

## **STUDI POLA DAN KARATERISTIK ARUS LAUT DI PERAIRAN KALIWUNGU KENDAL JAWA TENGAH PADA MUSIM PERALIHAN I**

**Tarhadi, Elis Indrayanti, Agus Anugroho DS**

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang. 50275 Telp/Fax (024) 7474698  
Email : tarhadi\_ocean@yahoo.co.id, elis\_undip@yahoo.com

### **Abstrak**

Pembangunan Pelabuhan di daerah Kaliwungu Kendal menyebabkan kondisi perairan di sekitar lokasi pelabuhan menjadi dinamis. Proses hidro-oseanografi memberikan pengaruh terhadap kondisi di perairan Kaliwungu dalam hal ini khususnya arus laut. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pola dan karakteristik arus laut di perairan Kaliwungu Kendal. Materi yang digunakan meliputi data primer berupa arus dan data sekunder yaitu data angin dan peta bathimetri perairan Kaliwungu Kendal. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah deskriptif dengan penentuan lokasi pengambilan data arus dengan purposive sampling methods. Perekaman data arus dengan ADCP dan pengolahan data dengan ADCIRC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kecepatan arus per lapisan sebagai berikut : lapisan permukaan (0 m s/d 2 m) adalah 0,088 m/dt, lapisan tengah (3 m s/d 8 m) adalah 0,070 m/dt dan lapisan dasar (8 m s/d 10 m) adalah 0,057 m/dt. Kecepatan rata-rata arus Perairan Kaliwungu Kendal pada musim peralihan I adalah 0,089 m/dt dan arah dominasi ke arah tenggara. Karakteristik arus Perairan Kaliwungu Kendal di dominasi arus pasut sebesar 84% dan arus non pasut 16% dengan pola gerakan arus laut mengikuti pola gerakan pasang surut.

**Kata Kunci:** Pola Arus, Karakteristik Arus, Arus Pasut, Perairan Kaliwungu

### **Abstract**

*Port development at Kaliwungu Kendal has influenced the condition of port and its surroundings to more dynamic. The hidro-oceanography process had influenced the condition of water, especialy to the current. This research aimed to know the pattern and characteristic of current at Kaliwungu Kendal water. Current data used as primary data while wind and bathymetry maps used as secondary. Method used in this research by using descriptic method which is location from measurement determination by purposive sampling methods. Recording current measurement with ADCP and processing data by using ADCIRC. The results showed that the average flow velocity layering as follows: the surface layer (0 ms / d 2 m) is 0.0888 m / s, the middle layer (3 ms / d 8 m) was 0.0701 m / s and layer base (8 ms / d 10 m) was 0.0568 m / s. The average velocity in the flow of waters Kaliwungu Kendal I transitional seasons was 0.089 m / s and direction of dominance to the southeast. Water flow characteristics Kaliwungu Kendal dominated tidal currents flow by 84% and 16% with the current movement is following tidal movement.*

**Key word :** current pattern, current charateristic, current tidal, kaliwungu waters

## **1. Pendahuluan**

Perairan Kaliwungu Kendal terletak di Kabupaten Kendal Jawa Tengah yang terletak pada  $109^{\circ}40'$  -  $110^{\circ}18'$  Bujur Timur dan  $6^{\circ}32'$ - $7^{\circ}24'$  Lintang Selatan. Pada perairan Kaliwungu terdapat sebuah pelabuhan yang akan difungsikan bukan hanya sebagai tempat berlabuhnya kapal penumpang melainkan juga akan dikelola untuk dijadikan pelabuhan peti kemas dan kapal-kapal besar. Adanya pembangunan pelabuhan di daerah Kaliwungu mengakibatkan kondisi pantai di sekitar lokasi pelabuhan menjadi sangat dinamis, di beberapa tempat terlihat bekas-bekas erosi tetapi di tempat lain terlihat adanya akresi, terutama di muara sungai. Kondisi pantai sejak dibangunnya pelabuhan mengalami perubahan, kondisi pantai disekitar pelabuhan telah banyak mengalami erosi sehingga menyebabkan garis pantai berkurang ke arah darat. Luas erosi dan abrasi yaitu dengan luasan 150 Ha sepanjang 4 km dan 15 Ha sepanjang 2 km (Bappeda Kendal, 2009).

Faktor-faktor hidro-oseanografi seperti gelombang, arus laut dan pasang surut sangat berpengaruh terhadap kondisi di suatu perairan. Arus merupakan perpindahan massa air yang di akibatkan beberapa faktor, diantaranya perbedaan massa jenis air, perbedaan tekanan, gaya-gaya pembangkit lain seperti gelombang panjang dan angin. Pola dan karakteristik arus yang meliputi jenis arus dominan, kecepatan dan arah serta pola pergerakan arus laut menyebabkan kondisi suatu perairan menjadi dinamis. Pergerakan arus membawa material-material serta sifat-sifat yang terdapat dalam badan air. Hal ini menyebabkan arus memiliki peranan penting dalam menentukan kondisi suatu perairan (Safwan Hadi, 2006).

Berdasarkan penjelasan tersebut di atas penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pola arus dan karakteristik arus laut diperairan Kaliwungu Kendal, dimana hasilnya nanti dapat digunakan sebagai data dasar dalam pengelolaan pelabuhan dan perairan disekitarnya.

## **2. Materi dan Metode Penelitian**

### **A. Materi Penelitian**

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder . Data primer berupa data arus, data pasang surut. Sedangkan data sekunder berupa Peta Lingkungan Pantai Indonesia Semarang tahun 2001 dan citra satelit *Google Earth*.

### **B. Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Tujuan penelitian deskriptif adalah untuk membuat pencandraan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta dan sifat-sifat daerah tertentu (Suryabrata, 1998). Pemodelan dalam penelitian ini menggunakan *software SMS (Surface Water Modelling System)* dan *ArcGis* serta *world current. Software SMS (Surface Water Modelling System)* digunakan untuk pemodelan pola arus dan *software world cuurent* digunakan untuk menentukan karakteristik arus laut.

### **C. Metode Pengukuran Data**

#### **Pengukuran Data Arus**

Pengukuran arus menggunakan alat ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) Argonout SonTek XR ditanam pada koordinat  $6^{\circ}52'71,5''$  LS  $110^{\circ}17'48,8''$  BT. Alat tersebut diletakkan pada dasar perairan dengan sensor menghadap ke atas. Alat ini akan diperoleh kecepatan arus di semua kedalaman dalam satu kolom air. Pengukuran arus dilakukan selama 3 x 24 jam dengan interval 10 menit. Dengan lokasi pengukuran berada sejauh  $\pm 1$  km dari garis pantai, yang diletakkan pada kedalaman 11 meter karena kondisi pantai yang dangkal dan landai. Pada saat pengukuran, alat disetting/diatur untuk dapat merekam data setiap 10 menit baik untuk arah U (barat-timur/E), V (utara-selatan/N), dan Z( atas-bawah/U).

#### **Pengukuran Data Pasang Surut**

Pengukuran pasang surut dilaksanakan selama 15 hari di perairan Kaliwungu, Kendal. Pengamatan dilakukan setiap 60 menit menggunakan palem pasut.

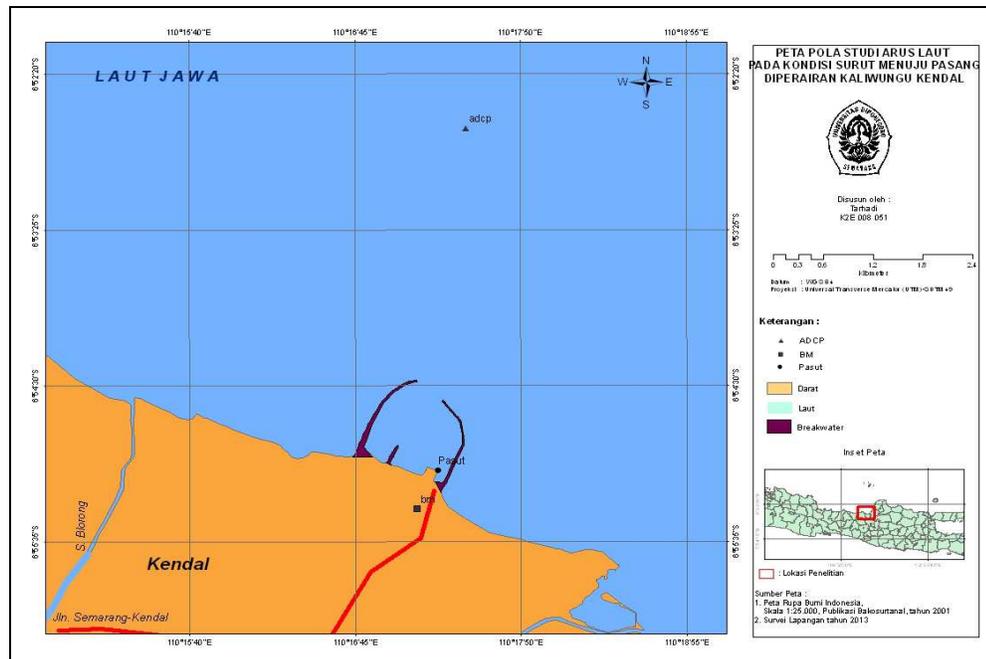
#### D. Metode Analisis Data

##### Analisis Data Arus

Pengolahan dan analisis data arus ini kemudian dibuat dalam bentuk grafik, dan *current rose* menggunakan program *World Currents 1.03* yang di jalankan pada *software Matlab 7.1* untuk menggambarkan pola arus yang terjadi sedangkan untuk melihat dominansi arah arus menggunakan *software WindrosePro*. Analisis data sekunder yaitu menggunakan pendekatan model matematik digunakan perangkat lunak SMS (*Surface-Water Modelling System*) versi 8.1 dengan aplikasi model simulasi untuk sirkulasi arus menggunakan ADCIRC.

##### Analisis Data Pasang Surut

Analisa harmonik pasang surut diolah dengan menggunakan metode Admiralty. Tujuan dari perhitungan ini adalah untuk mendapatkan konstanta harmonik pasang surut yang meliputi Amplitudo ( $A$ ),  $M_2$ ,  $S_2$ ,  $K_1$ ,  $O_1$ ,  $N_2$ ,  $K_2$ ,  $P_1$ ,  $M_4$ ,  $MS_4$ , setelah hasil akhir ditentukan dari masing – masing komponen maka akan ditentukan nilai MSL, HHWL, LLWL. Berdasarkan analisa harmonik akan didapatkan nilai besaran amplitudo ( $A$ ) dan beda fase ( $g^0$ ) pada masing – masing komponen pasang surut. Sehingga dapat ditentukan tipe pasang surut yang terjadi pada perairan tersebut dengan menghitung nilai Formzahl.

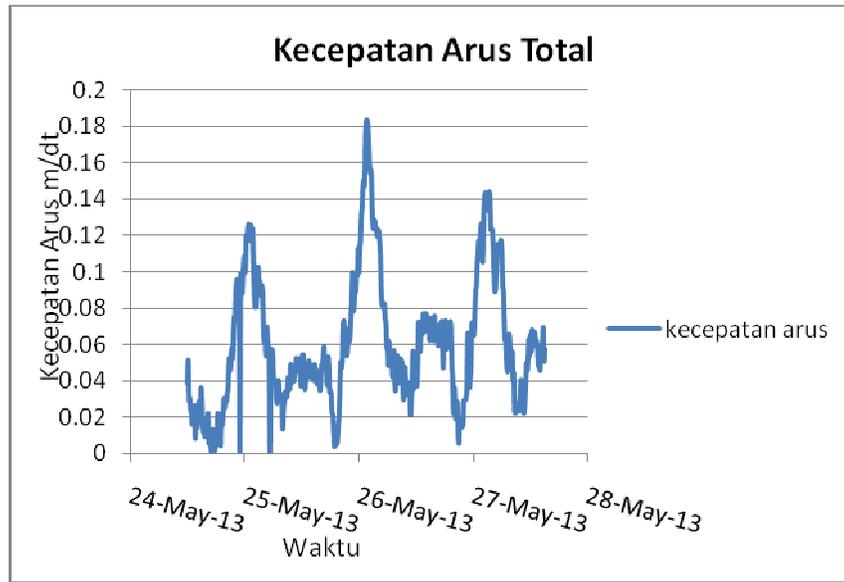


Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

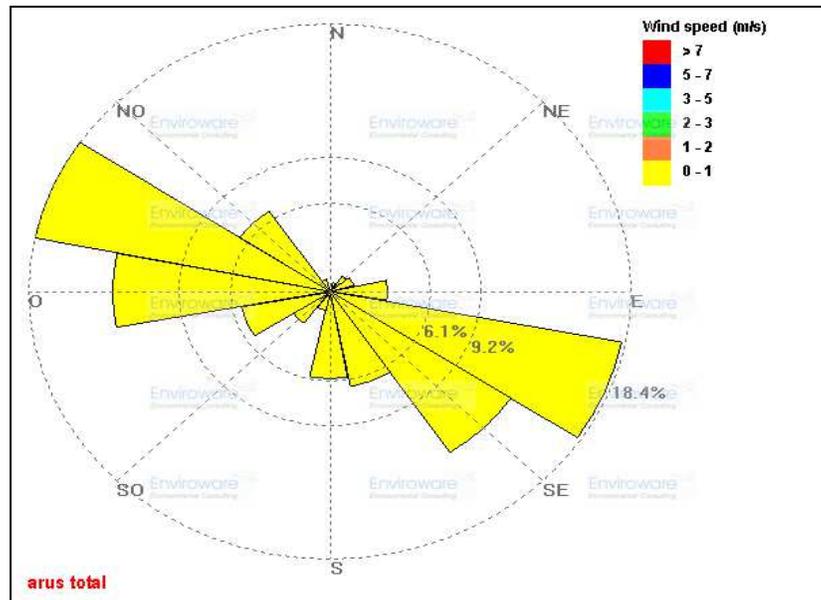
### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Kecepatan dan Arah Arus Laut Total

Berdasarkan pengukuran arus selama 3 hari di lapangan (24 Mei – 27 Mei 2013) diperoleh kecepatan dan arah arus total di perairan Kaliwungu Kendal. Kecepatan rata-rata terhadap kedalaman berkisar antara 0,0606 m/dt dengan arah dominan ke arah tenggara. Kecepatan maksimum arus total sebesar 0.1838 m/dt dan kecepatan minimum arus total 0,001 m/dt. Grafik kecepatan arus laut total disajikan pada Gambar 2 sedangkan dominansi arah disajikan pada Gambar 3.

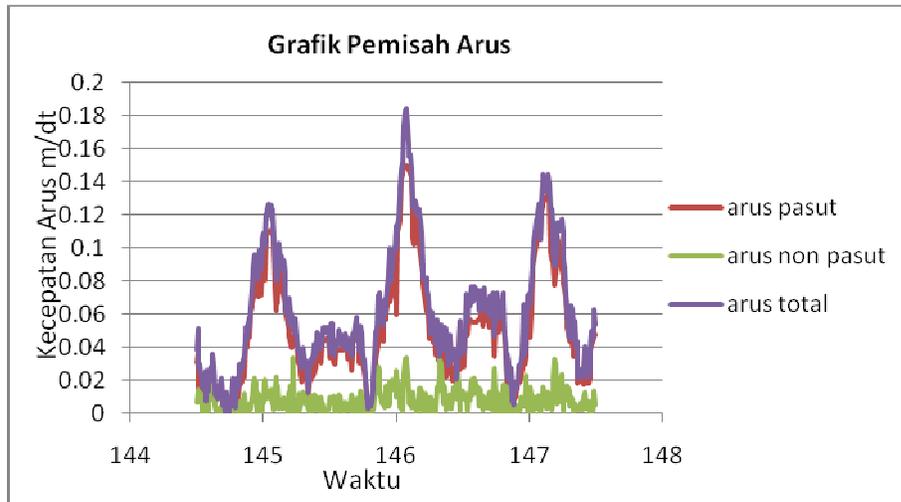


Gambar 2. Grafik Perataan Kecepatan Arus Terhadap Kedalaman



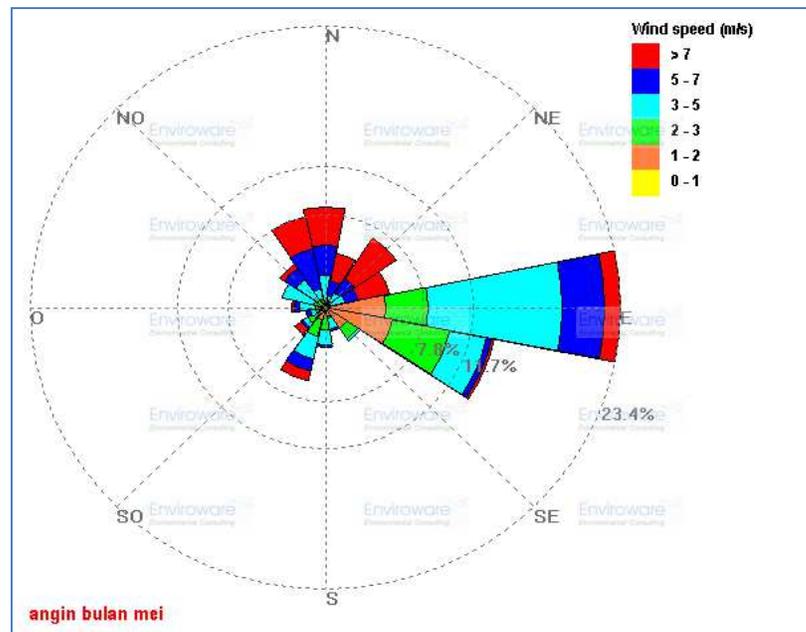
Gambar 3. Currentrose Perataan Kecepatan Arus Terhadap Kedalaman

Gambar 4 merupakan grafik hasil pemisahan arus pasut dan arus non pasut menggunakan software *wordcurrent* dengan dominasi arus pasut sebesar 86% dan arus non pasut 14%.



**Gambar 4.** Grafik Pemisah Arus Pada Perataan Kecepatan Arus

Hasil pengolahan data angin dalam penelitian ini disajikan dalam mawar angin yang tersaji dalam Gambar 5.



**Gambar 5.** Windrose angin permukaan bulan Mei 2013

Pengolahan arus terukur di lapangan yang diolah dengan *software World Current* dapat mengetahui dominasi jenis arus yang berada diperairan. Hasil pengolahan data diketahui arus yang mendominasi saat pengukuran adalah arus pasang surut. Ini terlihat pada grafik jenis arus di perairan Kaliwungu Kendal dengan menggunakan *World Current* pada Gambar 4, dari grafik dapat terlihat arus pasang hampir berhimpitan dengan arus total, hal ini berarti arus pasang surut lebih mendominasi dari pada arus non pasang surut. Selain itu dapat dilihat bahwa persentase dominasi arus pasang surut lebih tinggi, yaitu sebesar 86 % dibandingkan persentase dominasi arus residu (non pasang surut) sebesar 14 %. Poerbandono dan Djunarsjah (2005) juga menyatakan bahwa arus pasang surut sangat terasa pada wilayah perairan tertutup (teluk), perairan dangkal, kanal-kanal pasut dan muara sungai (delta dan

estuari). Arus pasang surut adalah gerak horisontal badan air menuju dan menjauhi pantai seiring dengan naik dan turunnya muka laut yang disebabkan oleh gaya-gaya pembangkit pasut.

Pergerakan arah arus total dominan ke arah tenggara seperti yang pada Gambar 3. Kondisi angin pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 5 dimana dominasi arah angin ke timur, hal ini disebabkan oleh sirkulasi angin diperairan laut Jawa, dimana pada bulan mei merupakan musim peralihan I sehingga angin cenderung bergerak ke arah timur maupun sebaliknya. Pergerakan arah arus laut tidak sepenuhnya dipengaruhi oleh kondisi angin di permukaan karena memiliki arah yang berbeda antara pergerakan arah arus dengan angin. Menurut Steward (2006) arus yang disebabkan oleh angin akan bergerak tidak searah dengan arah pergerakan angin, namun akan dibelokkan sekitar  $45^{\circ}$ . Belahan bumi utara, pembelokan arah yang terjadi ke sebelah kanan, sedangkan untuk belahan bumi selatan akan dibelokkan ke arah kiri.

### **Kecepatan Dan Arah Arus Laut Pada Tiap Lapisan**

Hasil kecepatan dan arah arus terbagi dalam tiga lapisan, yaitu lapisan permukaan berada pada kedalaman  $d = 2$  meter, lapisan tengah 4 meter dan lapisan dasar pada kedalaman 8 meter. Nilai kecepatan maksimum, minimum dan rata-rata arus permukaan, tengah dan dasar perairan Kaliwungu Kendal tersaji dalam Tabel 1.

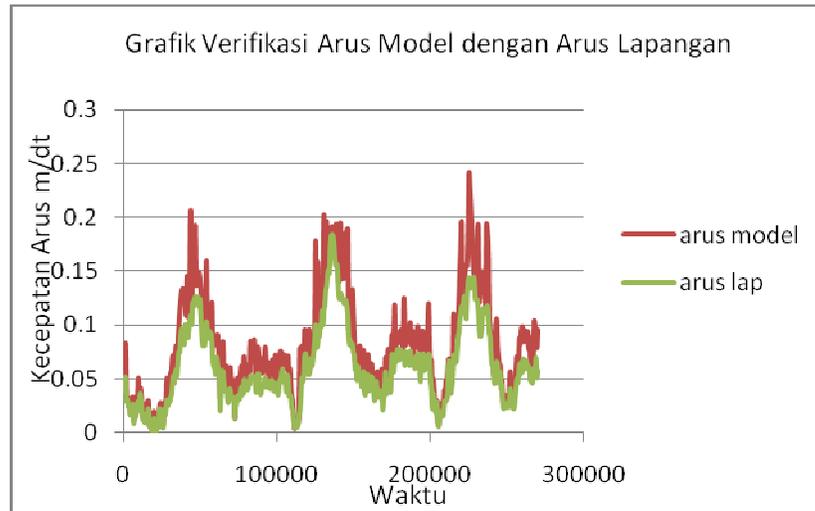
Tabel 2. Kecepatan Dan Arah Arus pada Lapisan

Lapisan	Kecepatan Arus (m/dt)			Arah
	Maks	Min	Rata-rata	
<b>Permukaan</b>	0,32	0,04	0,0888	Timur
<b>Tengah</b>	0,20	0,16	0,0701	Tenggara
<b>Dasar</b>	0,14	0,01	0,0568	Barat

Hasil pengukuran arus laut pada tiap lapisan yang tersaji pada tabel 2 menunjukkan bahwa kecepatan rata-rata arus dipermukaan lebih besar dibandingkan rata-rata arus laut di lapisan tengah maupun dasar. Hal ini disebabkan pada lapisan permukaan bertambahnya pengaruh energi angin yang membangkitkan arus dipermukaan, sedangkan sebaliknya semakin bertambahnya kedalaman maka semakin berkurangnya kecepatan rata - rata arus karena adanya gesekan di tiap lapis kedalaman serta adanya gesekan di dasar perairan turut mengurangi laju arus seiring bertambahnya kedalaman. Sesuai dengan pendapat Safwan (2006) bahwa arus yang mengalir diatas dasar laut akan mengalami pengaruh gesekan dasar, seperti halnya lapisan permukaan laut dimana lapisan spiral ekman terbentuk oleh pengaruh gesekan angin.

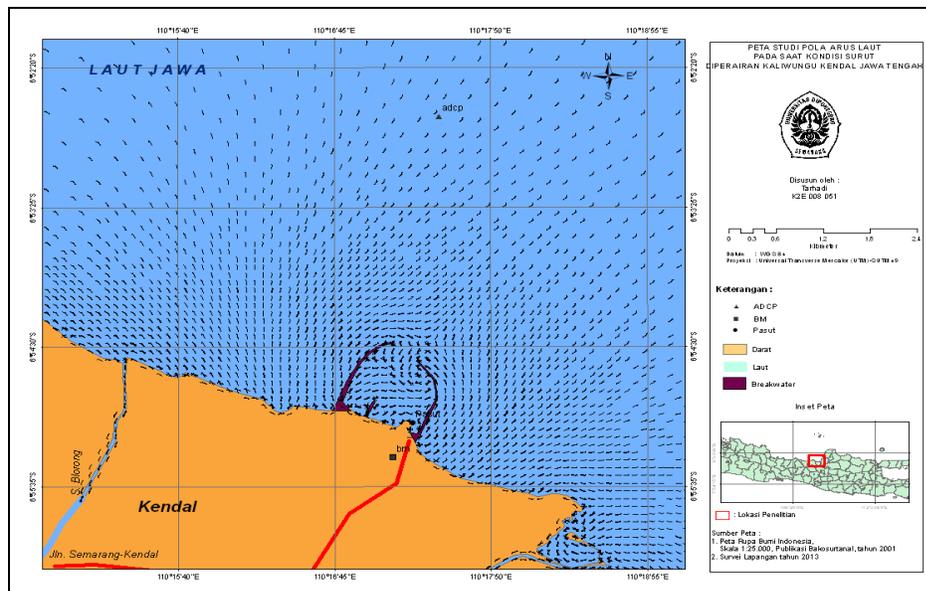
### **Pola Arus Laut Perairan Kaliwungu**

Berdasarkan hasil perhitungan MRE (*Mean Relative Error*) simulasi arus menggunakan model ADCIRC (*Advanced Circulation Multi Dimensional Hydrodynamic Model*), diperoleh hasil bahwa nilai error antara hasil lapangan dengan simulasi model untuk data arus sebesar 36,59 %. Grafik verifikasi data arus model dengan data arus lapangan disajikan pada Gambar 9.

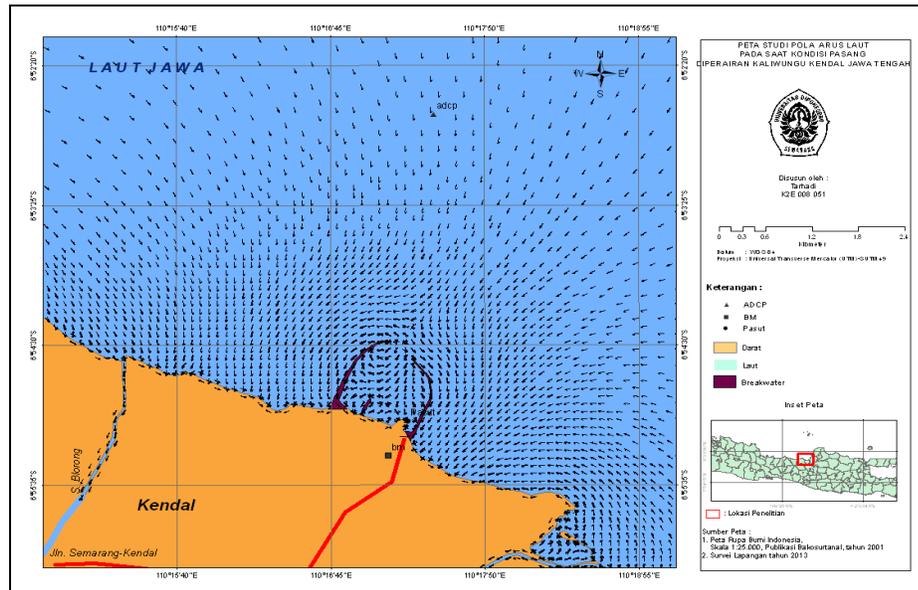


Gambar 9. Grafik Verifikasi Data Arus Model dengan Data Arus Lapangan

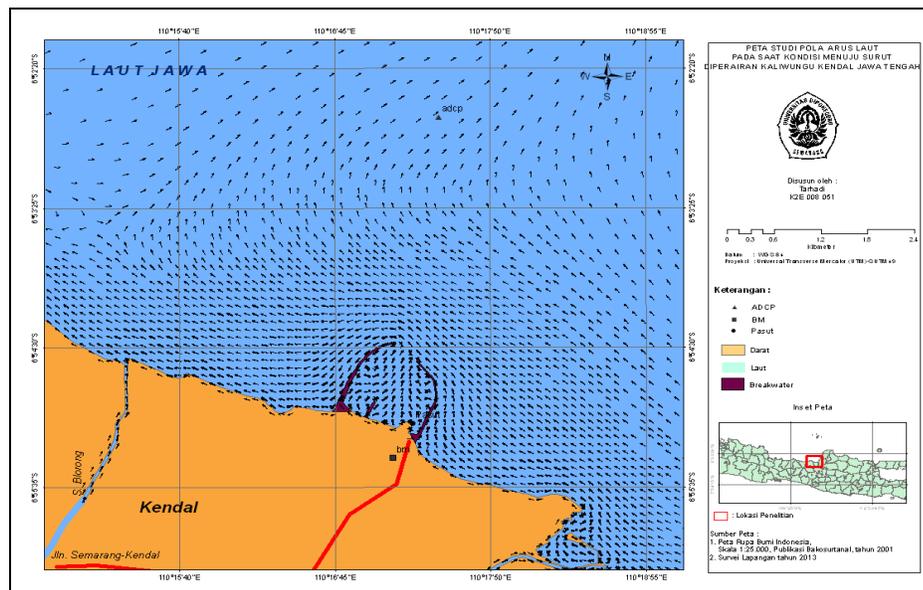
Hasil pola arus laut diperairan Kaliwungu Kendal diperoleh dengan menggunakan software SMS 8.1. Hasil pemodelan arus pada saat surut, surut menuju pasang, pasang dan pasang menuju surut tersaji pada Gambar 10-13 . Hasil simulasi model arus pada kondisi surut tersaji pada Gambar 10 dimana pada saat surut dominasi arah arus ke arah barat. Kondisi pasang model arus disajikan pada Gambar 11 dimana dominasi arah arus ke arah timur. Model arus saat pasang menuju surut disajikan pada Gambar 12 dengan dominasi arah arus ke arah timur. Model arus pada saat surut menuju pasang digambarkan pada Gambar 13 dimana dominasi arah arus ke tenggara.



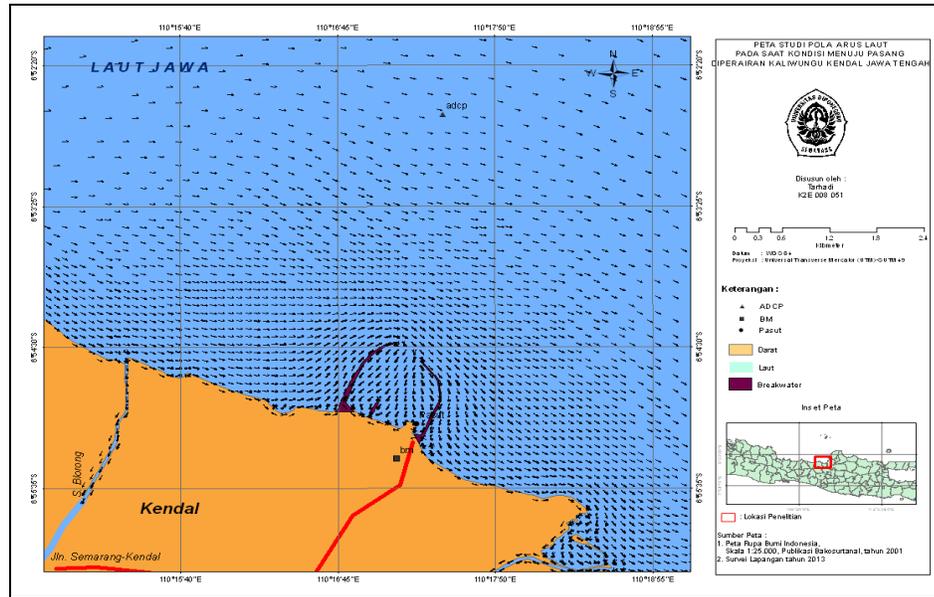
Gambar 18. Peta Pola Arus Pada Saat Surut.



Gambar 19. Peta Pola Arus Pada Saat Pasang



Gambar 20. Peta Pola Arus Pada Saat Pasang Menuju Surut



Gambar 21. Peta Pola Arus Pada Saat Surut Menuju Pasang

Berdasarkan pada hasil simulasi model arus diperoleh pola pergerakan arus di perairan Kaliwungu Kendal (Gambar 18 – Gambar 21). Pola arus tersebut dapat dilihat bahwa pola arus mengikuti pola pergerakan pasang surut. Pola arus pada saat kondisi surut arus bergerak menuju ke laut sedangkan pada saat kondisi pasang arus bergerak dari laut menuju ke darat. Sesuai pendapat Santoso (1982) dan Latief (2002) yang menyatakan bahwa arus pasut adalah gerak horisontal badan air menuju dan menjauhi pantai seiring dengan naik dan turunnya muka laut yang disebabkan oleh gaya-gaya pembangkit pasut. Pergerakan pada saat terjadi surut, permukaan air laut lebih rendah dari permukaan laut rata-rata, sehingga arus mengalir menjauhi pantai dan sebaliknya pada saat pasang, arus mengalir mendekati pantai. Pola arus hasil model arah arus cenderung bergerak dari barat menuju ke timur maupun sebaliknya. Kondisi arus didekat pantai mengalami pembelokan arah pada sekitar bangunan pantai (*breakwater*). Pola arus dekat pantai yang membawa material-material dekat pantai pada saat bergerak dari arah barat dimana materi-material tersebut akan mengalami pengendapan di bagian barat dari *breakwater*. Pergerakan arus pada saat sebelum melewati *breakwater* memiliki energi yang relative kecil karena arus membawa material-material yang membuat massa air lebih berat sehingga kecepatan arus disebelah barat relative kecil. Sebaliknya kondisi arus disebelah timur *breakwater* relative lebih besar daripada kecepatan arus disebelah barat *breakwater*. Hal ini disebabkan arus dari arah barat memiliki energi lebih besar karena pada saat melewati *breakwater* terjadi pengendapan material-material yang menyebabkan massa air menjadi lebih ringan. Kecepatan arus yang cukup besar ini yang menyebabkan dibebberapa bagian pantai disekitar pelabuhan mengalami erosi (Bappeda Kendal, 2009).

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa:

1. Arus laut yang berperan pada perairan Kaliwungu Kendal adalah arus pasut.
2. Arah arus pada lapisan permukaan dominan ke timur dengan kecepatan rata-rata 0,08 m/dt. Lapisan tengah arah arus dominan ke tenggara dengan kecepatan rata-rata 0,07 m/dt. Lapisan dasar arah arus dominan ke barat dan kecepatan rata-rata 0,05 m/dt.
3. Pola pergerakan arus mengikuti pola pergerakan pasang surut

**DAFTAR PUSTAKA**

BAPPEDA Kendal. 2009. Kajian Pengukuran Ecosounder Perairan Pelabuhan Laut Kendal Tahun 2009.

Latief, Hamzah. 2002. Diktat kuliah oseanografi dan hidrolika pantai. Program studi oseanografi ITB. Bandung

Poerbandono dan Djunarsih. 2005. Survei Hidrografi. Refika Aditama. Bandung

Rahardjo, Santoso dan Harpasis Slamet Sanusi. 1982. Oseanografi Perikanan 1. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Jakarta.

Safwan, H. R. 2006. Arus laut. ITB. Bandung

Stewart, R.H. 2006. *Introduction to Physical Oceanography*. Department of Oceanography, Texas A & M University. Texas.

Suryabrata, S. 1998. Metodologi Penelitian. PT. Raja Grafindo Perkasa : Jakarta