

**STUDI DISTRIBUSI SUHU, SALINITAS DAN DENSITAS
SECARA VERTIKAL DAN HORIZONTAL
DI PERAIRAN PESISIR, PROBOLINGGO, JAWA TIMUR**

Widhi Ria Maharani, Heryoso Setiyono, Wahyu Budi Setyawan*)

- 1) Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedharto, S.H, Tembalang, Semarang
2) Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI, Jl. Pasir Putih I, Ancol Timur, Jakarta Utara
Email : heryoso@yahoo.co.id; wahyubudisetiawan@yahoo.com

Abstrak

Di daratan pesisir Probolinggo mengalir beberapa sungai besar yang bermuara di perairan pesisir Probolinggo, sehingga terjadi interaksi antara air tawar dan air laut di perairan tersebut. Percampuran massa air laut dan air tawar di perairan pesisir Teluk Gending, Probolinggo di analisa dalam penelitian ini dengan menganalisa penyebaran parameter suhu, salinitas dan densitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di daerah penelitian terdapat stratifikasi massa air laut yang diperlihatkan dari stratifikasi suhu, salinitas dan densitas yang konsisten satu sama lain. Pola stratifikasi yang terjadi di perairan pesisir Teluk Gending itu menunjukkan karakter percampuran massa air suatu estuari tipe tercampur sebagian. Kondisi tersebut sangat mungkin berkaitan dengan volume air tawar yang masuk ke perairan Teluk Gending melalui beberapa aliran sungai yang bermuara ke teluk tersebut dengan volume yang rendah ketika penelitian dilakukan.

Kata Kunci : Suhu, Salinitas, Densitas, Perairan Pesisir Probolinggo

Abstract

There are some large streams flowing on Probolinggo coastal land and debouch into the sea at Probolinggo coastal water. The condition give an example of interaction between freshwater and seawater in region coastal waters. Mixing of sea water and fresh water in the coastal waters of Gending bay, Probolinggo were analyzed in this study by measuring parameters of temperature, salinity and density. The results of this study show that there is sea-water mass stratification as shown by stratification of temperature, salinity and density. The parameters show stratification in consistent each others. The stratification pattern of the coastal waters of the bay show the character of partially-mixed estuary. It is suppose to be that the stratifications are in accordance to smaller volume of fresh water that comes into the bay during the research conducted.

Keyword : Temperature, Salinity, Density, Coastal Waters of Probolinggo

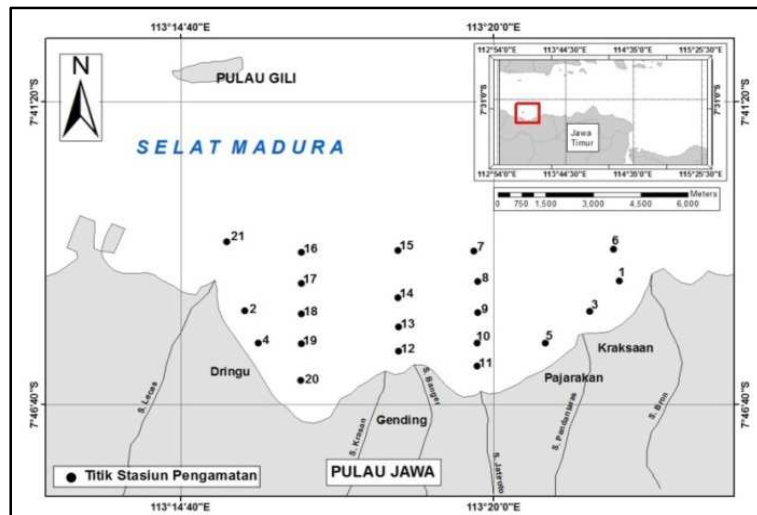
1. Pendahuluan

Perairan pesisir Probolinggo secara geografis terletak di bagian selatan Selat Madura. Selat Madura terletak diantara Pulau Jawa dan Pulau Madura, berorientasi timur-barat, dengan panjang sekitar 178 km dan lebar antara 40 – 60 km. Selat tersebut memiliki dua celah penghubung yang terletak di ujung timur dan barat. Celah yang besar menghadap ke timur dengan lebar sekitar 60 km menghubungkan selat tersebut dengan Laut Bali. Celah yang lebih kecil berada di ujung barat dengan lebar sekitar 3 km, membelok ke utara dan menghubungkannya dengan Laut Jawa. Berdasarkan konfigurasi ini, menurut Oguz dan Su (2004) dan Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC) (2004), selat ini dapat disebut sebagai laut setengah tertutup (*semi-enclosed sea*). Daratan pesisir Probolinggo adalah daratan pesisir yang landai yang merupakan kelanjutan dari kawasan gunung di sebelah selatannya, yaitu kompleks Gunung Bromo, Lamongan, dan Argopuro. Di daratan pesisir tersebut mengalir beberapa sungai besar yang berhulu di kawasan gunung api dan bermuara di perairan pesisir Probolinggo. Dengan kondisi

perairan yang demikian wilayah perairan pesisir Probolinggo menjadi salah satu perairan yang menarik untuk studi oseanografi terutama yang berkaitan dengan pencampuran massa air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola distribusi suhu, salinitas dan densitas secara vertikal dan horizontal di wilayah perairan pesisir Probolinggo Jawa Timur.

2. Materi dan Metode Penelitian

Penelitian lapangan untuk mengumpulkan data suhu, salinitas dan densitas dilaksanakan tanggal 17 – 26 Maret 2013. Data batimetri dikumpulkan tanggal 24 Juli – 2 Agustus 2013. Data diperoleh dari Google Earth tahun 2013. Sampel air laut diambil dari 21 titik stasiun dengan satu kali pengulangan di perairan Teluk Gending (Gambar 1). Penentuan posisi titik koordinat menggunakan Garmin 276 GPS. Penentuan letak titik stasiun dilakukan dengan memperhatikan konfigurasi garis pantai sehingga letak titik pengambilan sampel merata di seluruh bagian lokasi penelitian. Pengambilan data oseanografi dilakukan dengan menggunakan CTD (*Conductivity, Temperature and Depth*) tipe SBE 19plus. Pengambilan data batimetri dilakukan dengan menggunakan echosounder.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian. (Sumber : Peta *Google Earth* tahun 2013).

Data suhu, salinitas, densitas dan kedalaman diolah dengan menggunakan perangkat lunak ODV untuk menampilkan sebaran secara vertikal. Sebaran horisontal dari parameter serta profil batimetri ditampilkan dengan menggunakan software *Arc-GIS 10*. Profil dasar perairan daerah penelitian diperoleh dari olahan data batimetri dengan menggunakan software *surfer*. Analisis data dilakukan secara visual dari tampilan data distribusi nilai berbagai parameter baik distribusi horisontal maupun vertikal.

3. Hasil

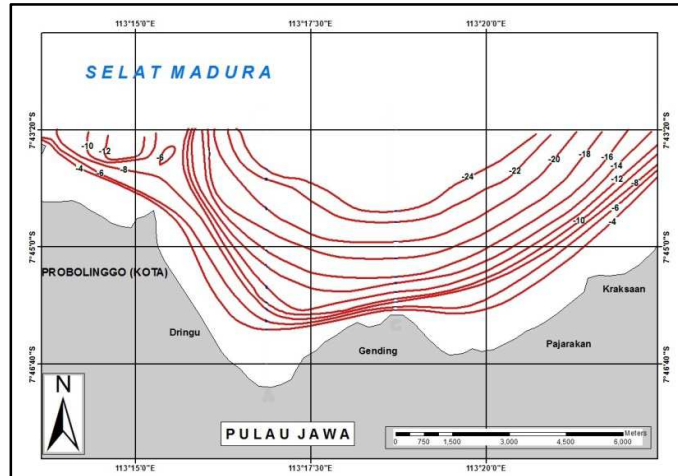
Data batimetri menunjukkan perairan pesisir Probolinggo termasuk ke dalam perairan yang dangkal dengan kedalaman perairan ± 25 meter (Gambar 2).

Suhu

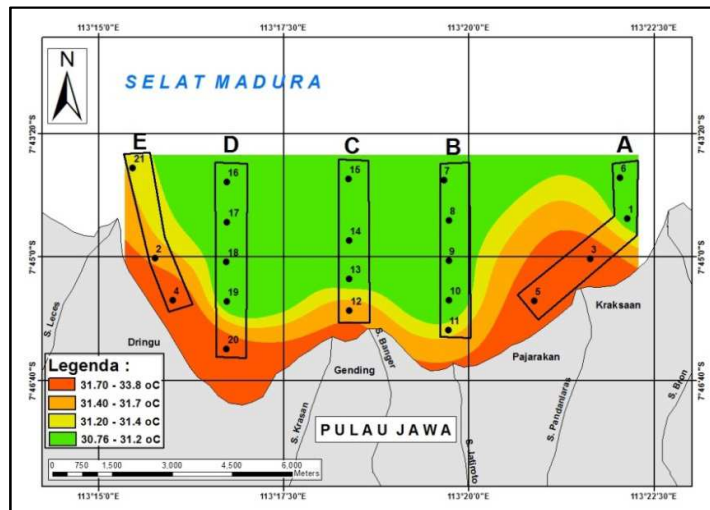
Pola distribusi suhu secara horisontal dapat dilihat pada Gambar 3. Gambaran distribusi suhu secara vertikal, disajikan dalam Gambar 4. Pola distribusi horisontal suhu memperlihatkan bahwa suhu di perairan dekat pantai lebih tinggi daripada di perairan yang jauh dari pantai. Hal ini karena perairan dekat pantai memiliki kedalaman yang dangkal sehingga energi matahari lebih efektif dalam meningkatkan suhu air laut. Selain itu, tingginya suhu di dekat pantai juga terjadi karena pengaruh dari pemanasan daratan.

Pola distribusi suhu secara vertikal pada Transek A (Gambar 4) memperlihatkan air hangat berada dari daerah dekat pantai sedangkan air dingin berada dari daerah lepas pantai. Transek B dan C menunjukkan pola distribusi suhu secara vertikal yang mirip. Suhu tertinggi terdapat pada daerah

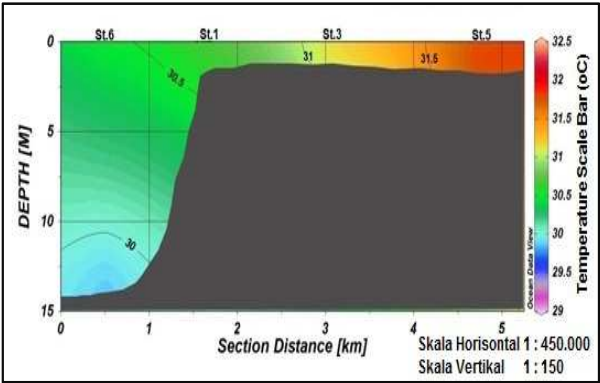
permukaan perairan. Nilai suhu semakin menurun seiring dengan bertambahnya kedalaman. Pola Transek C berbeda dari pola Transek B terlihat pada pola penyebaran massa air dingin. Pada Transek C, massa air dingin (29°) tampak lebih terdorong ke perairan yang lebih dangkal, sedangkan pada Transek B massa air dingin (29°) penyebarannya terbatas.



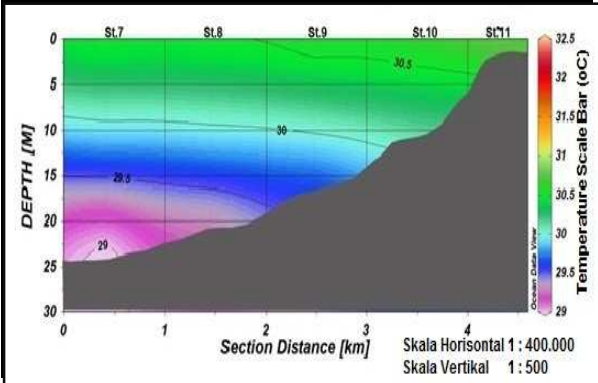
Gambar 2. Batimetri perairan Teluk Gending, Probolinggo



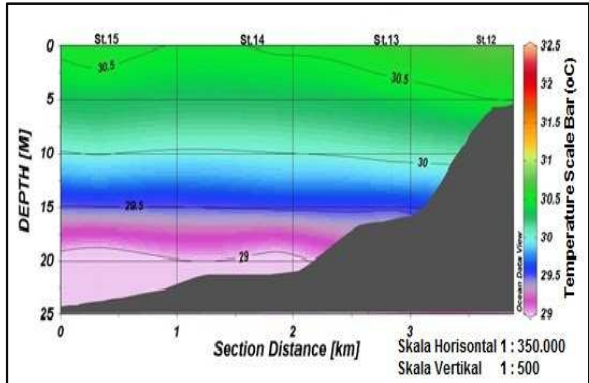
Gambar 3. Distribusi Suhu Horisontal bulan Maret 2013 dan Jalur Transek A, B, C, D, dan E



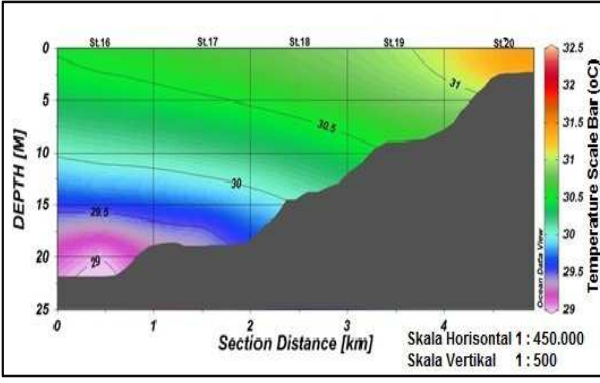
Gambar 4.A. Transek A.



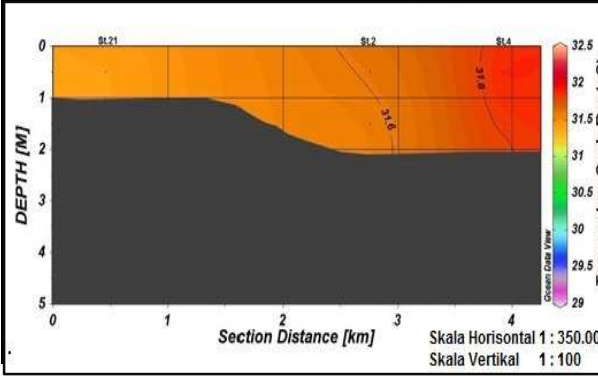
Gambar 4.B. Transek B.



Gambar 4.C. Transek C.



Gambar 4.D. Transek D.

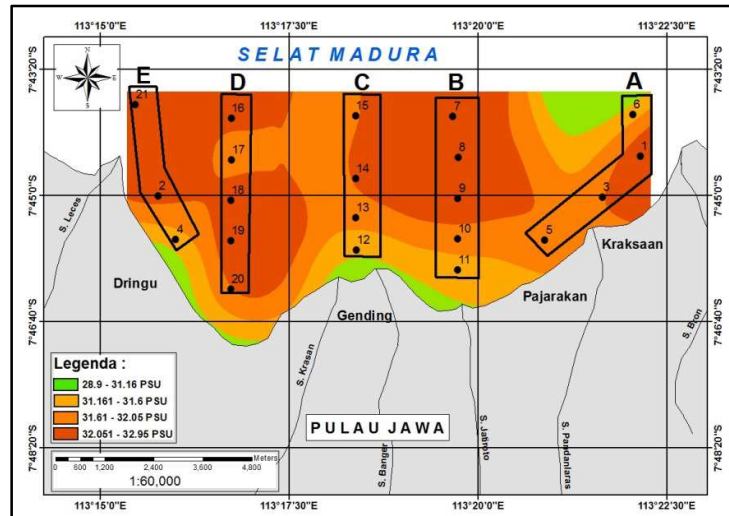


Gambar 4.E. Transek E.

Gambar 4. Pola distribusi suhu secara vertikal di perairan Teluk Gending, Probolinggo.

Salinitas

Pola distribusi salinitas permukaan secara horisontal lihat pada Gambar 5, sedang secara vertikal pada Gambar 6.



Gambar 5. Distribusi Salinitas Horisontal bulan Maret 2013 dan Jalur Transek A, B, C, D, dan E

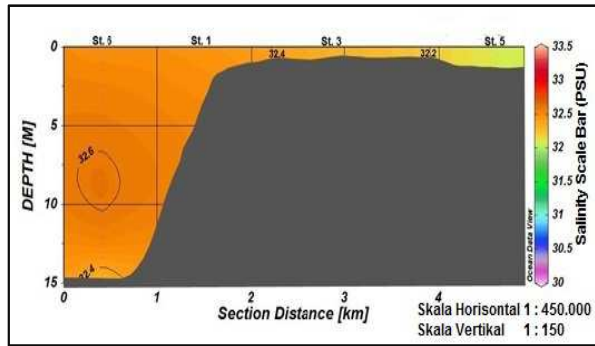
Pola sebaran salinitas secara horisontal (Gambar 5) menunjukkan adanya masukan massa air dengan salinitas yang lebih rendah berasal dari daratan Pulau Jawa dan terdorong hingga ke dekat pantai atau ke dalam teluk, massa air dengan salinitas yang lebih tinggi berasal dari Selat Madura.

Pada pola distribusi salinitas secara horisontal tersebut juga terlihat ada massa air dengan salinitas yang rendah di lokasi yang jauh dari pantai di sebelah timur. Massa air ini diperkirakan berasal dari air tawar yang masuk dari sungai yang muaranya berada di luar lokasi penelitian yang terdorong masuk.

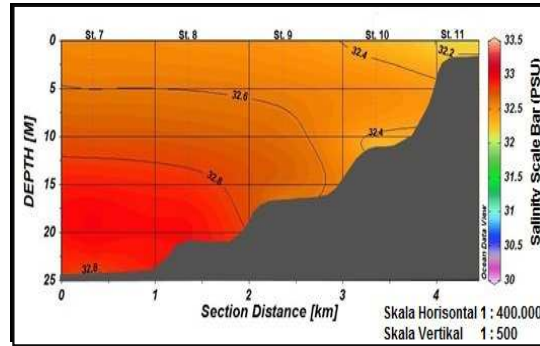
Pada Transek A (Gambar 6) di daerah pantai terdapat salinitas rendah dan semakin ke arah laut salinitas semakin meningkat. Sesuai dengan lokasi transek pada wilayah ini terdapat aliran sungai yang bermuara di laut sehingga nilai salinitas di tepi pantai rendah.

Pada transek B berhadapan dengan sungai yang bermuara di laut. Pada stasiun 10 di bagian dasar nampak nilai salinitas yang menurun; hal ini menunjukkan masukan air tawar dari darat yang mendorong ke arah laut. Nilai salinitas rendah pada transek C terdapat di permukaan laut dan salinitas meningkat dengan bertambahnya kedalaman. Salinitas maksimum terdapat di lapisan dasar perairan yang paling dalam sedangkan massa air dengan salinitas rendah terdapat di permukaan. Pola distribusi salinitas vertikal pada Transek D ini mirip dengan Transek C, yaitu nilai salinitas rendah terdapat di permukaan, dan salinitas meningkat seiring dengan bertambahnya kedalaman.

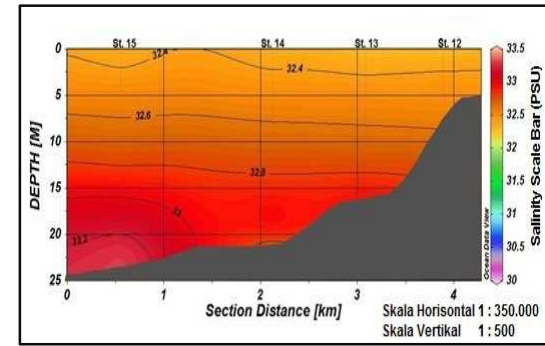
Distribusi salinitas secara vertikal pada Transek E memiliki nilai minimum. Pada lokasi penelitian transek ini terdapat sungai yang bermuara di laut sehingga menurunkan nilai salinitasnya. Masukan air tawar dari sungai mendorong ke arah stasiun 4 dan 2 yang berada di dalam teluk sehingga nilai minimum terdapat pada stasiun ini dengan kedalaman yang lebih dalam dari pada pada stasiun 21.



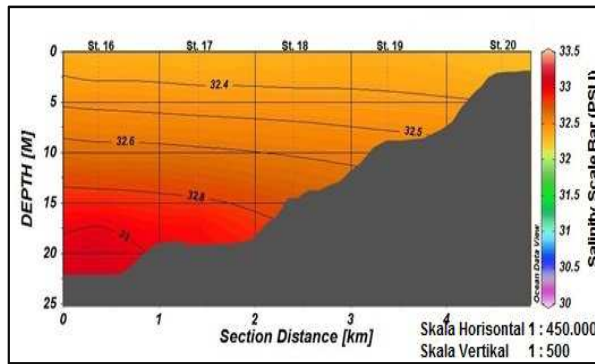
Gambar 6.A. Transek A.



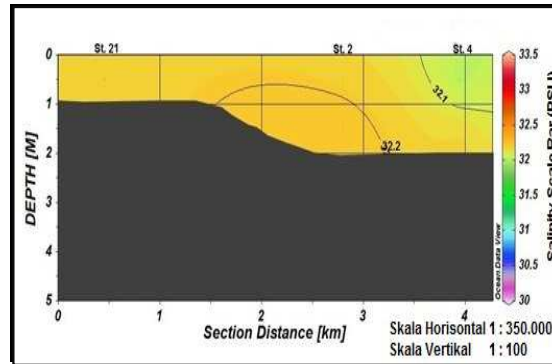
Gambar 6.B. Transek B.



Gambar 6.C. Transek C.



Gambar 6.D. Transek D.

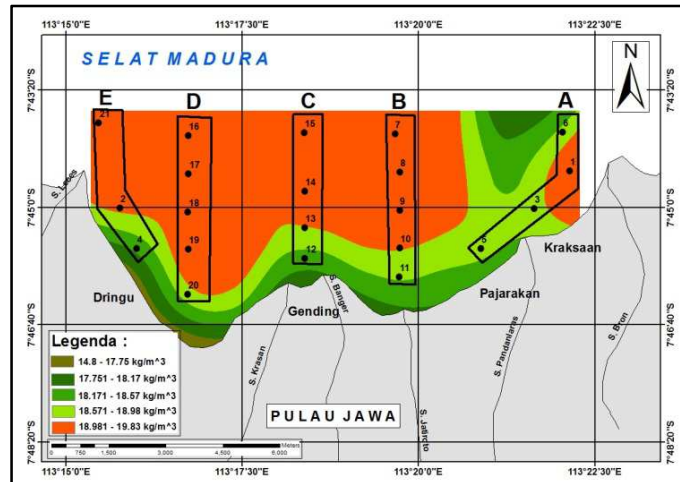


Gambar 6.E. Transek E.

Gambar 6. Pola distribusi salinitas secara vertikal di perairan Teluk Gending, Probolinggo.

Densitas

Profil distribusi densitas permukaan secara horisontal di daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 7, dan pola distribusi vertikal pada Gambar 8.



Gambar 7. Distribusi Densitas Horisontal bulan Maret 2013 dan Jalur Transek A, B, C, D, dan E

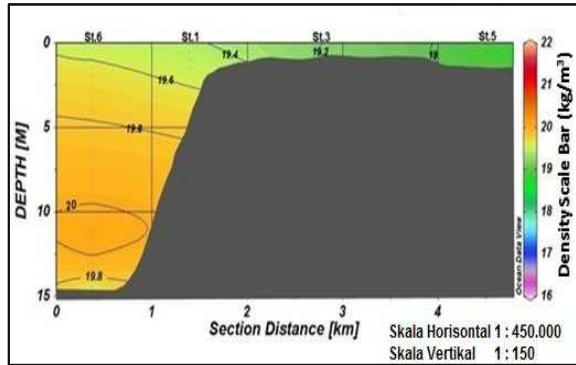
Pada plot distribusi secara horisontal densitas, dapat terlihat bahwa massa air dengan densitas lebih rendah terdapat di sepanjang pantai daratan Pulau Jawa dan densitas lebih tinggi berada jauh dari pantai. Di bagian timur perairan terdapat massa air dengan densitas rendah. Kondisi tersebut sesuai dengan pola distribusi salinitas. Hal ini memperkuat dukungan terhadap dugaan tentang terdapat masukan air tawar dari sungai di luar daerah penelitian yang kemungkinan masuk ke wilayah penelitian sehingga terdapat massa air dengan densitas rendah di lokasi penelitian yang jauh dari pantai yang mendorong dari laut menuju ke daratan pesisir Probolinggo.

Dari Transek A, B, C, dan D (Gambar 8) densitas secara umum air laut semakin meningkat seiring bertambahnya kedalaman dan nilai densitas yang rendah terdapat di daerah dekat pantai. Densitas pada stasiun 6 menurun pada lapisan dasar karena adanya masukan massa air dengan salinitas rendah sehingga densitas menurun dari daratan Pulau Jawa melalui lapisan dasar perairan. Densitas rendah mendorong keluar ke arah laut dan pada wilayah yang dalam densitas menurun.

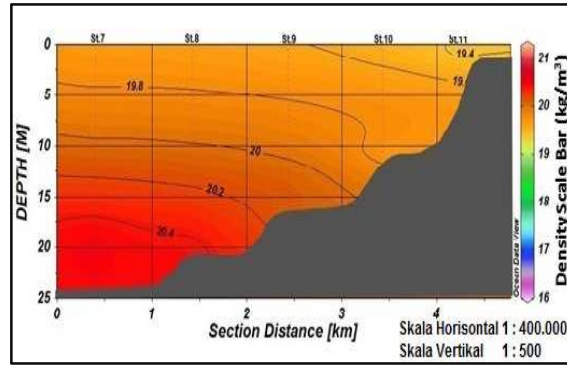
Pada transek B (Gambar 8) densitas semakin meningkat seiring bertambahnya kedalaman. Densitas bernilai kecil pada daerah pantai dan densitas rendah mendorong masuk ke arah lapisan yang lebih dalam sehingga pada pola distribusi densitas ini terdapat kontur yang membelok ke kedalaman yang lebih dalam. Pada transek C densitas meningkat terhadap kedalaman. Pada lapisan dasar perairan densitas rendah dari permukaan mendorong ke bawah ke lapisan massa air di bawahnya.

Lapisan permukaan transek D pada kedalaman kurang dari 5 meter densitas bernilai kecil ($19,4 \text{ kg/m}^3$) sedangkan pada Transek C pada permukaan nilai densitas lebih tinggi ($19,6 \text{ kg/m}^3$). Pada transek D nilai kontur yang menunjukkan nilai densitas meningkat terhadap kedalaman. Densitas pada wilayah yang dekat dasar memiliki nilai densitas yang lebih rendah karena massa air disini terdorong oleh massa air dari daerah dekat pantai ke arah lapisan yang lebih dalam.

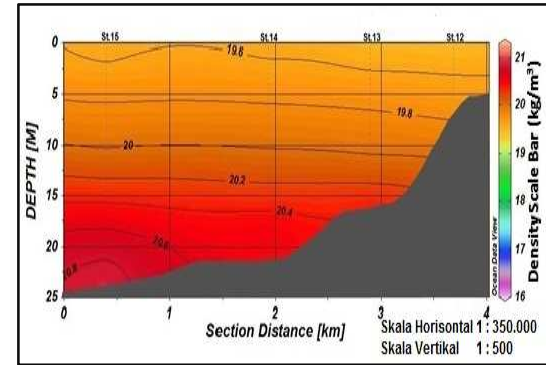
Transek E wilayahnya dekat dengan muara sungai sehingga pada transek inilah yang memiliki nilai densitas paling rendah. Densitas hanya sedikit meningkat dengan bertambahnya kedalaman. Hal ini dikarenakan adanya masukan air tawar dari daratan melalui sungai di wilayah Probolinggo.



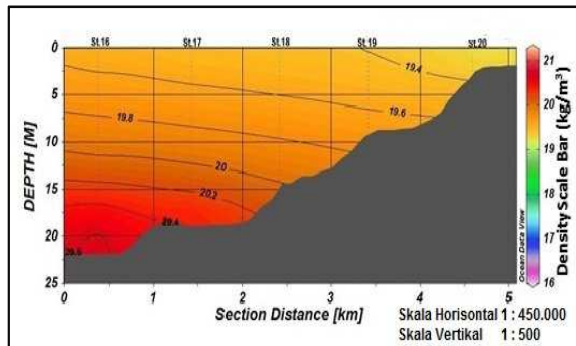
Gambar 8.A. Transek A.



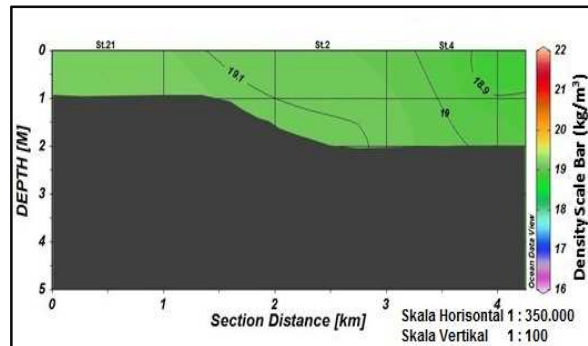
Gambar 8.B. Transek B.



Gambar 8.C. Transek C.



Gambar 8.D. Transek D.



Gambar 8.E. Transek E.

Gambar 8. Pola distribusi densitas secara vertikal di perairan Teluk Gending, Probolinggo.

4. Pembahasan

Secara keseluruhan perairan pesisir di Teluk Gending memperlihatkan adanya stratifikasi vertikal suhu, salinitas dan densitas. Menurut klasifikasi estuari dari Stommel seperti yang dikutip dari Dyer tahun 1973 oleh Pickard dan Emery (1990), dengan kondisi stratifikasi yang diperoleh dari penelitian ini mendekati kategori *salt wedge estuary*. Tipe pencampuran seperti ini terjadi karena besarnya volume air dari aliran sungai yang masuk ke laut. Sementara itu, menurut model yang ditunjukkan oleh Duxbury *et al* (2002), keadaan tersebut menunjukkan bahwa perairan pesisir tersebut memiliki karakter seperti perairan estuari tipe tercampur sebagian (*partially-mixed estuary*). Tipe pencampuran seperti ini menunjukkan adanya aliran air laut yang kuat dan pencampuran horizontal di dasar perairan, sementara itu terjadi kombinasi pencampuran vertikal dan aliran ke arah laut yang membentuk aliran netto ke arah laut. Stratifikasi densitas yang kuat terjadi bila ada aliran air tawar tinggi volumenya. Pola pencampuran ini menjamin terjadinya pertukaran yang baik antara air tawar dan air laut. Hasil dari penelitian ini menunjukkan stratifikasi densitas yang tidak kuat berkisar pada nilai densitas dari 19,4 – 20,8 kg/m³. Hal itu menunjukkan telah terjadi pencampuran antara air tawar dan air laut di lapisan permukaan, dan aliran air tawar yang lemah. Indikasi pencampuran itu dapat dilihat dari stratifikasi nilai salinitas yang berkisar dari 32,2 PSU di permukaan sampai 33 PSU di dasar perairan. Apabila ada aliran air tawar yang kuat, maka di lapisan permukaan akan dijumpai nilai salinitas yang lebih rendah mendekati ke nilai salinitas air tawar.

Stratifikasi massa air di estuari berbeda karakternya daripada stratifikasi di laut terbuka. Di laut terbuka stratifikasi yang menyebabkan perbedaan densitas terjadi terutama karena perbedaan temperatur, sedang di estuari dominan karena perbedaan salinitas (Beer, 1997). Pada penelitian ini ditemukan adanya stratifikasi yang konsisten antara suhu, salinitas dan densitas. Sangat mungkin hal ini terjadi karena perairan Teluk Gending adalah perairan pesisir yang dangkal dan dekat pantai dengan masukan air laut yang terbatas sehingga pengaruh suhu rendah dari aliran air tawar masih dirasakan pengaruhnya.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat ditarik kesimpulan bahwa perairan pesisir Teluk Gending, Probolinggo memiliki karakter seperti perairan estuari tipe tercampur sebagian. Distribusi suhu, salinitas dan densitas memperlihatkan pola yang konsisten satu sama lain.

Distribusi suhu secara horisontal, suhu yang lebih tinggi menyebar di dekat pantai dengan nilai suhu berkisar 30,76 – 33,8 °C, distribusi suhu secara vertikal semakin kedalaman bertambah suhu semakin menurun yaitu bernilai 28,2 – 32,21°C. Distribusi secara horisontal salinitas rata-rata di bagian permukaan lebih rendah jika dibandingkan dengan salinitas rata-rata di bagian dasar yang bernilai sekitar 28,9 – 32,95 PSU, sedangkan distribusi secara vertikal semakin dalam perairan salinitas meningkat dengan nilai salinitas 26,70 – 33,53 PSU. Distribusi densitas secara horisontal dengan nilai 17,75 – 19,83 kg/m³ menyebar di perairan dekat pantai, semakin jauh dari pantai densitas meningkat, secara vertikal dengan bertambahnya kedalaman meningkatkan nilai densitas yang bernilai 17,25 – 21,32 kg/m³.

Ucapan Terima Kasih

Makalah ini ditulis berdasarkan hasil penelitian Penulis pertama dalam rangka menyelesaikan pendidikan S-1 di Universitas Diponegoro. Penulis pertama mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk ikut dalam tim penelitian oseanografi di perairan pesisir Probolinggo pada tahun 2013.

Daftar Pustaka

- Duxbury, A.B., Duxbury, A.C. and Sverdrup, K.A., 2002, *Fundamentals of Oceanography*, 4th edition, McGraw Hill, New York, 344 p.
- ECLAC, 2004, Major issues in the management of enclosed or semi-enclosed seas, with particular reference to the Carribean Sea. ([Http://www.eclac.org/publicaciones/xml/1/20811/L0024.pdf](http://www.eclac.org/publicaciones/xml/1/20811/L0024.pdf)). Accessed: 31 Desember 2013.
- Meadows, P.S. and J.I. Campbell. 1988. *An Introduction to Marine Science*. John Wiley and Sons, New York.
- Oguz, T. and Su, J., 2004, Semi-enclosed Sea, Islands and Australia Pan-Regional Overview(s), *In: A.R. Robinson and K.H. Brink (editors), 2004, The Sea, Vol 14*. ([Http://www.ims.metu.edu.tr/cv/oguz/pdfs/oguz_sea14_ch04.pdf](http://www.ims.metu.edu.tr/cv/oguz/pdfs/oguz_sea14_ch04.pdf)). Accessed: 31 Desember 2013.
- Pickard, G. L. and Emery, W. J., 1990, *Descriptive Physical Oceanography: an introduction*, 5th (SI) Enlarged Edition, Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford, 320 p.

Beer, T., 1997, Environmental Oceanography, 2nd Edition, CRC Press, New York, 367 p.