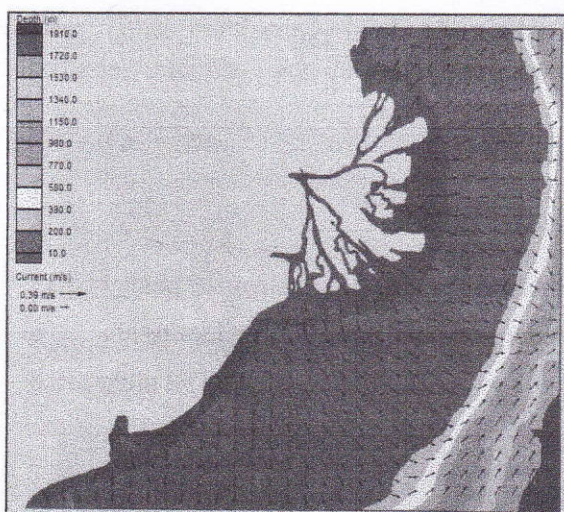
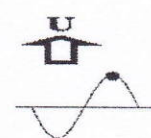
Kecepatan Arus (m/s)

Maksimum : 0.219
 Minimum : 0.000
 Rata-rata : 0.067



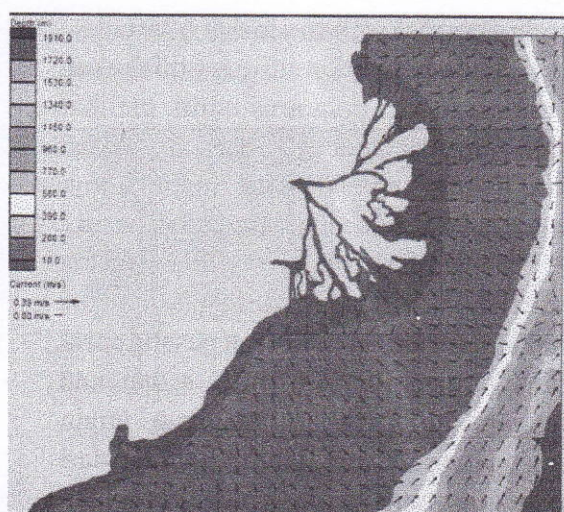
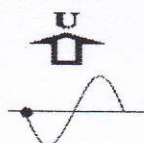
Kecepatan Arus (m/s)

Maksimum : 0.386
 Minimum : 0.000
 Rata-rata : 0.041



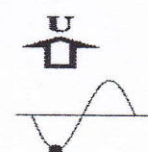
Kecepatan Arus (m/s)

Maksimum : 0.211
 Minimum : 0.000
 Rata-rata : 0.066



Kecepatan Arus (m/s)

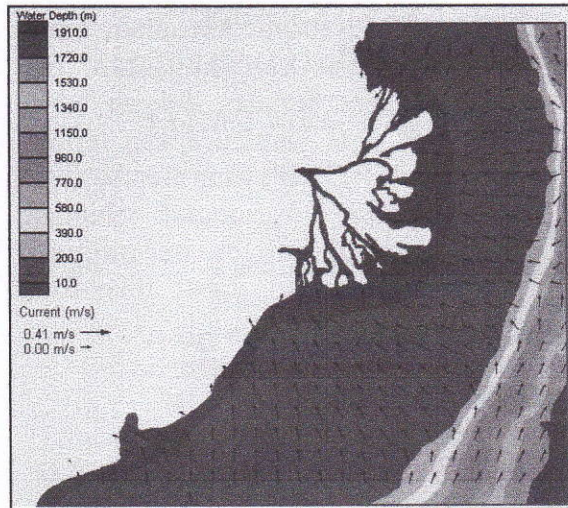
Maksimum : 0.275
 Minimum : 0.000
 Rata-rata : 0.041



Gambar 11. Simulasi Pola Arus Tanpa Pengaruh Angin

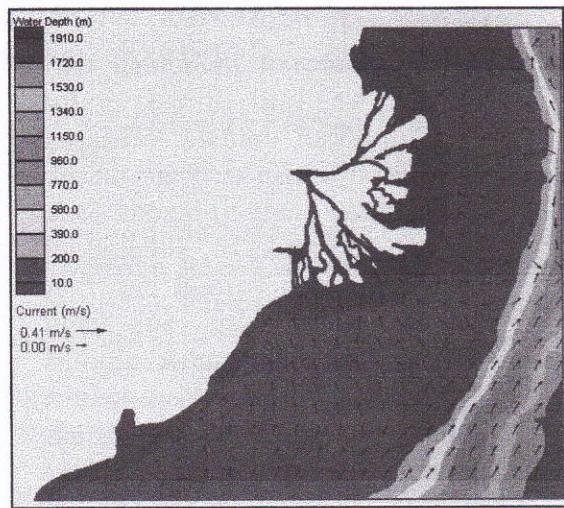
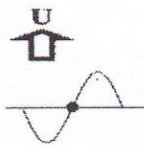


Optimized using
 trial version
www.balesio.com



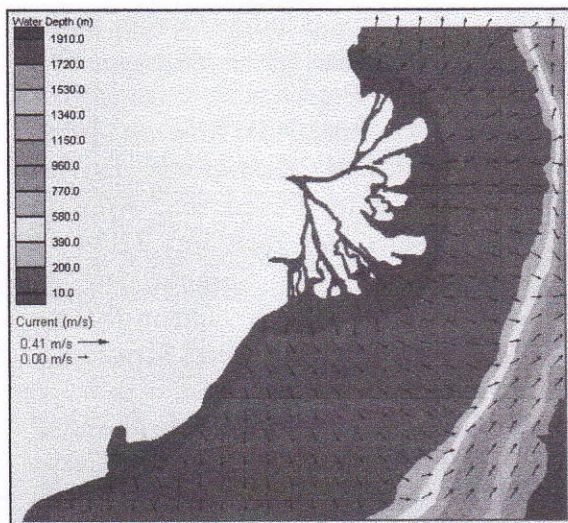
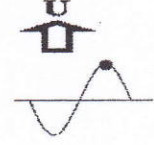
Kecepatan Arus (m/s)

Maksimum : 0.200
 Minimum : 0.000
 Rata-rata : 0.068



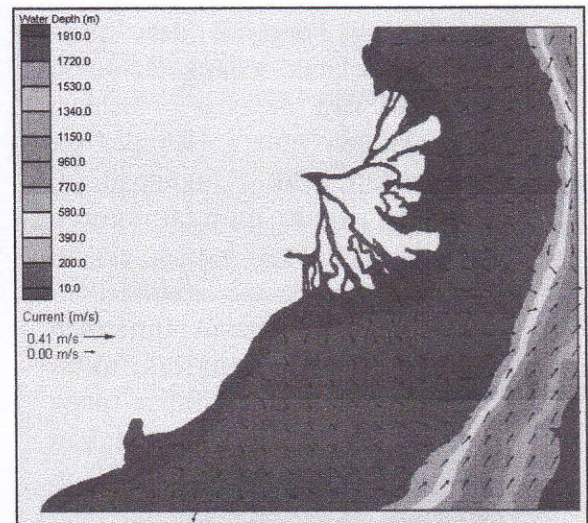
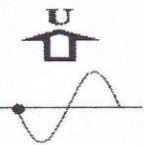
Kecepatan Arus (m/s)

Maksimum : 0.378
 Minimum : 0.000
 Rata-rata : 0.041



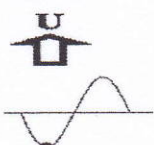
Kecepatan Arus (m/s)

Maksimum : 0.210
 Minimum : 0.000
 Rata-rata : 0.067



Kecepatan Arus (m/s)

Maksimum : 0.246
 Minimum : 0.000
 Rata-rata : 0.042



Gambar 12. Simulasi Pola Arus Dengan Pengaruh Angin



Optimized using
 trial version
www.balesio.com

KESIMPULAN

1. Hasil sebaran melintang dari pantai ke laut untuk suhu menunjukkan bahwa terdapat stratifikasi massa air yang masuk dari daratan (sungai) berada pada lapisan permukaan sedangkan massa air yang berasal dari laut berada pada lapisan yang lebih dalam. Sedangkan untuk salinitas dan densitas menunjukkan bahwa akibat pengaruh arus akan terjadi peningkatan salinitas dan densitas di daerah dekat pantai akibat masukan dari delta Balikpapan yang membawa salinitas dan densitas rendah.
2. Hasil sebaran melintang dari selatan ke utara, suhu akan cenderung bergerak dari utara menuju selatan sedangkan untuk salinitas dan densitas, masukan dari daratan muara Bekapai (di utara) dan teluk Balikpapan (di selatan) akan mengakibatkan terjadi kenaikan massa air di bagian tengah daerah sebaran
3. Dari profil sebaran diperoleh bahwa profil densitas akan dipengaruhi oleh salinitas pada lapisan permukaan, sedangkan pada kedalaman lebih dari 30 m densitas akan dipengaruhi oleh suhu perairan.
4. Hasil simulasi pola arus menunjukkan bahwa pengaruh angin memperlemah kecepatan arus di lokasi penelitian.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Perusahaan Minyak memberikan bantuan sehingga kegiatan dapat dilakukan. Kami juga banyak terima kasih



Optimized using
trial version
www.balesio.com

kepada ERM sebagai konsultan yang mengkoordinasikan kegiatan ini sehingga dapat berjalan dengan baik. Tidak lupa juga kami ucapkan terima kasih kepada P₂O LIPI yang memberikan bantuan peralatan oseanografi sehingga pengukuran parameter oseanografi selama di lapangan dapat dilakukan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ffield, A., K. Vrancs, A.L. Gordon, R.D. Susanto and S.L. Garzoli. 2000. Temperature variability within Makasar Strait. *Geophysic. Res. Lett.* Vol 27. No.2: p 237-240
- Gordon, A.L. and R.A. Fine. 1996. Pathways of water between the Pacific and Indian Oceans in the Indonesian seas. *Nature*, 379: 146-149.
- Gordon, A.L. and R.D. Susanto. 1999. Makasar transport: Initial estimate based on Arlindo results. *Mar. Tech. Soc.*, 32:34-45
- Gordon, A.L., R.D. Susanto, and A. Ffield. 1999. Throughflow within Makasar Strait. *J. Geophys. Res.*
- USACE. 2005. *User's Guide to RMA2 WES Version 4.5*. U.S Army Corps of Engineers. Waterways Experiment Station (WES) Coastal and Hydraulics Laboratory.
- Van Rijn, L.C. 1993. *Principles of sediment transport in rivers, estuaries and coastal seas*. Aqua Publications, Amsterdam.