

## **STUDI ARUS PADA PERAIRAN LAUT DI SEKITAR PLTU SUMURADEM KABUPATEN INDRAMAYU, PROVINSI JAWA BARAT**

**Ludy Cahya Permadi, Elis Indrayanti<sup>[1]</sup>, dan Baskoro Rochaddi<sup>[2]</sup>**

Program Studi Oseanografi, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,  
Universitas Diponegoro, Semarang  
Jalan Prof. Sudarto, S.H., Tembalang, Telp/Fax (024)7474698 Semarang 50275  
Email :[ludycahya@gmail.com](mailto:ludycahya@gmail.com) ;[elis\\_undip@gmail.com](mailto:elis_undip@gmail.com); [rochaddi@ymail.com](mailto:rochaddi@ymail.com)

### **Abstrak**

Arus merupakan salah satu parameter oseanografi yang memiliki peranan penting dalam menentukan kondisi suatu perairan. Arus merupakan perpindahan massa air yang diakibatkan 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 dominan, kecepatan dan arah serta pola pergerakan arus laut menyebabkan kondisi suatu perairan menjadi dinamis. Wilayah perairan desa Sumuradem di daerah Indramayu provinsi Jawa Barat merupakan suatu wilayah perairan yang terdapat di pantai Utara Jawa yang terletak pada daerah Teluk Ciasem. Terdapat sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Sumuradem Indramayu. Pentingnya informasi mengenai arus laut akan membantu dalam menunjang aktivitas PLTU Sumuradem, Indramayu. Penelitian dilaksanakan pada 25 Juni – 26 Juni 2014 di Perairan sekitar PLTU Sumuradem, Indramayu. Data yang digunakan dalam penelitian merupakan data pengamatan kecepatan dan arah arus sebagai data primer dan peta batimetri sebagai data sekunder. Metode penelitian yang digunakan merupakan metode deskriptif dengan hasil penelitian yang dianalisa dan dimodelkan menggunakan *software DHI Mike 21* dan ArcGis 10.1. Hasil penelitian menunjukkan arus pada perairan di sekitar PLTU Sumuradem, Indramayu merupakan arus pasut yang dominan bergerak ke arah Timur Laut (menjauhi pantai) pada saat surut dengan kecepatan antara 0,017 – 0,11 m/s dan bergerak ke arah Selatan (menuju pantai) pada saat pasang dengan kecepatan antara 0,02 – 0,116 m/s.

**Kata kunci:** Arus, PLTU Sumuradem, DHI Mike 21

### **Abstract**

Current is one of the oceanographyc parameters which have an important role in determining the condition of the waters. Currents is a mass transfer of water that caused by several factors, including differences in water density, pressure difference, other generator forces such as long waves and wind. The pattern and characteristics of current which include the type of dominant current , speed and direction along with patterns of movement of the ocean currents causes the waters into dynamic condition.Waters territorial Sumuradem village in Indramayu West Java province is a water areas in the northern coast of Java, which is located in the Ciasem bay region. There is steam power plant (PLTU) Sumuradem Indramayu. The importance of information about ocean currents will assist in supporting Sumuradem Indramayu steam power generator activities. The research was conducted on 25 June to 26 June 2014 in water areas of steam power plant (PLTU) Sumuradem Indramayu. The data used in the study is velocity observation data and current way as the primary data and bathymetric maps as secondary data. The research method that been used is a descriptive method within result being analyzed and modeled by using DHI Mike 21 software and ArcGis 10.1.The result showed that the current around steam power generator (PLTU) Sumuradem Indramayu waters area is the tidal current dominantly flows towards north east (avoid beach) during low water with velocity between 0,017 – 0,11 m/s and moving to the south (toward beach) during high water with velocity between 0,02 – 0,116 m/s.

**Keyword :** Current, steam power plant (PLTU) Sumuradem, DHI Mike 21

## Pendahuluan

Arus merupakan pergerakan massa air secara horizontal yang dapat disebabkan oleh tiupan angin di permukaan laut, perbedaan densitas maupun adanya pengaruh pasang surut laut. Akibat dari adanya pengaruh angin, perbedaan densitas dan pasang surut maka akan terbentuk suatu pola sirkulasi arus yang khusus (Hadi dan Radjawane, 2009). Menurut Hadi dan Radjawane (2009), arus memiliki peranan penting dalam menentukan kondisi suatu perairan. 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 (Hadi dan Radjawane, 2009). Pentingnya arus terutama berkaitan dengan aspek lain seperti biologi, kimia, dan polutan. Kaitan arus dengan biologi yaitu dalam hal distribusi biota (bagi yang mempunyai kemampuan pergerakan yang lemah seperti phytoplankton), disamping itu juga mempunyai peran terhadap penyebaran pakan bagi biota yang hidup terutama biota yang sifatnya menetap di perairan. Bagi aspek kimia perairan adalah distribusi unsur-unsur kimia dari satu tempat ke tempat lain. Demikian juga bagi aspek penyebaran polutan adalah distribusi polutan dari satu tempat ke tempat yang lain. Hal ini disertai dengan pertimbangan bahwa arus merupakan perwujudan dari pergerakan massa air (Diposaptono dan Budiman, 2006).

Wilayah perairan Desa Sumuradem di Kabupaten Indramayu provinsi Jawa Barat merupakan suatu wilayah perairan yang terdapat di pesisir pantai Utara Jawa. Terdapat sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Sumuradem Indramayu yang merupakan sebuah PLTU yang dibangun diatas lahan seluas 83 hektar di Desa Sumuradem, Sukrak, Indramayu pantai Utara Provinsi Jawa Barat. PLTU tersebut merupakan salah satu PLTU yang bisa dikatakan baru, karena dioperasikan dan diresmikan pada tahun 2011. Beroperasinya PLTU 1 Jawa Barat Indramayu yang berkapasitas 3 x 330 Mega Watt (MW). PLTU ini merupakan bagian dari Fast Track Program 10.000 MW tahap satu (FTP-1) (PLN (Persero), 2011).

Arus merupakan salah satu faktor hidro-oseanografi yang berperan dalam menentukan kondisi suatu perairan. Dalam pergerakannya arus memiliki arah dan kecepatan, sehingga arus membentuk suatu pola pergerakan dalam suatu wilayah perairan. Pola dan pergerakan arus ini penting untuk diketahui sebagai informasi tambahan dan kajian lebih lanjut dalam menunjang aktivitas dan operasional PLTU Sumuradem, Indramayu. Kajian tersebut antara lain dapat memberi informasi tambahan mengenai persebaran sedimen, distribusi suhu, distribusi plankton, distribusi polutan dan juga faktor lain yang berkaitan dengan pergerakan arus laut di sekitar perairan PLTU Sumuradem, Indramayu. Tujuan dari penelitian ini yaituuntuk mengkaji dan mengetahui pola dan karakteristik arus pada perairan di sekitar PLTU Sumuradem, Indramayu. Diharapkan dari hasil penelitian dapat menjadi informasi ilmiah untuk instansi terkait dan pihak PLTU Sumuradem, Indramayu mengenai distribusi polutan yang diketahui dari pola pergerakan arus di wilayah perairan PLTU Sumuradem, Indramayu.

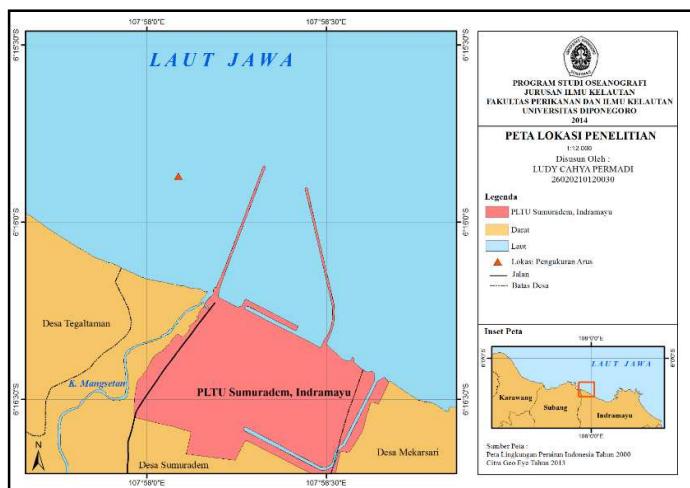
## Materi & Metode

Penelitian ini terdiri atas tiga tahapan, yaitu tahap pengumpulan, pengolahan dan analisa data. Data yang digunakan merupakan data hasil pengukuran nilai kecepatan dan arah arus, data Pasang Surut dari DISHIDROS TNI-AL dan Peta Batimetri yang didapatkan dari Badan Informasi Geospasial (BIG).

Tahap pengumpulan data lapangan dilakukan dengan pengukuran secara langsung, meliputi data arus di perairan pada titik lokasi yang sudah ditentukan. Menurut Poerbandono dan Djunarsah (2005), pemilihan lokasi pengukuran ditentukan berdasarkan pertimbangan kemampuan alat, kondisi lapangan, dan ketelitian data yang dibutuhkan. Data arus diperoleh dengan menggunakan metode Euler. Menurut Emery dan Thompson (1998) metode Euler dilakukan dengan pengamatan arus pada suatu posisi tertentu disuatu kolom air sehingga data yang didapat adalah data arus dalam suatu titik tertentu dalam fungsi waktu. Pengamatan nilai

kecepatan arus dilakukan dengan cara pengambilan sampel kecepatan arus pada lokasi yang telah ditentukan dengan menggunakan *current meter FLOWWATCH FL-03* untuk mengukur nilai kecepatan arus. Pengukuran nilai kecepatan arus dilakukan pada 2 kedalaman yang berbeda, yaitu pada kedalaman 0,65 meter (0,2d) dan pada kedalaman 1,95 meter (0,6d). Hal ini dilakukan untuk mengetahui nilai kecepatan arus pada kedalaman permukaan dan kedalaman rata-rata. Tahap pengolahan data dimulai dengan pengolahan data nilai kecepatan dan arah arus yang disajikan dalam bentuk grafik, *scatterplot* dan *stick diagram* serta *current rose* yang merupakan hasil output dari *software World Current, CD-Oceanography* dan *DHI MIKE 21*. Pada pemodelan hidrodinamika dalam penelitian ini menggunakan software *DHI MIKE 21* modul Hidrodinamika *FlowModel Flexible Mesh*. Daerah yang dijadikan model merupakan daerah PLTU Sumuradem, Indramayu.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian secara kuantitatif, yang merupakan suatu metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, teknik pengambilan sampel pada umumnya dilakukan secara random, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Sugiyono, 2009). Dalam pergerakannya arus memiliki kecepatan dan arah. Pola dan karakteristik arus laut yang terjadi pada perairan PLTU Sumuradem, Indramayu menjadi hal yang ditinjau karena arus memiliki karakteristik.



Gambar 1. Lokasi Pengukuran Arus Laut

### Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengukuran arus di lapangan diketahui arah arus dominan bergerak ke arah Timur Laut dan Selatan pada kedalaman 0,65 meter (0,2d). Pada kedalaman 1,95 meter (0,6d) arah arus juga memiliki dominasi pergerakan yang sama yaitu bergerak ke arah Timur Laut dan Selatan. Dimana kecepatan arus pada kedalaman 0,2d berkisar antara 0,017 – 0,11 m/dt dengan kecepatan rata-rata sebesar 0,049 m/dt. Pada kedalaman 0,65 meter (0,6d) kecepatan arus berkisar antara 0,02 - 0,116 m/dt dengan kecepatan rata-rata sebesar 0,051 m/dt seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kecepatan Arus di sekitar Perairan PLTU Sumuradem.

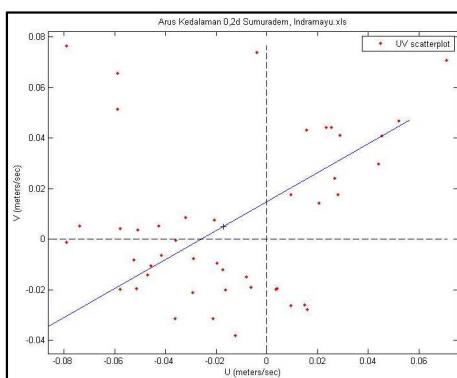
Kedalaman	Kecepatan Arus (m/dt)		
	Maksimum	Minimum	Rata-rata

0,65 meter (0,2d)	0,11	0,017	0,049
1,95 meter (0,6d)	0,116	0,02	0,051

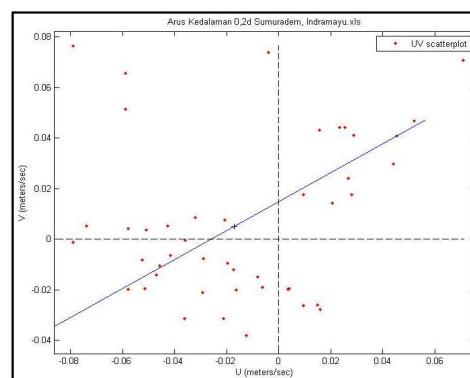
(Sumber : Pengolahan Data, 2014).

### Hasil Pengolahan Data Arus

Hasil pengamatan data arus di lapangan yang kemudian dilakukan pengolahan data arus menggunakan *World Current* maka dihasilkan scatter plot pada kedalaman 0,65 meter (0,2d) dan pada kedalaman 1,95 meter (0,6d) yang menunjukkan kecepatan dan arah arus dalam komponen u dan v pada perairan di sekitar PLTU Sumuradem.

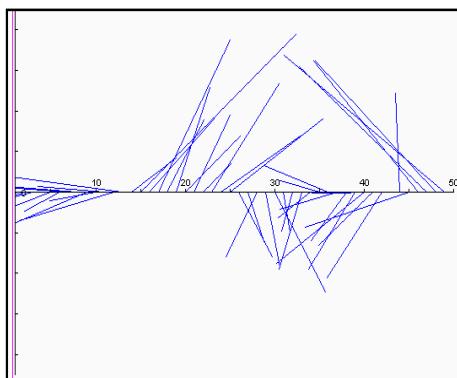


Gambar 2. Scatter Plot Kecepatan dan Arah Arus di Sekitar Perairan PLTU Sumuradem pada kedalaman 0,2d  
(Sumber: Pengolahan Data, 2014).



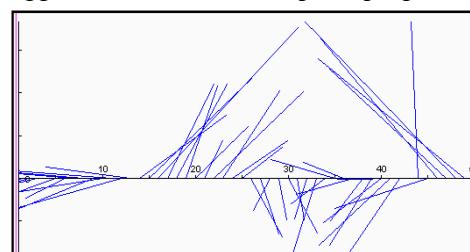
Gambar 3. Scatter Plot Kecepatan dan Arah Arus di Sekitar Perairan PLTU Sumuradem pada kedalaman 0,6d (Sumber: Pengolahan Data, 2014).

Pengolahan data arus dengan menggunakan *CD-Oceanography* menghasilkan *stick diagram* pada kedalaman 0,65 meter (0,2d) dan pada kedalaman 1,95 meter (0,6d). *Stick diagram* menunjukkan arah arus yang cenderung bergerak pada dua arah yang dominan. Pada kedalaman 0,65 meter (0,2d) (Gambar 8) terdapat kecepatan arus maksimum 0,1 m/dt yang bergerak ke arah Timur Laut. *Stick diagram* pada kedalaman 1,95 meter (0,6d) menunjukkan kecepatan arus maksimum 0,116 m/dt yang bergerak ke Timur Laut. Sumbu x merupakan waktu pengamatan, sedangkan sumbu y merupakan kecepatan arus yang diamati.



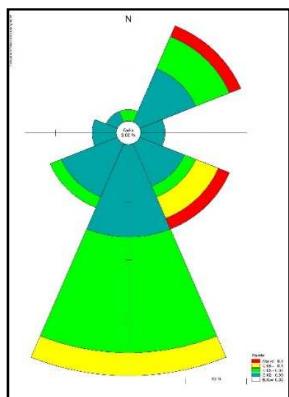
MIKE 21 menunjukkan kecepatan dan arah arus di sekitar perairan PLTU Sumuradem

Hasil pengolahan data arus menggunakan *current rose* pada program DHI

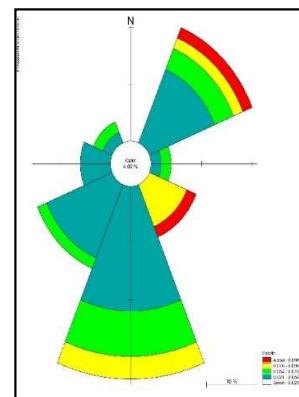


Gambar 4. Stick

Indramayu pada kedalaman 0,65 meter (0,2d) dan kedalaman 1,95 meter (0,6d) yang dominan bergerak ke arah Timur Laut dan Selatan dengan kecepatan rata-rata 0,045 m/dt pada kedalaman 0,2d dan dengan kecepatan rata-rata 0,055 m/dt pada kedalaman 0,6d.

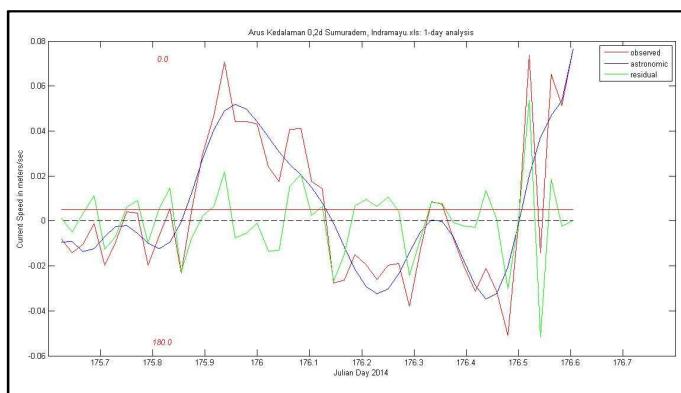


Gambar 6. Current  
Rose Kecepatan dan Arah Arus di  
Sekitar Perairan PLTU  
Sumuradempa kedalaman 0,2d (Sumber:

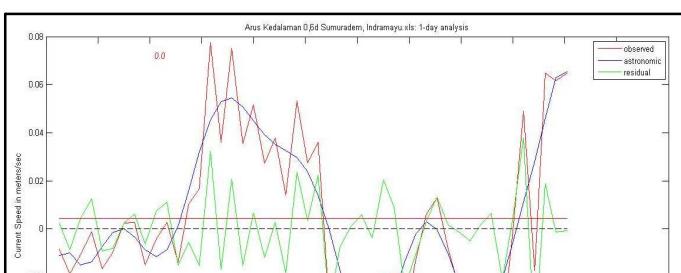


Gambar 7. Current  
Rose Kecepatan dan Arah Arus di  
Sekitar Perairan PLTU  
Sumuradempa kedalaman 0,6d

Setelah diketahui kecepatan dan arah arus yang terjadi di perairan sekitar PLTU Sumuradempa, Indramayu maka berikut merupakan hasil analisa karakteristik arus pada kedalaman 0,65 meter (0,2d) dan pada kedalaman 1,95 meter (0,6d). Diketahui bahwa arus di perairan PLTU Sumuradempa Indramayu pada kedalaman 0,65 meter (0,2d) didominasi oleh faktor astronomis yaitu pasang surut dengan perbandingan 60,52% merupakan faktor pasang surut dan 39,48 % berupa residu. (Gambar 13) menunjukkan pola arus hasil pengamatan lapangan yang ditunjukkan (grafik berwarna merah) dengan pola pasang surut (grafik berwarna biru). Pada kedalaman 1,95 meter (0,6d) arus pada perairan di sekitar PLTU Sumuradempa Indramayu juga didominasi oleh faktor astronomis berupa pasang surut dengan perbandingan 59,39% merupakan faktor pasang surut dan 40,61% berupa residu.



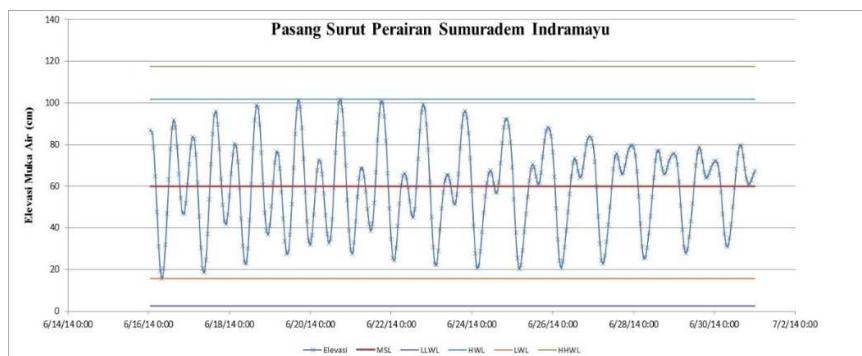
Gambar 8. Grafik World Current Perairan PLTU Sumuradempa Indramayu kedalaman 0,2d (Sumber : Pengolahan Data, 2014).



Gambar 9. Grafik World Current Perairan PLTU Sumuradem Indramayu kedalam 0,6d (Sumber :Pengolahan Data, 2014).

### Hasil Kondisi Pasang Surut

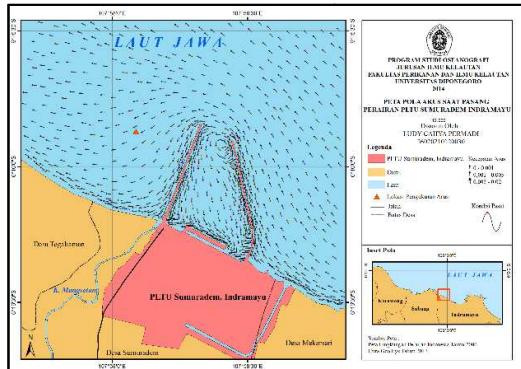
Hasil analisis dari elevasi muka air menunjukkan tipe pasang surut Perairan PLTU Sumuradem Indramayu adalah pasang surut campuran condong ke harian ganda (*Mixed Tide Prevailling Diurnal*) dengan nilai *formzahl* 1,26 ( $0,25 < F < 1,50$ ). Dengan nilai elevasi rata-rata (*mean sea level*) 60 cm, elevasi tinggi (*high water level*) 102 cm, elevasi tertinggi (*highest high water level*) 117,54 cm, elevasi rendah (*low water level*) 16 cm, elevasi terendah (*lowest low water level*) 2,49 cm.



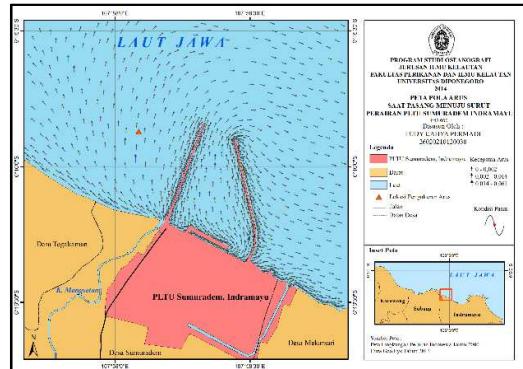
Gambar 10. Grafik Kondisi Pasang Surut di Sekitar Perairan PLTU Sumuradem, Indramayu (Sumber: Pengolahan Data, 2014).

### Hasil Simulasi Model Numerik MIKE 21 flow model flexible mesh

Hasil simulasi model menggambarkan keadaan pola arus saat kondisi pasang, saat kondisi surut, saat kondisi pasang menuju surut serta kondisi surut menuju pasang. (Gambar 11) menunjukkan pola arus yang terjadi saat kondisi pasang dimana arus bergerak ke arah Selatan menuju pantai. Simulasi model (Gambar 12) menunjukkan pola arus yang terjadi saat pasang menuju surut dengan dominasi arah arus yang bergerak ke arah Timur Laut, sedangkan (Gambar 13) merupakan pola arus yang terjadi saat kondisi surut dimana arus bergerak ke arah Timur Laut menjauhi pantai. Saat kondisi surut menuju pasang (Gambar 14) arus bergerak dominan menuju ke arah Selatan.



Gambar 11. PetaPolaArusSaatPasang  
(Sumber: Pengolahan Data, 2014).



Gambar 12.  
PetaPolaArusSaatPasangMenujuSurut  
(Sumber: Pengolahan Data, 2014).

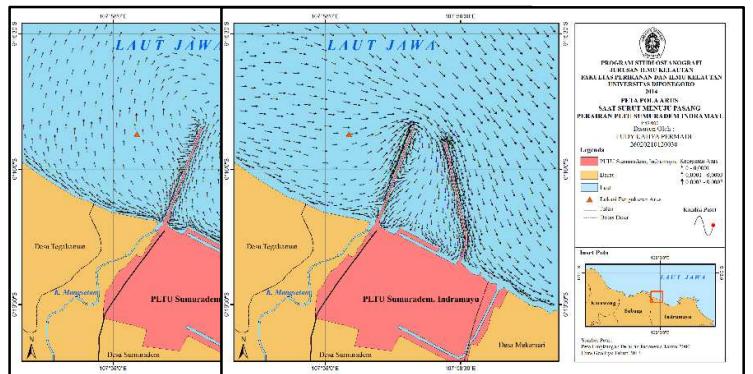
Menurut Poerbandono dan Djunarsah (2005), arus pasut memiliki sifat bergerak dengan arah yang saling bertolak belakang atau *bi-directional*. Arah arus saat pasang biasanya bertolak belakang dengan arah arus saat surut. Hal ini ditunjukkan dari hasil pengolahan data kecepatan dan arah arus yang disajikan dalam *scatter plot* (Gambar 2 dan Gambar 3).

Menurut Poerbandono dan

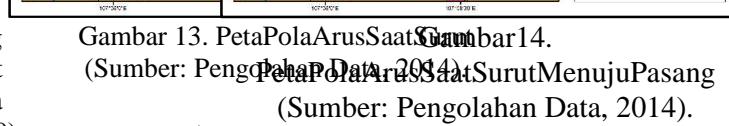
Djunarsah (2005) klasifikasi tipe pasang surut berdasarkan konstanta pasut untuk sifat pasut campuran condong harian ganda ( $0,25 < F < 1,50$ ). Menurut Triatmodjo (1999) campuran condong harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*), adalah dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda. Hal tersebut diketahui dari perhitungan nilai *Formzahl*, yaitu dengan membandingkan nilai amplitudo (tinggi gelombang) unsur pasang surut tunggal utama dengan amplitudo unsur pasang surut ganda utama yang menghasilkan nilai 1,26.

Peta pola arus (Gambar 11-14) menjelaskan bagaimana pola arus yang terjadi dari hasil simulasi model dengan menggunakan *software DHI MIKE 21* pada *Hydrodynamic* modul. Pola pergerakan arus hasil simulasi model merupakan pola arus yang dibangkitkan oleh pasang surut dengan asumsi tidak ada pengaruh angin dan juga gesekan dasar. Peta pola arus hasil simulasi model menunjukkan keadaan pergerakan arus saat pasang (Gambar 11) yang bergerak dari arah Tenggara menuju Barat Laut dengan kecepatan rata-rata pada lokasi pengukuran arus sebesar 0,032 m/dt. Di sekitar lokasi pengukuran arus, terjadi pembelokan arah arus. Arus bergerak menuju arah selatan atau menuju ke pantai, hal ini diakibatkan karena adanya pembelokan arah arus yang bergerak dari Tenggara yang kemudian mengenai bangunan pantai yang ada di sekitar lokasi perairan PLTU Sumuradem Indramayu. Saat kondisi pasang menuju surut (Gambar 12) arus bergerak ke arah Timur dengan kecepatan rata-rata sebesar 0,037 m/dt pada lokasi pengukuran arus. (Gambar 13) yang menunjukkan keadaan pola arus saat surut dimana arus bergerak ke arah Timur Laut menjauhi pantai dengan kecepatan rata-rata sebesar 0,027 m/dt pada lokasi pengukuran arus. Saat kondisi surut menuju pasang (Gambar 14) arus dominan bergerak dari arah Utara menuju ke Selatan.

Dari hasil simulasi model (Gambar 11-14) menunjukkan adanya perbedaan pola arus yang terbentuk pada kondisi pasang maupun surut, hal ini didukung dengan pernyataan Hadi dan Radjawane (2009), bahwa di sungai, estuari dan teluk gerakan arus pasut adalah bolak balik, dimana pada masing-masing kondisi pasut pola arus pasutnya berbeda. Pada saat pasang



Gambar 13. PetaPolaArusSaatSurutMenujuPasang  
(Sumber: Pengolahan Data, 2014).



Gambar 14.  
PetaPolaArusSaatPasangMenujuSurut  
(Sumber: Pengolahan Data, 2014).

muka air di laut lebih tinggi dari pada di estuari (teluk), akibatnya arus pasut bergerak memasuki estuari (teluk), kondisi ini disebut dengan *flood*. Sedangkan pada saat surut muka air di laut lebih rendah dari pada di estuari (teluk), sehingga arus pasut keluar estuari (teluk) menuju laut, kondisi ini disebut dengan *ebb*. Selain hal itu, arus pada setiap kondisi juga memiliki perbedaan arah sebab arus pasut akan mengalami perubahan arah setelah elevasi pasut mencapai minimum atau maksimum (Hadi dan Radjawane, 2009).

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian mengenai arus laut di sekitar perairan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Sumuradem, Indramayu maka dapat diketahui bahwa arus laut yang terjadi pada perairan sekitar PLTU Sumuradem, Indramayu merupakan arus laut yang dibangkitkan oleh pasang surut. Pada kedalaman perairan 0,65 meter (0,2d) kecepatan arus berkisar antara 0,017 – 0,11 m/dt yang dominan bergerak ke arah timur laut (menjauhi pantai) saat surut dan ke arah selatan (mendekati pantai) saat kondisi pasang. Sedangkan pada kedalaman perairan 1,95 meter (0,6d) kecepatan arus berkisar antara 0,02 – 0,116 m/dt dengan dominasi arus bergerak ke arah timur laut (menjauhi pantai) saat surut dan ke arah selatan (mendekati pantai) saat kondisi pasang.

### **Daftar Pustaka**

- Disaptono, S. dan Budiman. 2006. Hidup Akrab Dengan Gempa dan Tsunami. Buku Ilmiah populer. 383 Halaman.
- Hadi, S dan I. Radjawane. 2009. Arus Laut. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- PLN (Persero). 2011. <http://www.pln.co.id/blog/pltu-1-jawa-barat-indramayu-beroperasi-sistem-kelistrikan-jawa-bali-kian-tangguh/> (26 Agustus 2014).
- Poerbandono dan E. Djunarsjah. 2005. Survey Hidrografi. PT Refika Aditama. Bandung.
- Sugiyono. 2009. Metode Penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D. Alfabeta. Bandung.
- Thompson E.R. dan Emery J.W. 1998. Data Analysis Methods in Physical Oceanography 1st edn. Pergamon. England.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Cetakan pertama. Beta Offset. Yogyakarta.