

PROFIL SALINITAS DAN SUHU DI TELUK MANADO PADA HARI-HARI HUJAN DAN TIDAK HUJAN

(Profiles of Salinity and Temperature in the Manado Bay during Rainy and Dry Days)

Patrice N.I. Kalangi¹, Kawilarang W.A. Masengi¹, Masamitsu Iwata²,
Francisco P.T. Pangalila¹, Ixchel F. Mandagi¹

¹ Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado Sulawesi Utara.

² Aquamarine Fukushima, Marine Science Museum, Iwaki, Fukushima, Japan.

Pengukuran salinitas dan suhu perairan dilakukan pada hari-hari hujan dan tidak hujan di dua tempat di perairan Teluk Manado, yang memiliki lima sungai utama di pinggirannya, untuk menyelidiki profil vertikal dari salinitas dan suhu, serta ketebalan air tawar. Profil salinitas dan suhu perairan pada hari yang sama di kedua tempat adalah mirip. Pada hari-hari hujan, salinitas rata-rata lapisan permukaan perairan adalah 33,9 lebih rendah 0,3 dibandingkan pada hari-hari tidak hujan. Salinitas permukaan ini setara dengan ketebalan lapisan air tawar sebesar 0,45 m. di lapisan permukaan, profil suhu cukup mirip. Akan tetapi, pada lapisan yang lebih dalam, suhu berosilasi pada fase yang berbeda dengan bertambahnya kedalaman.

Kata kunci: ketebalan lapisan air tawar, termoklin, Bunaken.

Salinity and temperature measurements were carried out on rainy days and non rainy days in two locations in Manado Bay, which is the outlet of fresh water masses from five main rivers, to investigate vertical profiles of salinity and temperature, and the thickness of the fresh water layer. Same day salinity and temperature profiles in both places is similar. On rainy days, the average salinity in the surface layer was 33.9, 0.3 lower than that of non rainy days. The surface salinity is equivalent to the thickness of the freshwater layer thickness of 0.45 m. In the surface layer, the temperature profile is quite similar. However, in the deeper layers, the temperature oscillates at different phases according to the increasing depths.

Keywords: freshwater thickness, thermocline, Bunaken.

PENDAHULUAN

Teluk Manado merupakan kawasan yang sangat penting bagi Sulawesi Utara karena memiliki nilai ekonomi dan ekologi yang tinggi. Pulau Bunaken yang terdapat di sekitar kawasan ini merupakan tempat tujuan wisata selam yang sangat populer baik bagi wisatawan domestik maupun wisatawan mancanegara. Wisata kuliner yang memanfaatkan pemandangan laut juga semakin berkembang. Selain itu, kawasan ini juga merupakan salah satu tempat hidup dari salah satu ikan langka yang diindungi dunia, yakni raja laut *Coelacanth* (*Latimeria menadoensis*). Untuk itu pengelolaan yang komprehensif sangat penting dan mendesak. Salah satu faktor yang menjadi dasar pengelolaan adalah pemahaman tentang kondisi oseanografi Teluk Manado.

Salinitas dan suhu merupakan sebagian dari faktor oseanografi yang berperan penting dalam proses fisika maupun biologi di perairan. Perbedaan salinitas dan suhu yang mencolok akan menghambat proses pencampuran massa air, antara air yang bersalinitas atau bersuhu rendah

dengan air yang bersalinitas atau bersuhu tinggi (Knauss, 1997). Selain itu, walaupun sangat kecil, perbedaan salinitas dan suhu ini dapat memicu sirkulasi yang dikenal dengan sirkulasi termoklin (Garrison, 2004).

Kaitan dengan biologi, distribusi organisme akan banyak dipengaruhi oleh distribusi salinitas dan suhu. Banyak organisme air mempunyai preferensi salinitas dan suhu tertentu, sehingga mereka akan menyebar pada perairan yang mempunyai kondisi yang sesuai (Laevastu and Hayes, 1982). Perbedaan salinitas dan suhu yang mencolok juga dapat menjadi pagar bagi ikan untuk tidak menyeberang ke massa air yang berbeda (Bowman and Esaias, 1978).

Profil salinitas dan suhu di perairan pantai sangat bergantung pada gerakan pasang surut, angin dan debit sungai (Garvine, 1975). Pada saat pasang, lapisan air bersalinitas rendah cenderung lebih tebal dibanding pada saat surut. Tergantung pada kecepatan dan arah angin relatif terhadap garis pantai dan sungai, angin mempengaruhi ketebalan air bersalinitas rendah dan kecepatan percampuran antar massa air. Pada saat debit sungai

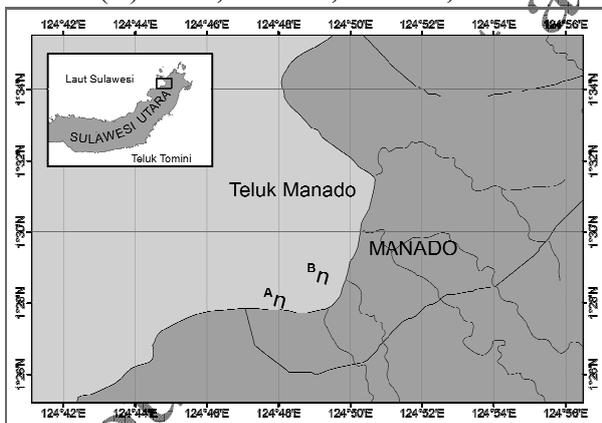
tinggi, air sungai akan mengalir jauh ke arah laut dan pencampuran terjadi di perairan laut; akan tetapi pada saat debit sungai rendah, air laut akan masuk ke sungai-sungai dan pencampuran akan terjadi di sungai. Fitur ini dapat terjadi di perairan Teluk Manado, karena di teluk ini bermuara banyak sungai antara lain Sungai Tondano, Sungai Bahu, Sungai Sario, Sungai Maasing, dan Sungai Bailang.

Artikel ini akan menampilkan profil salinitas dan suhu di Teluk Manado bagian tenggara pada bulan Juli yang mempunyai curah hujan tinggi dan pada bulan September yang mempunyai curah hujan rendah. Juga hubungan antara profil salinitas termasuk kandungan air tawar di Teluk Manado dengan tingkat curah hujan akan dibahas.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Teluk Manado dalam dua survei dengan menggunakan kapal penelitian Assalam. Survei pertama dilakukan pada tanggal 4 Juli 2009 yang berkenaan dengan curah hujan yang tinggi pada beberapa hari sebelumnya. Survei kedua dilakukan pada tanggal 7 September 2009 yang berkenaan dengan tidak ada curah hujan selama beberapa hari sebelumnya. Setiap survei, pengukuran dilakukan secara vertikal di dua titik lokasi, yakni pada titik-titik posisi (Gambar 1):

- (A) 1°28,074' LU, 124°48,075' BT dan
- (B) 1° 28,755' LU, 124° 49,279' BT



Gambar 1. Titik A dan B tempat pengukuran suhu dan salinitas di Teluk Manado.

Pengukuran salinitas dan suhu dilakukan dengan menggunakan ALEC COMPACT CTD model ASTD687. Alat ini mencatat parameter yang diukur menurut kedalaman dengan interval 1 m. Data yang digunakan adalah data yang dicatat pada saat alat ini bergerak turun.

Data meteorologi berupa curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan yang direkam di Stasiun Pengamatan Meteorologi Kayuwatu

Manado selama sebulan sebelum hari survei. Data ini disediakan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Kayuwatu.

Data CTD dan meteorologi dipetakan dalam bentuk grafik. Selanjutnya suhu, salinitas dan densitas rata-rata dari lapisan permukaan dihitung. Kandungan air tawar, yang dikenal sebagai ketebalan air tawar, pada suatu stasiun diduga berdasarkan data salinitas dengan menggunakan persamaan (Blanton and Atkinson, 1983; Geyer et al., 2000):

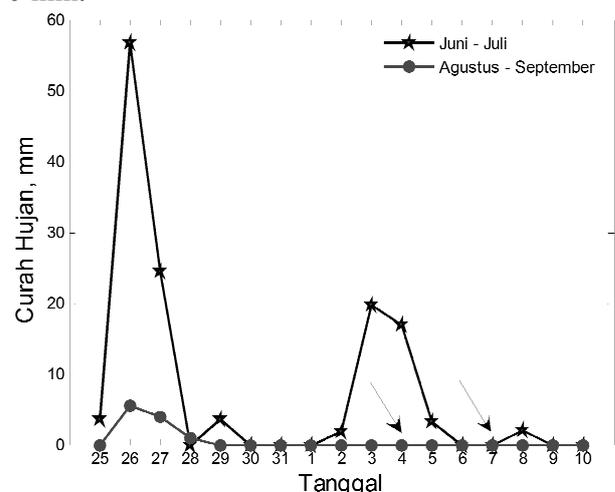
$$h_f = \int_0^h \frac{S_0 - S}{S_0} dz$$

dengan S_0 adalah salinitas lautan (*background salinity*), S adalah salinitas yang diukur dan h adalah kedalaman air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Curah Hujan

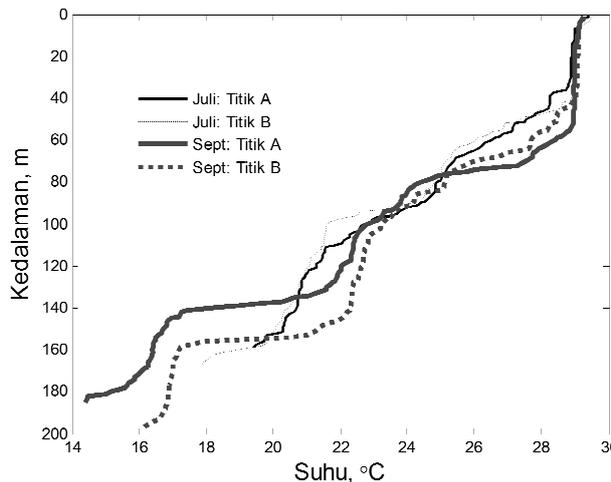
Curah hujan pada bulan Juni–Juli dan Agustus–September ditampilkan pada Gambar 2. Pada periode Juni–Juli terdapat banyak hari hujan. Hujan maksimum terjadi pada tanggal 26 Juni yang mencapai hampir 60 mm. Periode Agustus–September didominasi oleh hari tanpa hujan. Pada tanggal 26 Agustus hujan turun tetapi kurang dari 7 mm. Data curah hujan yang digunakan dalam analisis adalah data curah hujan yang dimulai pada satu hari sebelum hari pengukuran. Pada tanggal 3 dan 4 Juli 2009, curah hujan secara berurutan adalah 19,8 dan 17 mm. Sedangkan curah hujan pada 6 dan 7 September 2009 masing-masing adalah 0 mm.



Gambar 2. Curah hujan bulan Juni–Juli (tanda bintang) dan Agustus–September (tanda bulan). Tanda anak panah menunjukkan tanggal survei (4 Juli dan 7 September 2009).

Suhu

Profil suhu dari dua survei pada dua lokasi di Teluk Manado ditampilkan pada Gambar 3. Di lapisan permukaan sampai kedalaman sekitar 40 m, suhu permukaan cenderung homogen pada sekitar 29°C, dan profil suhu di kedua lokasi cenderung sama. Hal ini dapat disebabkan oleh jumlah hari hujan berurutan yang tidak terlalu panjang, selain variasi suhu bulanan di wilayah tropis yang sangat kecil.



Gambar 3. Profil suhu di titik A dan B pada hari-hari hujan dan tidak hujan.

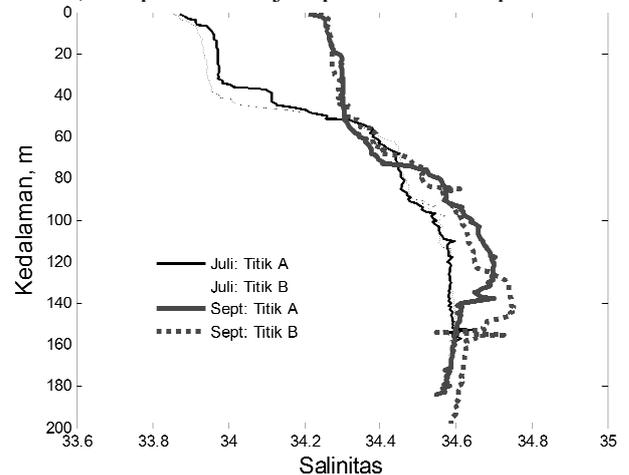
Pada kedalaman 60 sampai 200 m terjadi penurunan suhu yang cukup drastis (lapisan termoklin), walaupun penurunan tersebut tidak konstan. Batas atas lapisan ini lebih dangkal dibanding dengan yang dilaporkan oleh Angmalisang (2007). Hal ini dapat disebabkan oleh adanya termoklin musiman yang mungkin dipicu salah satunya oleh gelombang dalam laut (*internal waves*). Di perairan Kabupaten Bolaang Mongondow di Teluk Tomini, kedalaman lapisan berada pada kedalaman antara 100 dan 220 m (Katrindagho, 1992).

Profil suhu lapisan termoklin di Teluk Manado ini cenderung sama untuk kedua lokasi pada periode survei yang sama tetapi berbeda berdasarkan periode survei. Suhu cenderung beresiliasi dengan fase yang berbeda. Pada kedalaman 40–80 m, suhu bulan Juli cenderung lebih dingin (perbedaannya ~3°C) dibanding suhu bulan September. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh adanya sirkulasi air pada kedalaman tersebut, atau dapat pula disebabkan oleh adanya gelombang dalam laut.

Salinitas

Gambar 4 adalah profil salinitas dari dua survei yang memperlihatkan perbedaan mencolok antara kedua survei tersebut, terutama pada lapisan permukaan sampai kedalaman 40 m. Salinitas te-

rendah berada pada beberapa meter pertama lapisan permukaan. Pada bulan Juli, salinitas lapisan permukaan antara 33,8 dan 34,0, sedangkan pada bulan September, salinitas berkisar antara 34,2 dan 34,3. Perbedaan salinitas berdasarkan bulan survei disebabkan oleh tingginya curah hujan pada bulan Juli yang mencapai 19,8 mm pada tanggal 3 Juli, tetapi tidak hujan pada bulan September.



Gambar 4. Profil salinitas di titik A dan B pada hari-hari hujan dan tidak hujan.

Pada kedalaman 80–140 m, walaupun salinitas pada bulan September juga lebih tinggi dari salinitas bulan Juli, perbedaan salinitas ini lebih kecil dari 0,1. Kisaran salinitas pada bulan Juli dan September masing-masing adalah 34,4–34,6 dan 34,5–34,7. Salinitas bulan September pada lapisan ini lebih tinggi dari salinitas pada lapisan di bawahnya. Tingginya salinitas pada lapisan tersebut mungkin disebabkan oleh intrusi air laut dalam yang bersalinitas tinggi atau pun mungkin karena adanya gelombang dalam laut.

Pada saat bulan kemarau, salinitas rendah hanya terdapat pada kurang dari dua meter pertama lapisan permukaan. Kalangi (2008) melaporkan bahwa di daerah muara Sungai Sario pada saat debit air sungai rendah, profil salinitas tidak terlalu bervariasi. Selain itu, pada saat debit rendah, arus pasang surut akan sangat mempengaruhi pola alir air sungai. Pada saat debit sungai tinggi, arus pasang surut tidak akan “memotong” aliran air sungai di laut menjadi massa-massa air bersalinitas rendah yang terpisah-pisah.

Pengaruh hujan

Ketebalan air tawar di laut pada hari-hari hujan lebih tebal dibanding pada hari-hari tidak hujan. Menggunakan rumus pendugaan ketebalan air laut di atas (Blanton and Atkinson, 1983; Geyer *et al.*, 2000) dan dengan menetapkan salinitas laut-standar sebesar 34,5, ketebalan air laut pada

kedua stasiun pada bulan Juli diperoleh masing-masing mencapai 0,78 dan 0,83 m, sedangkan pada bulan September hanya mencapai 0,34 dan 0,33 m. Ketebalan air tawar pada bulan September dapat dianggap sebagai kondisi normal pada mana air tawar tersebut berasal dari sungai-sungai yang bermuara ke teluk. Dengan demikian curah hujan selama beberapa hari telah menambah tinggi air tawar di laut sekitar 0,45 m.

Ketebalan lapisan air sungai di laut dapat juga diduga berdasarkan data curah hujan di Kayu-watu. Data hari hujan di Kayu-watu cukup konsisten dengan data hari hujan di Bitung. Hal ini menggambarkan bahwa hujan turun di sebagian besar wilayah semenanjung Minahasa. Ada beberapa asumsi dalam menduga ketebalan air sungai di laut ini. Pertama, luas Daerah Tangkapan Air (DAT) adalah sama dengan DAS Tondano yakni sebesar 56.371 ha (Suryadiputra *et al.*, 2010). Kedua, waktu tempuh air di DAS mencapai lautan adalah 12 jam, sehingga curah hujan yang digunakan adalah rata-rata curah hujan pada hari pengamatan dan hari sebelumnya. Terakhir, penyebaran air sungai hanya di sepanjang pinggiran pantai teluk selebar 1,5 km dengan luas sebesar 3.000 ha. Dengan asumsi-asumsi ini, ketebalan air sungai yang mencapai laut adalah $0,0184 \text{ m} \times 56.371 \text{ ha} / 3.000 \text{ ha} = 0,35 \text{ m}$. Hasil ini lebih rendah 0,10 m dibanding tinggi yang estimasi berdasarkan salinitas. Rendahnya estimasi ini dapat disebabkan oleh pengabaian DAT lain di sekitar teluk. Selain itu, faktor waktu tinggal (*residence time*) (Knauss, 1997) dari air tawar di laut tidak dimasukkan dalam perhitungan. Untuk menduga waktu tinggal perlu dilakukan pengukuran salinitas yang lebih ekstensif dan pengukuran kecepatan arus.

KESIMPULAN

Variasi salinitas lapisan permukaan perairan Teluk Manado secara vertikal sangat dipengaruhi oleh tinggi curah hujan. Pada saat musim penghujan massa air tawar dapat mengalir jauh ke tengah Teluk Manado. Kontribusi curah hujan terhadap tinggi lapisan air tawar di laut adalah 0,35–0,45 m. Profil suhu pada saat hari-hari hujan dan

tidak hujan tidak menunjukkan variasi yang berarti.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini telah terlaksana atas dukungan dari berbagai pihak. Terima kasih disampaikan kepada nahkoda dan anak buah kapal penelitian Assalam atas bantuan dan kerja sama yang baik. Disampaikan terima kasih pula kepada pimpinan dan staf BMKG Kayu-watu yang telah menyediakan data meteorologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Angmalisang PA. 2007. Oceanography condition of Manado Bay (Preliminary study), The Coelacanth, Fathom the Mystery. Aquamarine Fukushima, Japan, Iwaki Meisei University, pp. 62-64.
- Blanton JO and LP Atkinson. 1983. Transport and fate of river discharge on the continental shelf of the Southeastern United States. *Journal of Geophysical Research* 88(C8): 4730-4738.
- Bowman MJ and WE Esaias. 1978. Oceanic Fronts in Coastal Processes. Springer-Verlag, Marine Sciences Research Center, pp. 114.
- Garrison T. 2004. Essentials of oceanography. Brooks/Cole, Australia, 352 pp.
- Garvine RW. 1975. The distribution of salinity and temperature in the Connecticut River Estuary. *Journal of Geophysical Research* 80(9): 1176-1183.
- Geyer WR, P Hill, T Milligan and P Traykovski. 2000. The structure of the Eel River plume during floods. *Continental Shelf Research* 20(16): 2067-2093.
- Kalangi PNI. 2008. Struktur salinitas di perairan pantai muara Sungai Sario Manado. *Pacific Journal* 3(2): 195-199.
- Katiandagho EM. 1992. Pengaruh penempatan kedalaman mata kail terhadap jumlah ikan tuna yang tertangkap dengan mini long line di perairan Teluk Tomini, Provinsi Sulawesi Utara. *Journal of Research and Development Sam Ratulangi University* III(8): 98-106.
- Knauss JA. 1997. Introduction to physical oceanography. Prentice Hall, Upper Sadle River, 309 pp.
- Laevastu T and ML Hayes. 1982. Fisheries Oceanography and Ecology. Fishing News Books, Farnham, 199 pp.
- Suryadiputra, I.N.N., F. H. and M. Ilman. 2010. Danau Tondano: salah satu dari lima belas danau prioritas di Indonesia yang harus segera dipulihkan fungsinya. *Warta Konservasi Lahan Basah* 18(2): 4, 5, dan 23.