

## Pemetaan Karakteristik Fisika-Kimia Perairan Dan Pemodelan Arus Di Kabupaten Sidoarjo

Johannes Riter\*, Chrisna Adhi Suryono, Ibnu Pratikto

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl.Prof.H.Soedarto S.H, Tembalang,Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia

\*Corresponding author, e-mail: johannesriter@gmail.com

**ABSTRAK** : Karakteristik suatu perairan dapat diketahui baik melalui sifat fisika maupun sifat kimia dari massa airnya seperti temperatur, salinitas, turbiditas, oksigen terlarut, dan lain-lain. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kondisi pola sebaran karakteristik fisika dan kimia perairan Sidoarjo dan muara sungai Porong dengan pemetaan dan model hidrodinamika 2D horizontal. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *purposive sampling method*. Pengumpulan data dilakukan secara in situ dengan cara observasi langsung di lapangan. Data yang dikumpulkan yaitu lokasi, data parameter perairan yaitu suhu, pH, salinitas, kecerahan, turbiditas, DO, arus dan kedalaman. Data yang telah didapat dianalisa menggunakan interpolasi dengan metode *Spline* serta pembangunan model hidrodinamika (pola arus) perairan Sidoarjo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perairan Sidoarjo memiliki karakteristik fisika dan kimia yang cukup beragam, terutama di daerah muara sungai Porong. Pengukuran parameter tersebut dilakukan pada kondisi pasang dan pasang menuju surut. Hasil pengukuran data di lapangan memiliki nilai suhu rata-rata adalah 28.8°C, kecepatan arus rata-rata 0.19 m/d, nilai pH adalah 8.25, nilai salinitas rata-rata adalah 32.5 ‰, nilai kecerahan rata-rata adalah 1.1 m, nilai DO adalah 7.2 mg/L, nilai turbiditas rata-rata adalah 14.26 NTU, nilai kedalaman pada rentang 1.15 – 27.5 m.

**Kata Kunci** : Pemetaan, Karakteristik Fisika-Kimia, Pemodelan.

### *Mapping Physics-Chemical Characteristics of Water and Flow Modeling in Sidoarjo Regency*

**ABSTRACT** : Characteristics of waters can be seen through the physical and chemical properties of the water masses such as temperature, salinity, turbidity, dissolved oxygen, and others. This study was conducted to determine the condition of the distribution pattern of physical and chemical characteristics of the waters of Sidoarjo with mapping and horizontal 2D hydrodynamic models. The method used in this research is *purposive sampling method*. The data collection is done by in situ which means of direct observation in the field. Data collected ie location, water parameter data such as temperature, pH, salinity, transparency, turbidity, DO, flow and depth. Data have been obtained are analyzed using *Spline* interpolation method and the hydrodynamic models (flow pattern) of Sidoarjo waters. The results showed that the waters of Sidoarjo has the physical and chemical characteristics are quite varied, especially in the area of Porong river. The parameter measurements carried out on tidal conditions and the tide towards downs. The results of the measurement data in the field has the value of the average temperature was 28.8 ° C, current speed average of 0:19 m / d, the pH value is 8.25, the value of average salinity is 32.5 ‰, the value of average brightness is 1.1 m, the value of DO is 7.2 mg / L, the average value of turbidity is 14.26 NTU and the average value of depth is from 1.15 to 27.5 m.

**Keywords**: Mapping, Physical-Chemical Characteristic, Modelling.

### PENDAHULUAN

Kabupaten Sidoarjo adalah sebuah kabupaten di Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Kabupaten ini berbatasan dengan Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik di utara, Selat Madura di timur, Kabupaten Pasuruan di selatan, serta Kabupaten Mojokerto di barat. Sidoarjo merupakan salah satu penyangga utama Kota Surabaya. Hal ini dikarenakan pengembangan daerah yang cukup

pesat terutama di wilayah pesisirnya yang dikemas dengan baik dan terarah. Dengan daerah perairan yang luas meliputi dataran delta ketinggian 0-3 meter seluas 19.006 Ha, sekitar 29,99% merupakan daerah pertambakan yang berada di wilayah bagian timur.

Tetapi dengan seiringnya perkembangan dan aktivitas manusia baik di wilayah darat dan pesisirnya, membuat kondisi fisik dan kimia perairan Sidoarjo mengalami perubahan. Hal ini diakibatkan aktivitas pelayaran kapal, pembangunan wilayah pesisir dan pembuangan limbah ke wilayah muara dan perairan Sidoarjo. Kegiatan pembuangan lumpur PT. Lapindo Brantas di sungai Porong memberikan dampak pada kondisi fisika dan kimia perairan di muara Sungai Porong dan juga berimbas ke seluruh wilayah perairan Sidoarjo. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kondisi pola sebaran karakteristik fisika dan kimia perairan Sidoarjo dan muara sungai Porong dengan pemetaan dan model hidrodinamika 2D horizontal.

Parameter fisika dan kimia sangat erat kaitannya pada dinamika perairan di Indonesia. Karakteristik suatu perairan dapat diketahui baik melalui sifat fisika maupun sifat kimia dari massa airnya seperti temperatur, salinitas, konduktivitas, oksigen terlarut, dan lain-lain. Diantara variabel-variabel tersebut, temperatur dan salinitas memiliki peranan penting dalam mencerminkan kondisi massa air laut. Hal ini dikarenakan berbagai aspek distribusi parameter seperti reaksi kimia dan proses biologi merupakan fungsi dari temperatur sehingga temperatur menjadi variabel yang menentukan. Sedangkan salinitas merupakan faktor penting bagi penyebaran organisme perairan laut (Nurhayati, 2006).

Hal-hal tersebut sangat dipengaruhi oleh aktivitas daerah pesisir atau estuari, salah satunya akibat kegiatan pembuangan limbah atau lumpur, alur pelayaran kapal maupun kegiatan budidaya perikanan. Faktor fisika-kimia laut, seperti cahaya, suhu, salinitas, arus dan pasang surut semenjak semula dipandang sebagai faktor abiotik yang memiliki banyak kegunaan dalam proses kelangsungan hidup ekosistem perairan laut (Nurmila, 2008).

Pesisir Kabupaten Sidoarjo dan Muara Sungai Porong memiliki daerah yang masih banyak terdapat pemukiman, pertambakan atau perikanan budidaya. Pembuangan limbah dan lumpur ke Sungai Porong semakin memperparah beban Sungai Porong dan perairan Sidoarjo dari polutan yang berakibat air menjadi keruh, sedimentasi lumpur dan kualitas air di wilayah tersebut menurun tajam. Berdasarkan permasalahan tersebut penelitian ini dilaksanakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisis dan kimiawi perairan serta menghubungkannya terhadap pengaruh deposisi lumpur di delta Sungai Porong, Sidoarjo, Jawa Timur.

## MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan adalah parameter karakteristik fisika dan kimia perairan, kedalaman dan arus di perairan Sidoarjo. Pengukuran parameter perairan meliputi suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut, kecerahan, arus, turbiditas dan kedalaman. Metode dalam penelitian ini adalah metode survei melalui pendekatan spasial dan temporal dengan melakukan pengukuran langsung parameter fisika, kimia di perairan. Pendekatan spasial bermaksud untuk mempresentasikan dan memodelkan aspek-aspek keruangan dari suatu fenomena. Sedangkan pendekatan temporal yaitu untuk merepresentasikan aspek-aspek waktu dari suatu fenomena.

Titik pengukuran dilakukan in situ dengan interval tiap titik 1-2 km. Lokasi pengambilan titik berada dalam zona pengelolaan pesisir kabupaten. Zona tersebut berada dalam jangkauan 4 mil dari garis pantai yaitu 500 m, 2000m, dan 6000 m dari bibir pantai. Asumsi pada titik stasiun 500 dan 2000 meter mewakili perairan dangkal dan 6000 meter merupakan batas administrasi sesuai UU No. 23 Tahun 2014 wilayah pengelolaan laut provinsi (BIG, 2015). Metode ini digunakan karena ingin mengetahui karakteristik perairan seperti suhu, salinitas, oksigen terlarut, kecerahan, arus, kedalaman dan juga pH di perairan tersebut.

Pengukuran data dimulai dengan pengukuran kedalaman, *marking* koordinat titik lokasi, suhu, DO, kecepatan & arah arus, kecerahan, salinitas, pH, dan turbiditas. Pengambilan data menggunakan alat-alat seperti *echosounder*, *secchi disk*, *flow meter*, refraktometer, DO meter dan pH meter. Data-data tersebut di back up menggunakan Microsoft Excel untuk kemudian diolah menjadi peta interpolasi.

## Pengolahan Data

Pengolahan data yang ada (form survey, peta, koordinat) menggunakan software Microsoft Excel, ArcGIS 10.0, dan Mike 21.

Melakukan pemindahan data dari lembar survey ke dalam sheet pada Microsoft Excel yang berisi hasil atau nilai dari parameter, koordinat dan waktu pengambilan data. Memasukan peta RBI lalu di rektifikasi agar sesuai dengan kondisi yang sebenarnya lalu input data excel tersebut ke dalam ArcGIS dengan semua parameternya. Lalu melakukan *layouting* agar peta dapat ditampilkan sesuai dengan aturan dan standard kartografi dari Badan Informasi Geospasial (BIG). Proses pemodelan dimulai dengan pengumpulan data-data yang diperlukan dalam pemodelan. Data-data tersebut disiapkan untuk digunakan sebagai input pemodelan. Untuk data kondisi bathimetri digunakan data dari DISHIDROS berupa peta laut yang sudah dilakukan digitasi terlebih dahulu dan data bathimetri hasil pengukuran. Setelah itu dilakukan pengaturan konfigurasi model yaitu penyusunan *mesh* (jaring-jaring pembangun *base/boundaries* untuk model) dan bathimetri pemodelan (DISHIDROS, 1997).

Tahap selanjutnya adalah persiapan input data *hydrodynamic module* untuk domain besar (global) dan *spectral wave module* menggunakan domain sedang (medium). Data yang disiapkan untuk hydrodynamic module adalah syarat-syarat batas yang berupa data pasang surut dari data NAOTIDE. Sedangkan untuk spectral wave module disiapkan data-data tinggi dan perioda gelombang signifikan hasil analisa hindcasting, juga output *Hydrodinamic* (HD) domain besar berupa elevasi muka air untuk dijadikan input di modul *Spectral Wave* (SW). Setelah itu, maka tahap selanjutnya melakukan verifikasi dengan data pengukuran pasut di lokasi kajian dan melakukan analisa sementara hasil dari HD domain kecil.

## Kompilasi Data

Data yang digunakan untuk pemodelan Mike 21 seperti peta topografi, peta bathimetri, peta laut, data pasang surut, dan data lainnya diperoleh dari berbagai sumber. Penyusunan mesh adalah pekerjaan yang penting dalam proses pemodelan. Penyusunan mesh pada pemodelan ini berdasarkan flexible mesh dengan menggunakan mesh generator dari MIKE 21. Mesh file menggabungkan kedalaman perairan dengan posisi geografi yang berbeda.

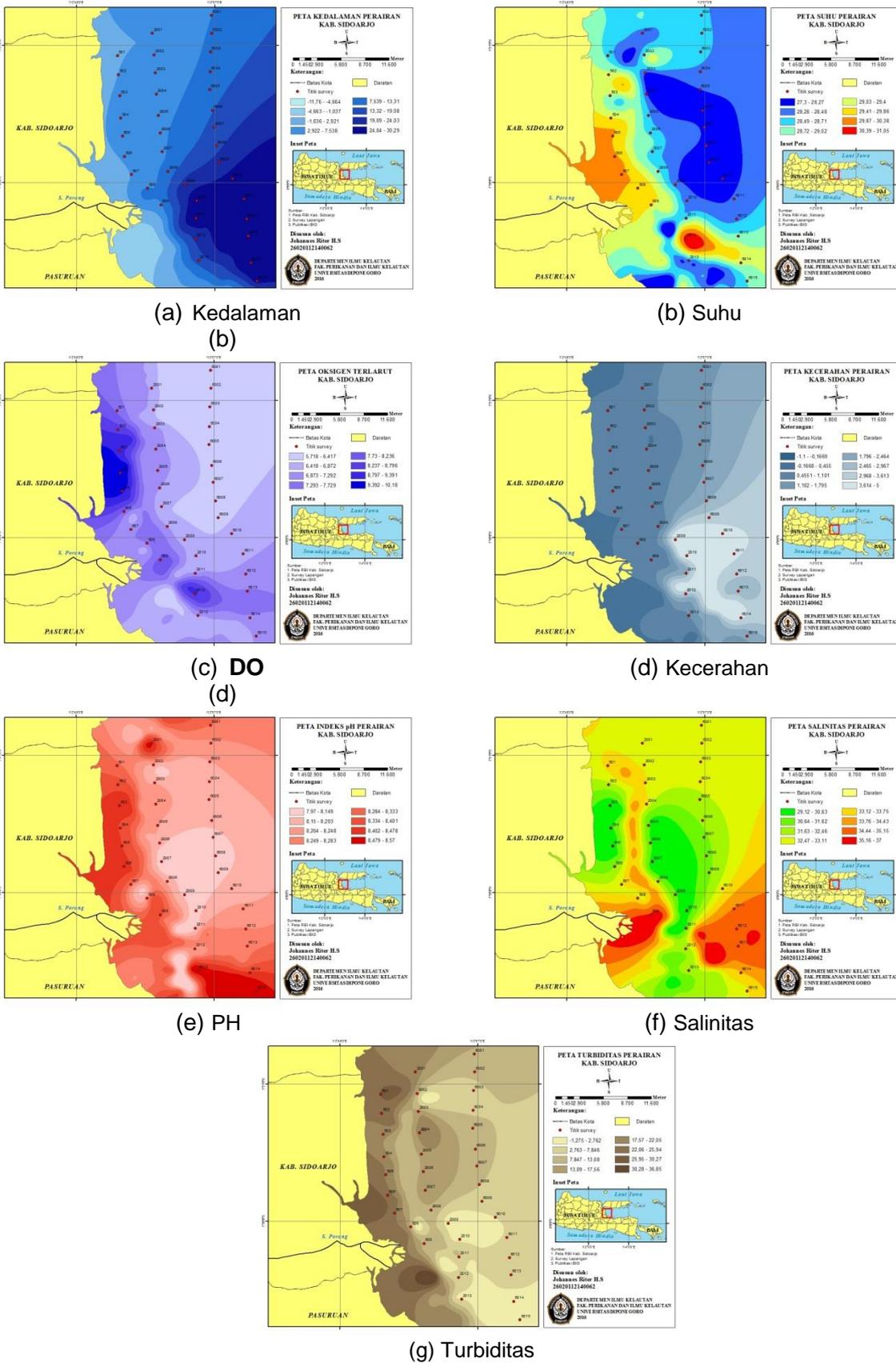
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pemetaan karakteristik fisika dan kimia perairan yang dilakukan di perairan Kabupaten Sidoarjo menunjukkan bahwa perairan Sidoarjo khususnya di delta Sungai Porong memiliki pola yang cukup sesuai dengan sebaran parameter kimia dan fisika secara teoritis.

Pada perairan Sidoarjo khususnya di daerah delta Porong memiliki kecepatan arus yang sangat bervariasi yang berkisar 0.21 m/s – 1.75 m/s dengan rata - rata keseluruhan 0.3 m/ detik. Arus sangat berpengaruh besar terhadap distribusi parameter fisika dan kimia perairan selain pasang surut. Dari peta kecepatan dan arah arus menunjukkan bahwa arah arusnya dominan mengarah ke utara kemudian berbelok ke arah barat laut. Hal ini juga yang mempengaruhi pola sebaran parameter – parameter fisika dan kimia seperti suhu, salinitas, turbiditas, kecerahan, pH dan lain – lain menjalar di sepanjang pantai Sidoarjo.

Secara umum, parameter – parameter yang dikaji memiliki nilai yang tinggi di daerah muara sungai Porong. Tingginya nilai tersebut berasal dari zat – zat kimia dan biologi serta material tersuspensi yang dibawa oleh sungai Porong. Kondisi tersebut sesuai dengan pernyataan Hutagalung *et al.* (1997) yang menyebutkan bahwa konsentrasi parameter perairan (salinitas, DO, kecerahan, turbiditas, pH, dll) cenderung memiliki nilai yang besar di daerah muara dan pantai dan berkurang ke arah laut.

Suhu berperan penting bagi kehidupan dan perkembangan biota laut, peningkatan suhu dapat menurunkan kadar oksigen terlarut di perairan. Suhu perairan hasil penelitian ini berkisar 28.1 – 29.9°C, dimana angka tersebut menunjukkan tingkat yang cukup tinggi. Penyebab suhu yang Suhu berperan penting bagi kehidupan dan perkembangan biota laut, peningkatan suhu dapat menurunkan kadar oksigen terlarut di perairan. Suhu perairan hasil penelitian ini berkisar 28.1 –



Gambar 1. Peta Sebaran Parameter Fisika – Kimia di Perairan Sidoarjo

29.9°C, dimana angka tersebut menunjukkan tingkat yang cukup tinggi. Penyebab suhu yang tinggi tersebut adalah dapat disebabkan oleh buangan air atau material pada sungai Porong yang memiliki suhu tinggi sehingga mengakibatkan kenaikan suhu pada perairan Sidoarjo dan sekitarnya. Pada perairan Sidoarjo khususnya muara sungai Porong memiliki nilai suhu dalam rentang 29 – 29.9°C, berbeda dengan wilayah di sepanjang perairan Sidoarjo ke arah utara yang berkisar di angka 28.1 – 28.7°C. Perubahan suhu mempengaruhi tingkat kesesuaian perairan sebagai habitat organisme akuatik, karena itu setiap organisme akuatik mempunyai batas kisaran maksimum dan minimum (Effendi, 2003).

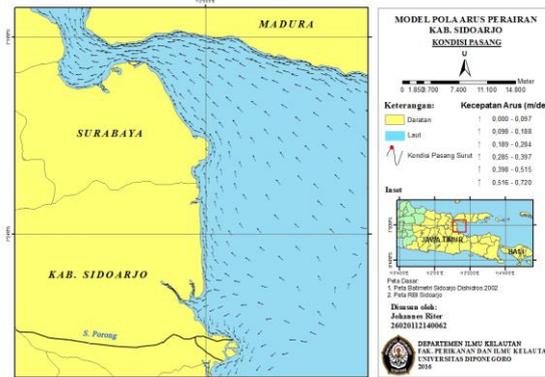
Salinitas perairan hasil penelitian 30 - 34‰ dengan rata-rata 32.5 ‰. Untuk nilai salinitas yang tinggi berada pada titik survey di dekat muara sungai, hal ini diduga disebabkan oleh adanya pengaruh dari suhu perairan. Lesmana (2001) menyatakan bahwa naiknya suhu akan berpengaruh terhadap salinitas perairan. Selain itu, material – material yang terbawa aliran pada sungai Porong juga mengandung kadar garam yang cukup tinggi yang sangat mempengaruhi salinitas di daerah muara dan pantai. Pada peta salinitas (Gambar. 1f) menunjukkan bahwa sebaran konsentrasi salinitas pada lokasi penelitian bergerak ke arah timur. Semakin ke timur menuju laut, umumnya konsentrasi salinitas air laut semakin tinggi (Nontji, 1993).

Derajat keasaman (pH) sangat berpengaruh terhadap kondisi dan kualitas perairan. Nilai pH air laut berkisar 8,1 – 8,51 dan semakin rendah ke wilayah pantai karena pengaruh air tawar. Tetapi berdasarkan hasil pengukuran didapat bahwa nilai pH di titik 2000 m dekat muara Porong menunjukkan angka 8,51. Hal ini menunjukkan perbedaan yang signifikan dibanding penelitian yang dilakukan oleh Didi *et al.* (2009) yang menyatakan bahwa nilai pH di perairan muara sungai Porong berkisar antara 7 – 7.6, dan relatif netral. Pengaruh ini akibat material – material tersuspensi dari aliran sungai Porong yang membuat kenaikan nilai pH lebih dari 5 tahun lalu. pH merupakan suatu pernyataan dari konsentrasi ion hidrogen ( $H^+$ ) di dalam air, besarnya dinyatakan dalam minus logaritma dari konsentrasi ion H. Besaran pH berkisar antara 0 – 14, nilai pH kurang dari 7 menunjukkan lingkungan yang masam sedangkan nilai di atas 7 menunjukkan lingkungan yang basa, untuk pH =7 disebut sebagai netral (Hardjojo dan Djokosetyanto, 2005). Perairan dengan pH < 4 merupakan perairan yang sangat asam dan dapat menyebabkan kematian makhluk hidup, sedangkan pH > 9,5 merupakan perairan yang sangat basa yang dapat menyebabkan kematian dan mengurangi produktivitas perairan.

Nilai konsentrasi DO saat penelitian memiliki kisaran 6 – 9,6 mg/l dan nilai terendah pada titik 6000 meter yaitu 6 mg/l. Kondisi DO tersebut selain pengaruh dari proses fotosintesis biota autotrof di perairan juga dipengaruhi oleh masukan oksigen dari udara. Effendi (2003) menyatakan, bahwa sumber oksigen terlarut dapat berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer (35%) dan aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton. Nilai DO yang lebih kecil di daerah muara Porong dan ke arah laut dibanding kan di daerah pantai, diakibatkan karena meningkatnya nilai kekeruhan air, sehingga mengakibatkan penetrasi cahaya matahari berkurang sehingga aktifitas fotosintesis oleh biota autotrof dan fitoplankton menjadi terhambat dan kontribusi oksigen yang dihasilkan menjadi berkurang.

Nilai konsentrasi kekeruhan (turbiditas) selama penelitian berkisar 0 – 24.52 NTU. Angka tertinggi didapat pada titik 500 m atau dekat muara sungai Porong dan pantai. Hal ini diduga karena lokasi pengukuran yang dekat dengan muara sungai Porong, sehingga berpotensi terjadinya akumulasi partikel – partikel halus seperti lumpur akibat adanya aktivitas pasang surut. Pada saat pasang, air laut akan masuk ke sungai dengan mengangkut partikel dari laut, dimana dalam perjalanannya terjadi pertemuan antara arus dari laut dengan arus dari sungai, sehingga terjadi akumulasi tersebut. Pada saat surut, air sungai bergerak keluar muara dengan mengangkut hasil akumulasi menuju ke depan muara. Kordi dan Andi (2009) menyatakan, bahwa kemampuan cahaya matahari untuk menembus sampai ke dasar perairan dipengaruhi oleh kekeruhan (turbiditas) air yang nantinya juga mempengaruhi kecerahan (*visibility*) perairan.

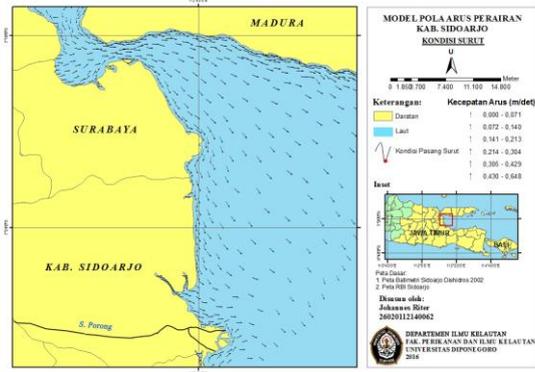
Kecerahan menunjukkan kemampuan penetrasi cahaya ke dalam perairan. Tingkat penetrasi cahaya sangat dipengaruhi oleh partikel yang tersuspensi dan terlarut dalam air sehingga mengurangi laju fotosintesis. Pada penelitian ini didapatkan nilai kecerahan perairan Sidoarjo



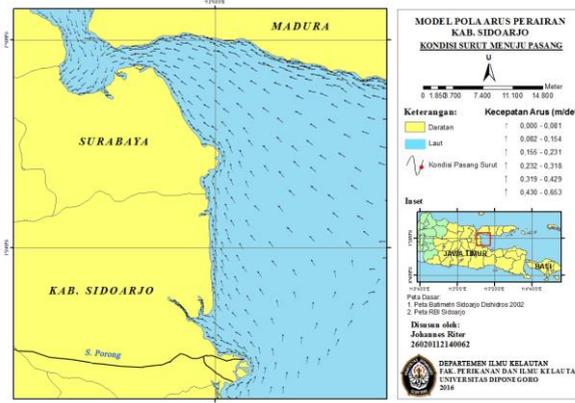
Pasang



Pasang menuju surut



Surut



Surut menuju pasang

Gambar 2. Model Pola Arus Perairan Sidoarjo

berada pada rentang 0,5–4 meter. Pada titik 6000 meter, sebagian menunjukkan kondisi kecerahan yang masih tinggi, hal ini diakibatkan pengukuran data pada titik tersebut sudah tidak terlalu terpengaruh pasang surut seperti pada pantai dan muara yang lebih menunjukkan nilai kecerahan yang rendah.

### **Pemodelan/Simulasi Pola Arus**

Arah arus kondisi pasang terlihat bergerak dari arah selatan - tenggara ke arah barat – barat laut dan terdapat arah arus yang berbelok ke arah barat daya. Kecepatan arus minimum 0,097 m/det dan kecepatan arus maksimum pada 0,720 m/det. Menunjukkan penambahan kecepatan ke arah barat laut diakibatkan penyempitan pada Selat Madura. Arah arus kondisi pasang menuju surut terlihat bergerak dari arah utara – barat laut yang terbagi dua yaitu ke arah tenggara - timur dan ke arah selatan, menjalar di sepanjang pantai Sidoarjo. Kecepatan arus minimum 0,079 m/det dan kecepatan arus maksimum pada 0,718 m/det. Masih terdapat arus yang mengarah ke barat laut di Selat Madura karena peralihan dari kondisi pasang menuju surut.

Arah arus kondisi surut terlihat bergerak sangat dominan dari arah utara – barat laut ke arah selatan – tenggara, menjalar di sepanjang pantai Surabaya ke Sidoarjo tapi masih ada pula yang berbelok di muara Sungai Porong ke arah utara. Kecepatan arus minimum 0,071 m/det dan kecepatan arus maksimum pada 0,648 m/det.

Arah arus kondisi surut menuju pasang bergerak dari arah selatan – tenggara ke arah barat laut dan terdapat arah arus yang berbelok ke arah utara menjalar di sepanjang pantai Sidoarjo. Kecepatan arus minimum 0,081 m/det dan kecepatan arus maksimum pada 0,653 m/det. Menunjukkan penambahan kecepatan dan pembelokkan ke arah barat daya - barat pada pesisir utara Surabaya dan perbatasan Gresik.

### **KESIMPULAN**

Sebaran parameter fisika dan kimia perairan Sidoarjo adalah menuju ke arah Utara, menjalar di sepanjang pesisir Sidoarjo hingga ke Surabaya dan juga di daerah sekitar muara Sungai Porong dengan nilai konsentrasi yang berbeda antara satu parameter dan parameter lainnya. Pola sebaran konsentrasi tiap parameter relatif sama. Aktivitas pembuangan limbah dan material yang akhirnya bermuara ke delta Sungai Porong mengakibatkan perubahan yang signifikan pada perairan Sidoarjo dilihat dari aspek fisik (kedalaman, kecepatan arus, turbiditas dan kecerahan) serta kimianya (oksigen terlarut, pH, salinitas, dan suhu). Selain itu, hal ini pun didukung oleh pergerakan pola arus yang kontinu di sepanjang perairan Sidoarjo ke arah utara.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Didi, A., A. Feny., I. Dodie. dan H. Soffian. 2009. Pemantauan Kualitas Air dan Lumpur di dalam dan luar Peta Area Terdampak Lokasi Semburan Lumpur di Sidoarjo. Laporan Penelitian BPLS: Sidoarjo.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Penerbit Kanisius: Yogyakarta.
- Hardjojo, B., Djokosetiyanto, (2005), Pengukuran dan Analisis Kualitas Air, Edisi Kesatu Modul 1 – 6, Universitas Terbuka, Jakarta.
- Hutagalung, Horas P. 1997. Metode Analisis Air Laut Sedimen dan Biota. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta.
- Kordi, K Ghufro dan Andi Baso Tancung. 2009. Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan. Rineka Cipta : Jakarta
- Lesmana, D. 2001. Kualitas Air Untuk Ikan Hias Air Tawar. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Nontji, A. 1993. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta.

- Nurhayati. 2006. Distribusi Vertikal Suhu, Salinitas, dan Arus di Perairan Morotai, Maluku Utara. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 40: 29-41.
- Nurmila. 2008. Karakteristik Fisika Kimia Perairan dan Kaitannya Dengan Distribusi Serta Kelimpahan Larva Ikan Di Teluk Pelabuhan Ratu. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor: Bogor.