

# Distribusi Muatan Padatan Tersuspensi di Muara Sungai Bodri, Kabupaten Kendal

Alfi Satriadi\* dan Sugeng Widada

Jurusan Ilmu Kelautan, FPIK, Universitas Diponegoro  
Kampus Tembalang Semarang, Telp/Fax : (024) 7474698

## Abstrak

Muara sungai dengan karakteristiknya yang khas merupakan tempat pengeluaran debit sungai yang membawa material sedimen yang disuplai dari darat ke laut. Sedimen akan berada di perairan dalam bentuk terlarut maupun tersuspensi. Proses transpor sedimen ini dipengaruhi oleh proses-proses fisika oseanografi yang terjadi di lautan seperti pasang surut, arus dan gelombang. Tulisan ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi muatan padatan tersuspensi dan faktor-faktor oseanografi yang mempengaruhi pola distribusinya di muara Sungai Bodri. Pengambilan sampel dilakukan satu minggu sekali selama satu bulan. Tiap pengambilan sampel dilaksanakan pada saat pasang dan surut, dilanjutkan analisis di laboratorium. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai konsentrasi muatan padatan tersuspensi relatif lebih besar pada saat pasang dibandingkan saat surut. Hal ini dimungkinkan karena adanya aktivitas pasang membawa pengaruh terhadap arus dan gelombang sehingga terjadi pengadukan sedimen di dasar perairan.

**Kata kunci** : muatan padatan tersuspensi, pasang surut, arus, gelombang

## Abstract

River mouth with its typical characteristic forms is a place for discharging the rate of flow which carries material supply from land to the sea. Sediment will stay on the shallow water in the form of dissolved and suspended load. The transportation process of sediment material is also influenced by physical oceanographic processes that happens in ocean like tide, current and wave. The aims of this research is to know the suspended sediment load concentration and oceanographic factors that influence of its distribution. Samples were taken weekly during a month at the time of tide, continued by laboratory analyses. The results showed that content of suspended sediment load at the time of high tide higher than the time of low tide because the existence of tide activity bringing influence to enough current and wave so that caused mixing of sediment in territorial water base.

**Key words** : suspended sediment load, tide, current, wave

## Pendahuluan

Pada umumnya kawasan pesisir dan delta yang ada di sepanjang pantai utara Pulau Jawa memperlihatkan adanya perubahan garis pantai maju, yang dapat dilihat pada bentuk-bentuk delta sungai yang cenderung meluas dan mengalami pembesaran pada bagian muara. Perubahan ini terjadi karena berbagai faktor yang berasal dari daratan maupun faktor yang berasal dari lautan. Sedimen bergerak di dalam sungai sebagai sedimen tersuspensi dan sebagai muatan dasar yang bergeser atau menggelinding (*rolling*) sepanjang dasar saluran. Setiap tahun di sekitar Delta Bodri terjadi pendangkalan yang diakibatkan oleh sedimentasi sehingga luas daratan terus bertambah. Penelitian tentang sedimentasi akibat pergerakan muatan dasar di sungai tersebut telah banyak dilakukan, sedangkan penelitian tentang material tersuspensi masih kurang.

Dalam muara, air sungai bercampur dengan air laut melalui aktivitas pasang surut dan gelombang (Neilson et al., 1989). Salah satu peran penting muara sungai adalah sebagai tempat pengeluaran / pembuangan debit sungai yang membawa material yang disuplai dari darat. Material ini sebagian akan mengendap di muara sungai, dan sisanya akan diteruskan ke laut. Gross (1972) menekankan bahwa pasang mendominasi sirkulasi air di sebagian besar muara sungai, sehingga suplai air di muara sungai bergantung pada peristiwa pasang surut. Arus pasang akan mampu mengaduk sedimen yang ada di muara sungai dimana hal ini terkait pula dengan konsentrasi Muatan Padatan Tersuspensi (MPT) yang ada di muara sungai.

Mulut sungai adalah bagian paling hilir dari muara sungai yang langsung bertemu dengan laut, sedangkan estuari adalah bagian dari sungai yang

dipengaruhi oleh pasang surut (Triatmodjo, 1999). Muara sungai berperan cukup penting dalam proses transpor sedimen dari darat yang akan menuju ke laut. Proses transpor sedimen ini juga dipengaruhi oleh proses-proses fisika oseanografi yang terjadi di lautan seperti arus, gelombang, dan pasang surut.

Adanya arus di laut disebabkan oleh perbedaan densitas masa air laut, angin yang bertiup terus menerus di atas permukaan laut dan pasang surut terutama di daerah-daerah pantai (Rahardjo dan Sanusi, 1983). Arus di perairan pantai dipengaruhi oleh gelombang dan pasang surut (Dahuri *et al.*, 1996). Pola arus pantai ini ditentukan oleh besarnya sudut yang dibentuk antara gelombang yang datang dengan garis pantai. Di perairan sempit dan semi tertutup, pasut merupakan gaya penggerak utama sirkulasi massa air. Arus pasang surut merupakan parameter yang penting dalam proses pengangkutan pasir dari mulut teluk menuju wilayah hulu.

Menurut Triatmodjo (1999), kecepatan angin akan menimbulkan tegangan pada permukaan laut, sehingga permukaan air yang semula tenang akan terganggu dan timbul riak gelombang kecil di atas permukaan air. Gelombang berpengaruh terhadap transpor sedimen pada pantai yang selanjutnya dapat bergerak masuk ke muara sungai dan karena di daerah tersebut kondisi gelombang sudah tenang, maka sedimen akan mengendap. Semakin besar gelombang semakin besar transpor sedimen dan semakin banyak sedimen yang mengendap di muara.

Pada saat pasang, volume air di daerah muara sungai bertambah dengan air yang berasal dari laut. Penambahan air laut ini akan menyebabkan konsentrasi MPT di perairan berubah. Begitu juga pada saat surut, air akan berkurang sehingga konsentrasi MPT di perairan akan berubah lagi. Konsentrasi MPT ini akan berkaitan dengan laju sedimentasi yang terjadi di muara sungai.

MPT dikenal pula dengan sebutan *suspended sediment load* atau *suspended particulate material*. MPT adalah partikel-partikel yang melayang dalam air, terdiri dari komponen hidup dan komponen mati. Komponen hidup terdiri dari fitoplankton, bakteri, fungi, dan sebagainya. Sedangkan komponen mati terdiri dari detritus dan partikel-partikel anorganik (Riyono, 1997 dalam Hutagalung *et al.*, 1997). Partikel tersuspensi dapat diklasifikasikan menjadi zat padat terapung yang selalu bersifat organik dan zat padat terendap yang dapat bersifat organik dan anorganik. Selanjutnya Alaerts dan Santika (1987) menjelaskan keberadaan MPT di perairan dapat berupa pasir, lumpur, tanah liat, koloid, serta bahan organik seperti plankton dan organisme lain.

Chester (1990) menggambarkan secara umum sumber-sumber material tersuspensi yang dapat berasal dari aliran sungai berupa hasil pelapukan, material darat, oksihidroksida, dan bahan pencemar; dari atmosfer berupa debu-debu atau abu yang melayang; dari laut berupa sedimen anorganik yang terbentuk dilaut, dan sedimen *biogenous* dari sisa rangka organisme dan bahan organik lainnya; serta dari estuari berupa hasil flokulasi, presipitasi sedimen dan produksi biologis organisme estuari.

Konsentrasi dan komposisi MPT bervariasi secara temporal dan spasial tergantung pada faktor-faktor fisik dan biologis yang mempengaruhinya. Faktor fisik yang mempengaruhi distribusi MPT terutama adalah pola sirkulasi air, pengendapan gravitasi, deposisi, dan resuspensi sedimen. Akan tetapi pola sirkulasi air merupakan faktor yang paling fundamental (Chester, 1990). Pola sirkulasi air dipengaruhi terutama oleh aliran air sungai dan arus pasang surut.

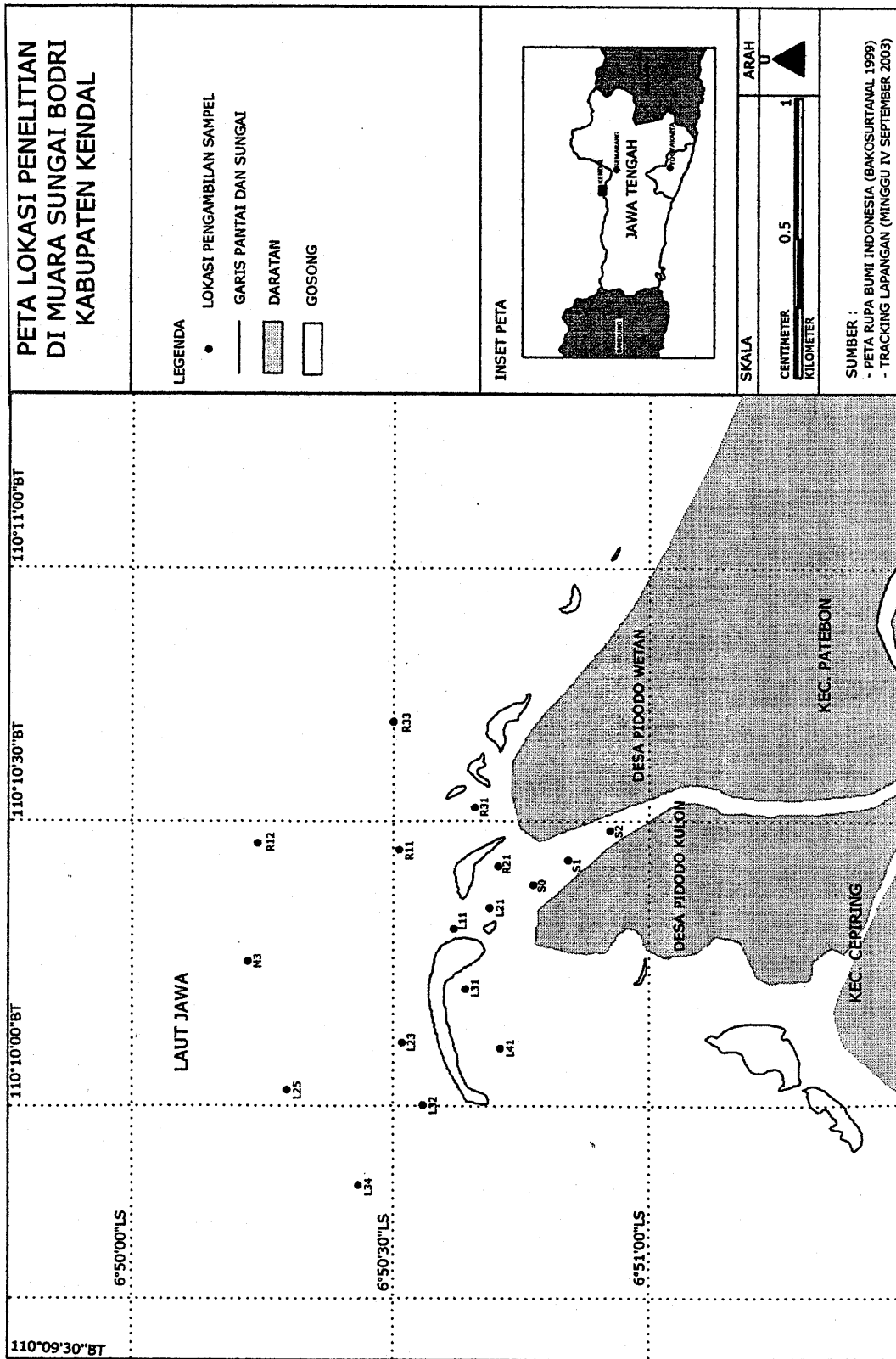
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi MPT di muara Sungai Bodri serta faktor-faktor oseanografi yang mempengaruhi pola distribusi MPT di muara sungai tersebut.

## Materi dan Metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan September - Oktober 2003 di muara Sungai Bodri, Kabupaten Kendal. Materi utama dari penelitian ini adalah sampel air dari sekitar muara Sungai Bodri.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi kasus. Pengambilan sampel menggunakan cara *sample survey method*. Lokasi penelitian dibagi 16 stasiun, 2 stasiun di badan sungai, 1 stasiun di muara sungai dan 13 stasiun lainnya di sekitar gosong (Gambar 1). Sampel diambil menggunakan *water sampler* tiap satu minggu selama satu bulan pada saat pasang dan surut. Selanjutnya sampel dianalisis di laboratorium dengan menggunakan metoda analisa MPT (Alaerts dan Santika, 1987) sebagai berikut :

1. Sampel yang sudah dikocok sebanyak 100 ml dimasukkan ke dalam alat penyaringan yang selanjutnya disaring dengan kertas saring (Whatman, dengan ukuran pori 0,45 mm).
2. Kertas saring diambil dari alat penyaringan kemudian dimasukkan ke dalam oven yang dipanaskan pada suhu  $\pm 105^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam.
3. Setelah kering kemudian kertas saring dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang. Penimbangan dilakukan berulang agar didapatkan berat konstan.



Gambar 1. Lokasi penelitian di muara Sungai Bodri, Kabupaten Kendal

Perhitungan MPT menurut Alaerts dan Santika (1984) adalah sebagai berikut:

$$MPT = \frac{(a - b)}{c} \text{ gram / liter}$$

Keterangan : a = berat kertas saring dan residu sesudah pemanasan ( g )

b = berat kertas saring sesudah pemanasan ( g )

c = volume sampel air ( L )

## Hasil dan Pembahasan

### Muatan Padatan Tersuspensi

Hasil perhitungan MPT pada saat pasang berkisar antara 0,058 g/L hingga 0,193 g/L seperti disajikan dalam tabel 1, sedangkan hasil perhitungan MPT pada kondisi surut berkisar antara 0,040 g/L hingga 0,135 g/L seperti disajikan dalam tabel 2 .

**Tabel 1.** Konsentrasi MPT pada saat pasang

Stasiun	Nilai MPT (g/L)			
	Minggu I	Minggu II	Minggu III	Minggu IV
S2	0,110	0,098	0,119	0,116
S1	0,170	0,101	0,063	0,058
S0	0,136	0,095	0,106	0,113
L21	0,082	0,155	0,138	0,142
L11	0,096	0,108	0,095	0,101
M3	0,102	0,113	0,103	0,108
L23	0,068	0,091	0,114	0,122
L25	0,071	0,095	0,162	0,152
L32	0,125	0,072	0,091	0,093
L34	0,108	0,126	0,094	0,099
L41	0,123	0,133	0,076	0,185
R12	0,091	0,092	0,088	0,097
R21	0,073	0,137	0,115	0,128
R31	0,061	0,097	0,136	0,154
R33	0,176	0,094	0,183	0,193

Pola sebaran MPT pada waktu pasang antara minggu I, II, III dan IV tidak menunjukkan perbedaan yang ekstrem. Kandungan MPT yang relatif lebih besar terdapat di sekitar muara dan pada luar gosong sebelah kanan (R33). Pada saat surut sebaran MPT pada minggu I, II, III dan IV tidak menunjukkan perbedaan yang ekstrem tetapi nilai kandungannya lebih kecil dibandingkan pada saat pasang dan pada beberapa lokasi telah berubah menjadi gosong pasir.

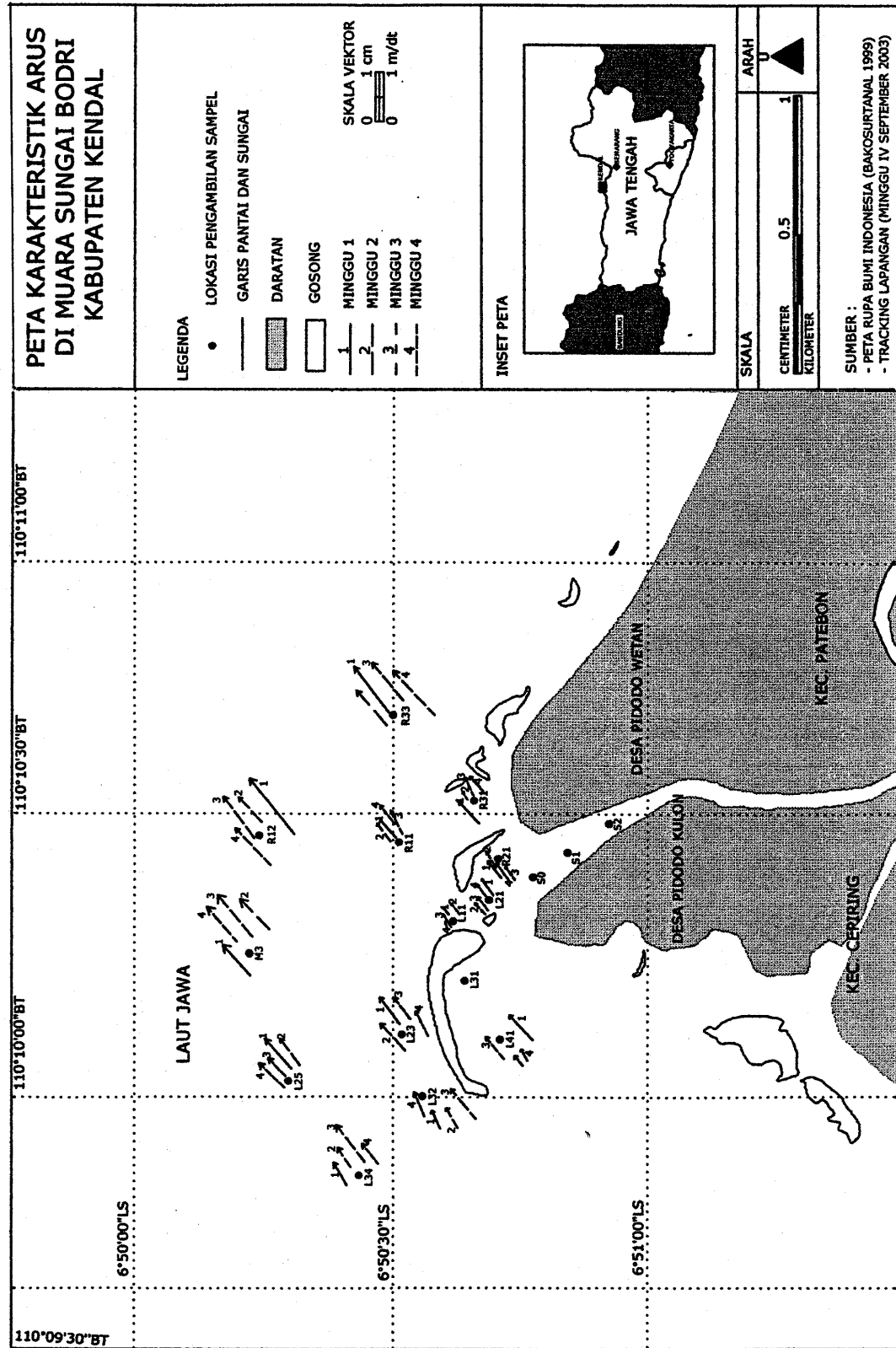
**Tabel 2.** Konsentrasi MPT pada saat surut

Stasiun	Nilai MPT (g/L)			
	Minggu I	Minggu II	Minggu III	Minggu IV
S2	0,040	0,066	0,074	0,079
S1	0,045	0,087	0,073	0,083
S0	0,103	0,106	0,108	0,115
L21	0,065	0,109	0,124	0,135
L11	-	-	-	-
M3	0,081	0,122	0,097	0,106
L23	-	-	-	-
L25	0,058	0,095	0,066	0,081
L32	-	-	-	-
L34	0,058	0,085	0,083	0,094
L41	0,103	0,122	0,089	0,104
R11	-	-	-	-
R12	0,087	0,077	0,081	0,091
R21	-	-	-	-
R31	-	-	-	-
R33	0,065	0,095	0,093	0,102

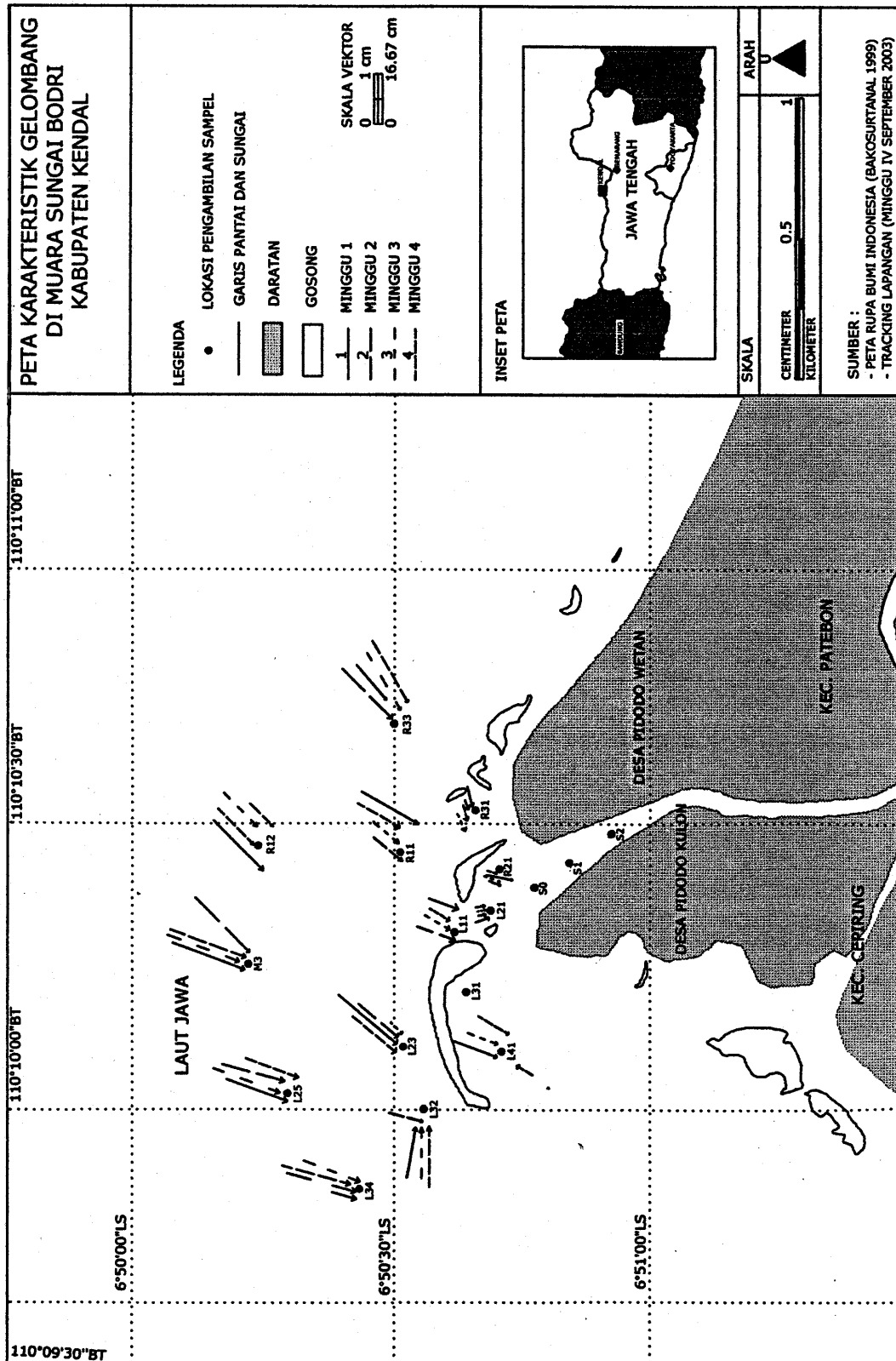
(-) : tidak dilakukan pengambilan sampel karena stasiun tersebut menjadi daratan

### Pengaruh Pasang, Arus dan Gelombang Terhadap Distribusi MPT

Berdasarkan tabel 1 dan 2, kita dapat melihat bahwa nilai MPT pada saat pasang lebih besar dibanding pada saat surut. Hal ini disebabkan oleh adanya aktivitas pasang sehingga arus dan gelombang yang sampai di daerah muara sungai cukup besar. Arus dan gaya pasang ini menyebabkan pengadukan sedimen di dasar perairan sehingga partikel sedimen tersebut tersuspensi di dalam air. Pasang tinggi dapat membawa partikel padatan tersuspensi jauh sampai ke hulu sehingga secara langsung mempengaruhi jumlah atau kandungan MPT di daerah tersebut. Sebaliknya pada saat surut, kondisi air yang relatif tenang mempengaruhi penyebaran suspensi. Air tenang ini disebabkan terjadinya tinggi air yang mencapai puncak dan menjelang surut kembali, atau dalam fase *slack* ( titik balik ). Pergerakan air yang menuju ataupun yang berasal dari laut relatif kecil, sehingga lebih stabil. Keadaan ini memungkinkan terjadinya pengendapan yang lebih intensif ke arah dasar dan pada saat fase *slack* terjadi setelah air pasang menyebabkan konsentrasi MPT menurun. Hal ini sesuai dengan pendapat Triatmodjo (1999) bahwa energi transport pada saat pasang lebih besar dibandingkan dengan saat surut, sehingga daya resuspensi saat pasang juga lebih besar dibandingkan dengan saat surut.



Gambar 2. Pola sebaran arah dan kecepatan arus di muara Sungai Bodri



Gambar 3. Pola sebaran arah dan tinggi gelombang di muara Sungai Bodri

Dari minggu I sampai minggu IV besarnya kecepatan arus relatif stabil, demikian juga arah arusnya. Arah arus hanya berkisar  $34,68^{\circ}$  -  $71,48^{\circ}$ . Kecepatan arus di stasiun yang terletak di gosong kanan sebelah luar (stasiun R12 dan R33) mempunyai kecepatan arus yang lebih tinggi dibanding dengan stasiun yang lain (Gambar 2). Perbedaan ini disebabkan oleh pengaruh besar sudut yang dibentuk antara gelombang datang dengan garis pantai yang mengakibatkan arus akan mengalir sepanjang pantai dan menjauhi pantai maupun perpaduan keduanya. Kondisi demikian sesuai dengan hasil penelitian Leeder (1982), bahwa kecepatan arus akan berkaitan dengan proses dispersi yang mengontrol transportasi dan distribusi MPT.

Tinggi gelombang pada saat pasang dan surut menunjukkan perbedaan. Tinggi gelombang pada saat pasang lebih besar dibanding pada saat surut. Tiap-tiap minggu tinggi gelombang selalu berfluktuasi naik turun meskipun dalam kisaran yang kecil. Sudut datang gelombang pada saat pasang maupun surut tidak menunjukkan banyak perbedaan. Pada saat surut di stasiun L32 dan R31 terjadi pembelokan sudut datang gelombang. Ini disebabkan adanya gosong, dimana gelombang yang terhalang oleh suatu rintangan akan membelok di sekitar ujung rintangan tersebut dan masuk di daerah terlindung di belakangnya

Tinggi gelombang di stasiun M3, L25, dan R33 (Gambar 3) menunjukkan nilai yang besar karena di daerah ini tidak terhalang oleh gosong. Gelombang yang besar akan mampu memilah dan mendistribusikan sedimen yang ada di perairan dari satu tempat ke tempat yang lain. Hal ini sesuai dengan kenyataan bahwa energi gelombang berbanding lurus dengan tinggi gelombang sebagaimana dikemukakan oleh Soransen (1991).

Tinggi gelombang di daerah muara sungai sangat kecil. Pada daerah ini gelombangnya relatif tenang dan tingginya hanya beberapa cm. Pengaruh gelombang yang kecil ini akibat adanya gosong di depan muara yang menghalangi pengaruh gelombang secara langsung di muara sungai. Gelombang yang lemah ini hanya mampu memindahkan partikel-partikel lembut dan menyisakan pasir besar dan kerikil di pantai. Material berbutir halus akan diendapkan dimana aksi gelombang relatif kecil.

## Kesimpulan

Konsentrasi MPT di muara Sungai Bodri pada saat pasang memiliki kisaran 0,058 g/L hingga 0,193 g/L, sedangkan pada saat surut memiliki kisaran 0,040 g/L hingga 0,135 g/L. Nilai MPT yang besar ada di daerah sekitar muara sungai, nilai MPT semakin berkurang ke

arah laut. Pasang, arus dan gelombang mempengaruhi distribusi MPT di perairan. Arus dan gaya pasang akan membawa padatan tersuspensi dari laut masuk ke muara sungai dan menyebabkan pengadukan sedimen di dasar perairan, sehingga konsentrasi MPT akan meningkat. Gelombang yang besar menyebabkan proses percampuran air dan sirkulasi secara terus menerus, sehingga sedimen sulit untuk mengendap sehingga konsentrasi MPT akan meningkat.

## Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Ilmu Kelautan FPIK UNDIP yang telah membantu dana untuk penelitian ini dan Ely Sulistyorini yang telah membantu dalam pengambilan sampel dan analisis laboratoriumnya.

## Daftar Pustaka

- Alaerts, G dan S. S. Santika. 1987. *Metoda Penelitian Air*. Usaha Nasional, Surabaya.
- Chester, R. 1990. *Marine Geochemistry*. Unwin Hyman Ltd, London.
- Dahuri, R., Rais, J., Ginting, S.P., dan Sitepu, M.J. 1996. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Duedal, I. W. 1978. *Distribution Composition and Morphology of Suspended Solid in The New York Bight Apex* dalam Wiley, M.W. (Ed). *Estuarine Interaction*. Academic Press Inc, New York.
- Gross, M. G. 1972. *Oceanography. A View of The Earth*. Prentice Hall Inc, New Jersey.
- Hutagalung, H. P., D. Setiapermana dan S. H. Riyono. 1997. *Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota*. Buku 2. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi LIPI, Jakarta.
- Leeder, M.R. 1982. *Sedimentology Process and Product*. George Allen and Unwin Ltd, London.
- Neilson, B. J. A., Kuo and J. Brubaker. 1989. *Estuarine Circulation*. The Humana Press Inc, New Jersey.
- Nybakken, J. W. 1988. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. PT Gramedia, Jakarta.
- Rahardjo, S dan H. S Sanusi. 1983. *Oseanografi Perikanan 1*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- Soransen, M.N., 1991. *Basic Coastal Engineering*. John Willey & Sons, Inc. Singapore.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset, Yogyakarta.