

# Dispersi benda mengapung di sekitar muara Sungai Malalayang, Teluk Manado

Dispersion of floating material near Malalayang River mouth, Manado Bay

YANSEN SURUAN, KAWILARANG W.A. MASENGI dan PATRICE N.I. KALANGI\*

*Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,  
Universitas Sam Ratulangi, Manado 95115*

---

## ABSTRACT

Information of floating material dispersion is an unvaluable information in some fields of biological oceanography and coastal water garbage-cleaning management. A research on floating material dispersion has been done in coastal waters off Malalayang River's mouth by releasing two groups of floats during ebb tides. The area occupied by float groups (*patch*) tend to increase, though at certain time and/or location the size of the patch may decrease. The patch increased up to 1 m/s.

**Keywords:** dispersion, floating material, ebb tides, Manado Bay

## ABSTRAK

Informasi dispersi benda mengapung merupakan informasi berharga dalam berbagai aspek seperti oseanografi biologi maupun dalam manajemen pembersihan perairan pantai. Penelitian dispersi benda apung telah dilakukan di perairan pantai sekitar Sungai Malalayang dengan melepas dua kumpulan pelampung di muara sungai saat air laut bergerak surut. Luasan yang ditempati kumpulan pelampung (*patch*) cenderung meningkat walaupun pada saat dan/atau tempat tertentu ukuran *patch* dapat berkurang. Kecepatan penambahan ukuran *patch* rata-rata mencapai 1 m/det.

**Kata-kata kunci:** dispersi, benda-benda mengapung, air surut, Teluk Manado

---

## PENDAHULUAN

Dispersi dari suatu zat terlarut menggambarkan pengencerannya melalui pencampuran dengan cairan di sekeliling (Lewis, 1997). Untuk suatu masa tertentu dari suatu zat, pengenceran meningkatkan volume yang ditempati dan dengan demikian menghasilkan penurunan konsentrasi. Di lingkungan alami, dispersi adalah karena gabungan dari gerakan-gerakan molekuler dan turbulen, hal hal ini dibantu oleh proses-proses yang memperbesar volume yang ditempati dan sehingga meningkatkan kontak area di mana pencampuran dapat berlangsung.

Penelitian dispersi dalam bidang oseanografi umumnya terfokus pada penyebaran salinitas, khususnya di estuari (mis. Prandle, 2004) dan di

laut depan muara sungai (mis. Cruzado dkk., 2002). Namun demikian, penelitian dispersi dilakukan juga terhadap penyebaran zat-zat yang tidak dapat larut yang tidak mengalami pengenceran. Lacorata dkk. (2001), misalnya, melaporkan penelitian dispersi berdasarkan alur-alur pergerakan dari pelampung-pelampung terlacak. Analisis dispersi dapat juga dilakukan pada partikel-partikel semu berdasarkan kumpulan peta arus dalam runut waktu (*time series*) (Kalangi, 1999)

Menurut Lewis (1997), dispersi di suatu perairan dapat dibedakan sebagai difusi turbulen dan dispersi *shear*. Difusi turbulen adalah difusi yang terjadi karena gerak turbulen (gerak tak menentu) dari air, sedangkan dispersi *shear* terjadi karena perbedaan kecepatan alir air. Dispersi *shear* ditunjukkan dengan adanya *patch* yang memanjang di permukaan laut.

---

\* Penulis untuk penyuratan; email:  
patrice.kalangi@unsrat.ac.id

Dispersi benda mengapung dipengaruhi oleh faktor oseanografi dan meteorologi. Pola pergerakan massa air di perairan pantai dipengaruhi oleh berbagai faktor fisik antara lain adalah angin, arus pasang surut (pasut), dan volume aliran sungai (Geyer, 1997; Lewis, 1997). Angin akan menarik dan mendorong permukaan untuk ikut bergerak bersama dengan angin. Kecepatan arus permukaan yang terjadi karena angin adalah sebesar 2 % dari kecepatan angin, dan arah arus akan sedikit dibelokkan ke kanan (pada belahan bumi utara) sebagai efek Coriolis (Knauss, 1997). Di daerah estuari atau muara sungai, arah dan kecepatan angin yang sejajar dengan estuari dapat mendorong atau menahan air untuk keluar dari daerah estuari, atau sebaliknya untuk masuk estuari (Geyer, 1997). Selanjutnya Garvine (1974) menunjukkan bahwa gaya mengapung air tawar dan momentum air sungai yang keluar dari muara sungai membuat perairan laut di depannya sangat dinamis.

Beberapa peneliti telah mempublikasikan kondisi oseanografi fisik di Teluk Manado. Rampengan (2009) telah menggambarkan pola arus di Teluk Manado yang ditimbulkan oleh

pasang surut. Dia menyatakan bahwa pada bagian tengah mulut teluk arus pasut bersifat *rectilinear*; sedangkan di perairan pantai bagian selatan teluk, air mengalir ke arah timur pada saat surut dan sebaliknya pada saat pasang. Sedangkan untuk perairan yang sangat dekat dengan garis pantai, Tulengen dkk (2012) menunjukkan bahwa arus sangat turbulen.

Perairan pantai sekitar muara Sungai Malalayang merupakan daerah dengan tingkat pemanfaatan yang relatif tinggi. Di daerah pantai demikian pola arus menjadi sangat tidak beraturan. Pola pergerakan demikian akan berpengaruh terhadap persebaran atau dispersi air sungai di laut dan material-material lain dibawa air sungai tersebut. Informasi tingkat persebaran di perairan ini belum tersedia. Oleh sebab itu, penelitian tentang dispersi di sekitar muara Sungai Malalayang (Gbr. 1) telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung dispersi arus air di sekitar muara Sungai Malalayang. Pengumpulan data di lapangan dilaksanakan selama dua hari (di siang hari) pada tanggal 23 dan 24 Oktober 2014. Saat pengambilan data bertepatan dengan spring tides (bulan baru).



Gambar 1. Lokasi penelitian

## METODE PENELITIAN

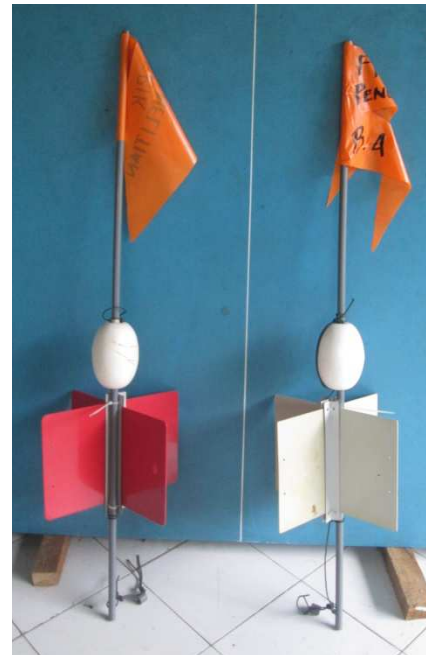
Penelitian ini mengoperasikan dua kumpulan pelampung arus (A dan B) yang dilepas pada waktu yang berbeda. Kumpulan pelampung arus A terdiri atas lima unit pelampung dilepas pada suatu titik di muara sungai pada saat air mulai bergerak surut. Kumpulan B yang hanya terdiri atas empat unit pelampung arus dilepas di suatu titik di muara sungai pada sekitar pertengahan waktu air sedang bergerak surut. Pelampung-pelampung ini kemudian diambil posisinya satu per satu dengan menggunakan GPS dari atas perahu pelang bermotor. Interval pengambilan posisi lebih singkat pada awal-awal pengamatan dibanding pada saat-saat pelampung arus sudah agak jauh dari muara. Interval pengukuran sekitar 10 menit, 20 menit, 30 menit dan kemudian 1 jam. Posisi-posisi tersebut disimpan dalam memori GPS sebagai *waypoints*. Bersamaan dengan penentuan posisi, jam penentuan posisi untuk masing-masing pelampung dicatat. Dalam keadaan pelampung telah memasuki perairan yang sulit dijangkau dengan perahu atau sudah keluar dari wilayah pengamatan, pelampung-pelampung diangkat dan diposisikan lagi di suatu tempat sebagai awal pengamatan baru.

Perubahan tinggi muka air yang berkaitan dengan pasang surut diukur dengan palem pasut. Palembang ini ditancapkan pada perairan yang tidak menjadi kering pada saat surut terendah. Pembacaan tinggi pasang surut dilakukan setiap sekitar 15 menit selama siang hari pada saat pengoperasian pelampung-pelampung arus.

Data posisi dalam memori GPS disalin ke tabel data pada program komputer *Microsoft Excel*. Posisi-posisi ini selanjutnya dipetakan dalam peta lokasi penelitian untuk setiap waktu pengukuran untuk melihat perpindahan pelampung-pelampung arus menurut waktu. Berdasarkan peta-peta ini, dibuat peta pola pergerakan massa air. Pemetaan ini dilakukan dengan menggunakan program komputer *Matlab*. Selain posisi-posisi pelampung, tinggi pasang surut juga dipetakan terhadap waktu pengamatan dalam bentuk grafik.

Dispersi dihitung dengan menentukan besar dari *patch* dengan menggunakan rumus-rumus berikut (Heron dkk., 1998; Kalangi, 1999)

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum [(x_{ij} - \bar{x}_i)^2 + (y_{ij} - \bar{y}_i)^2]$$



Gambar 2. Pelampung arus permukaan

untuk jarak rata-rata dari setiap pelampung dari pusat *patch*; dan untuk jarak rata-rata pada komponen *x* dan *y* adalah

$$\sigma_{x_i}^2 = \frac{1}{n} \sum (x_{ij} - \bar{x}_i)^2$$

$$\sigma_{y_i}^2 = \frac{1}{n} \sum (y_{ij} - \bar{y}_i)^2$$

dengan titik pusat (titik rata-rata) dari *patch* adalah

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_j x_{ij}$$

$$\bar{y}_i = \frac{1}{n} \sum_j y_{ij}$$

dengan

$x_{ij}$  = bujur pelampung ke-*i* pada waktu pengamatan ke-*j*

$y_{ij}$  = lintang pelampung ke-*i* pada waktu pengamatan ke-*j*

*n* = jumlah pelampung

Jarak rata-rata ( $\sigma^2$ ) selanjutnya diakarkuadratkan. Nilai ini adalah adalah satuan derajat. Selanjutnya untuk mendapatkan satuan meter, nilai tersebut dikali dengan 60×1852.

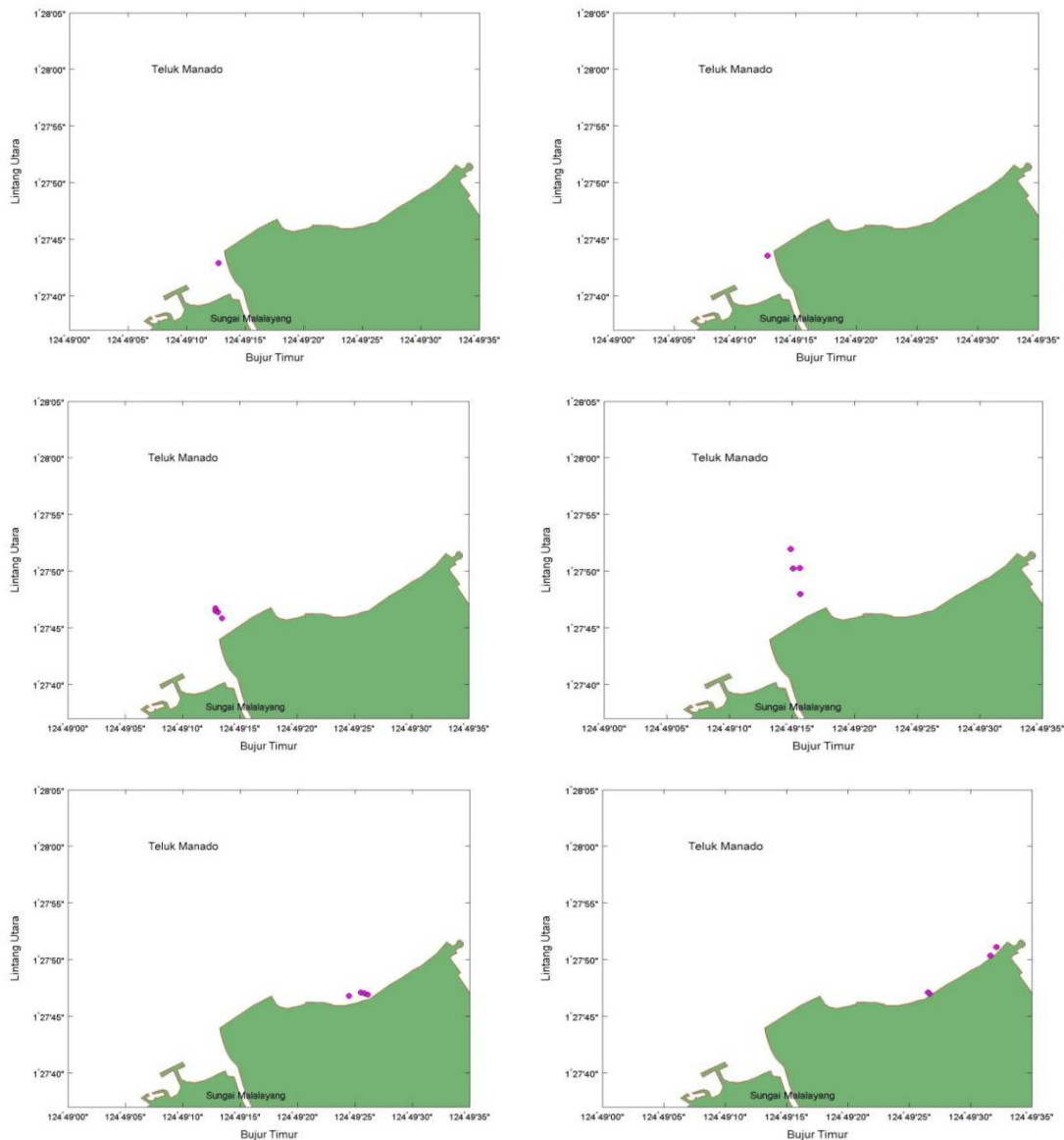
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Pergerakan pelampung*

Pola pergerakan pelampung mengikuti pola pergerakan arus pasang surut. Gambar 3, memperlihatkan pergerakan pelampung pada saat air sedang bergerak surut pada tanggal 23 Oktober 2014. Kumpulan pelampung yang dilepas di muara sungai bergerak ke arah laut mengikuti pergerakan air surut yang keluar dari sungai. Pergerakan ini tidak terlalu jauh. Beberapa saat kemudian kumpulan pelampung tersebut berbelok ke kanan. Beberapa saat kemudian pelampung ini terdampar di pantai Bahu. Peristiwa ini terjadi mengikuti

tiupun angin utara yang cukup kencang. Pada pengamatan tanggal 24 Oktober, saat angin bertiup tidak terlalu kencang, pelampung dapat menjangkau jarak yang lebih jauh.

Pengamatan yang dilakukan pada saat air baru mulai bergerak surut menunjukkan pola yang agak berbeda. Pada saat air mulai bergerak surut, massa air cenderung bergerak ke arah kanan dari muara sungai. Hal ini menunjukkan bahwa pada awal surut, pola pergerakan massa air masih dipengaruhi oleh pola pergerakan pasang. Dengan kata lain, respons pola arus terhadap perubahan pasang surut agak terlambat.



**Gambar 3.** Pola pergerakan pelampung-pelampung pada tanggal 23 Oktober 2014, pelepasan (B).

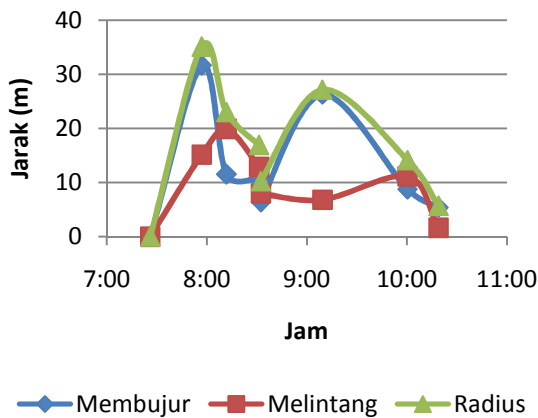
**Dispersi**

Pada rangkaian gambar pola perpindahan pelampung (Gbr. 3), terlihat bahwa kumpulan titik-titik pelampung cenderung bertambah renggang dengan bertambahnya waktu. Semakin renggang kumpulan tersebut berarti *patch* yang terbentuk semakin besar. Proses ini dikenal sebagai dispersi. Ukuran dispersi dinyatakan dalam jarak rata-rata dari titik pusat *patch*.

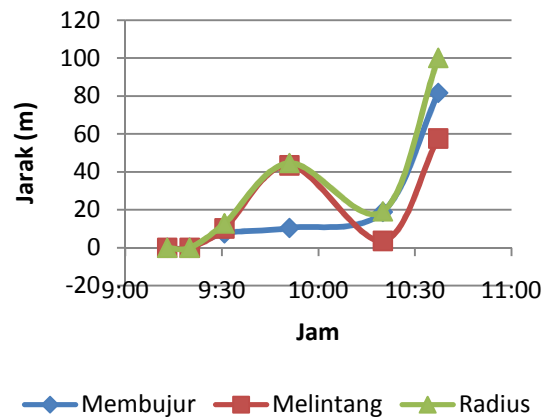
Gambar 4-7 menunjukkan jarak rata-rata pelampung dari titik pusat *patch*. Jarak yang membujur adalah jarak sepanjang garis bujur (sumbu x), jarak melintang adalah jarak sepanjang garis lintang, dan radius adalah jarak rata-rata lintang dan bujur.

Secara umum ukuran *patch* bertambah dengan waktu. Dalam selang waktu pengamatan tiga jam, jarak rata-rata mencapai 100 m dari titik pusat, atau diameter *patch* mencapai 200 m. Hal ini dapat menggambarkan bahwa ketika air sungai masuk ke laut air ini akan melebar, dengan kecepatan sekitar 1 m/det. Saat air ini melebar proses pencampuran dengan massa air laut semakin tinggi, sehingga air sungai yang masuk ke laut akan segera bercampur secara keseluruhan dengan air laut.

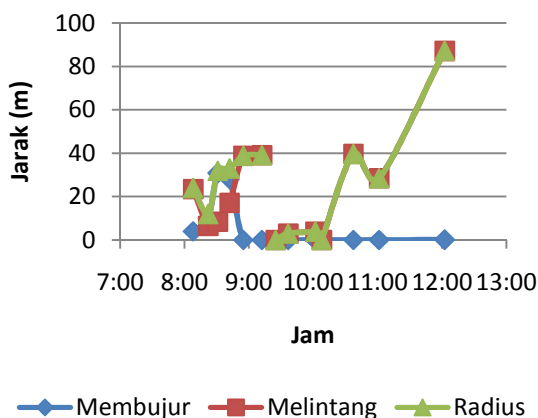
Jarak antara pelampung juga dapat berkurang dengan waktu, misalnya pada jam 10:25 (Gbr. 5). Hal ini disebabkan oleh pergerakan arus yang mengumpul (konvergen). Peristiwa konvergen dipicu oleh angin dengan interaksinya terhadap kontur dasar perairan dan bentuk garis pantai.



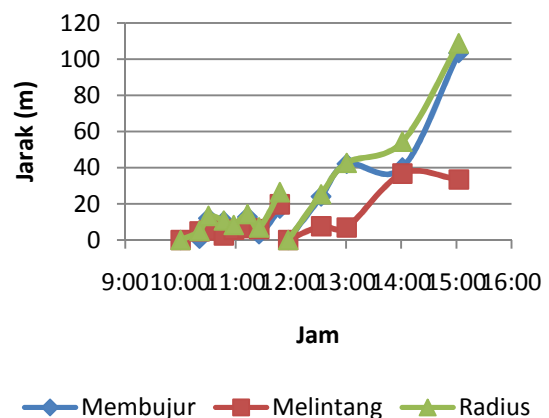
Gambar 4. Dispersi 23 Oktober 2014, Pelepasan A



Gambar 5. Dispersi 23 Oktober 2014, Pelepasan B



Gambar 6. Dispersi 24 Oktober 2014, Pelepasan A



Gambar 7. Dispersi 24 Oktober 2014, Pelepasan B

Peristiwa seperti ini sangat umum terjadi di perairan pantai. Pada tempat-tempat seperti ini, kegiatan pengangkatan sampah misalnya, dapat dilakukan. Selain itu dalam banyak kejadian, daerah-daerah seperti ini dapat juga menjadi daerah yang disukai ikan, sehingga menjadi tempat pemancingan yang efektif.

## KESIMPULAN

Pada periode surut ukuran *patch* pelampung arus di sekitar muara sungai cenderung meningkat dengan dispersi rata-rata mencapai 1 m/det. Namun demikian pada saat-saat tertentu ukuran *patch* dapat berkurang karena tiupan angin

## DAFTAR PUSTAKA

Cruzado, A., Z. Velasquez, M. del Carmen Perez, N. Bahamon, N.S. Grimaldo dan F. Ridolfi. 2002. Nutrient fluxes from the Ebro River and subsequent across-shelf dispersion. *Continental Shelf Research* 22(2): 349–360.

Gunarso, W. 1985 *Tingkah Laku Ikan Hubungannya dengan Metode Teknik Penangkapan* Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor.

Heron, M.L., A. Prytz dan P. Kalangi. 1998. Monitoring dispersion of buoyant pollutants using HF Ocean Surface Radar. *Journal of Advance Marine Science and Technology Society* 4(2): 230-241.

Kalangi, P.N.I. 1999. *Surface dispersion derived from sea surface current maps produced by HF COSRAD system*. Thesis. James Cook University, Townsville, Australia, 126 pp.

Kalangi, P.N.I. 2000. Surface divergence in Port Phillip Bay. *Jurnal Fakultas Perikanan Unsrat* II(1):34-38.

Kalangi P.N.I. 2008. Penggunaan HF Radar dalam pemetaan Arus Laut Permukaan *Pasific Journal* 3(2):219-222

Lacorata, G., E. Aurell dan A. Vulpiani. 2001. Drifter dispersion in the Adriatic Sea: Lagrangian data and chaotic model. *Annales Geophysicae* 19: 121-129.

Laevastu, T. dan M.L. Hayes. 1982. *Fisheries Oceanography and Ecology*. Fishing News Books, Farnham.

Lewis, R 1997. *Dispersion in Estuaries and Coastal Waters*. Wiley, Chichester.

Nasution, S. 2009. *Metode Research* (Penelitian Ilmiah). Bumi Aksara, Jakarta.

Prandle, D. 2004. Saline intrusion in partially mixed estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 59: 385-397.