

## **Pola Arus di Perairan Paciran Jawa Timur pada Musim Peralihan Awal**

Yuyun Kurnia Sari<sup>(1)</sup>, Elis Indrayanti<sup>(2)</sup>, Purwanto<sup>(3)</sup>

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang 50275 Telp.Fax (024) 7474698  
[yuyun.undip@gmail.com](mailto:yuyun.undip@gmail.com) , Telp +6285767717706 ,[Elis\\_undip@yahoo.com](mailto:Elis_undip@yahoo.com)

### **Abstrak**

Wilayah Perairan Paciran, Jawa Timur merupakan perairan dengan aktivitas wisata bahari, pelabuhan, permukiman dan lain-lain. Kondisi tersebut dapat menimbulkan dampak-dampak negatif seperti erosi, tanah yang timbul akibat sedimentasi dan lain-lain. Pengetahuan akan pemahaman gambaran mengenai kondisi hidro-oseanografi sangat penting sebagai langkah untuk pengelolaan dan perlindungan wilayah pesisir dan laut. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pola arus laut yang ada di Perairan Paciran Jawa Timur pada musim peralihan awal (Maret sampai April). Penelitian ini menggunakan data primer berupa data arus dan data pasang surut, sedangkan data sekunder berupa peta batimetri. Simulasi model diolah menggunakan software ArcGIS 9.3 dan SMS 8.1, didukung dengan pengolahan data menggunakan CD-Oceanography dan Mike 21. Hasil simulasi model menunjukkan bahwa pola arus di Perairan Paciran Jawa Timur merupakan arus non pasut, di tunjukkan oleh hasil pengolahan dalam bentuk *stick diagram*, *scatter* dan *current rose* yang menunjukkan pergerakan arus cenderung tidak teratur. Pada saat surut menuju pasang kecepatan maksimum berkisar 0,2851 meter/sec sampai 0,5623 meter/sec bergerak ke arah tenggara, dan kecepatan minimum berkisar 0,0197 meter/sec sampai 0,2733 meter/sec bergerak ke arah tenggara. Sedangkan pada saat pasang menuju surut kecepatan maksimum berkisar 0,0530 meter/sec sampai 0,565 meter/sec bergerak ke arah barat laut dan kecepatan minimum 0,0067 meter/sec sampai 0,0525 meter/sec bergerak ke arah barat laut.

**Kata kunci:** Arus,, SMS 8.1, Mike 21, CD-Oceanography, Paciran.

### **Abstract**

Territorial waters Paciran, East Java is a nautical tourism activity with waters, ports, settlements and others. The condition can cause negative impacts such as soil erosion, incurred due to sedimentation and others. Knowledge shall be understanding a sense of what the condition of hidro-oseanografi very important as a step to the management and the protection of coastal areas and the sea. The purpose of this research is to know pattern ocean currents in waters paciran east java in the transition early ( march to april ). This research using primary data in the form of data flow and tidal data, while secondary data include bathymetry map. Simulasi model diolah menggunakan software ArcGIS 9.3 dan SMS 8.1, didukung dengan pengolahan data menggunakan CD-Oceanography dan Mike 21. Model simulation results show that the pattern of currents in the waters of East Java is current Paciran non pasut, in pointed out by processing results in the form of stick charts, scatter and current rose showing the movement of the currents tend to be irregular. At the time of low tide to put maximum speed ranged from 0,2851 meters/sec up to 0,5623 meters/sec move toward the Southeast, and minimum speed range 0,0197 ft/sec to 0,2733 meters/sec move toward the Southeast. Meanwhile, at high tide toward receding maximum velocity 26.83 0,0530 meters / sec until 0,565 meters / sec moving toward the west of the sea and the minimum velocity 0,0067 meters / sec until 0,0525 meters / sec moving toward the west of the sea.

**Key words:** SMS 8.1, Mike 21, CD-Oceanography, Paciran.

### **1. Pendahuluan**

Wilayah perairan Paciran Jawa Timur merupakan perairan dengan lokasi geografis yang strategis serta memiliki potensi sumberdaya alam yang tinggi, sehingga wilayah perairan Paciran memiliki peranan yang sangat penting dalam bidang kehidupan sosial dan ekonomi dan banyak digunakan untuk aktivitas masyarakat seperti industri pertambangan, permukiman, pelabuhan dan pariwisata (Pemkab.Lamongan, 2012). Adanya pemakaian lahan pada wilayah pesisir akan menimbulkan dampak-dampak negatif seperti erosi, tanah yang timbul akibat sedimentasi, dan lain-lain (Triatmodjo, 1999). Pemahaman mengenai kondisi perairan sangat penting dilakukan sebagai analisis untuk mengurangi dampak-dampak negatif yang terjadi dalam merencanakan pengembangan wilayah pesisir dan laut. Arus merupakan salah satu komponen oseanografi, pengukuran arus adalah salah satu langkah awal monitoring kondisi perairan, Pola pergerakan arus dalam lingkup studi yang luas adalah dengan melakukan pengambilan data lapangan dan menggunakan pendekatan matematik. Permodelan atau peniruan keadaan alam, merupakan alternatif lain yang lebih murah dan mudah dalam memperoleh gambaran sebaran yang terjadi dimasa sekarang maupun prediksinya di masa yang akan datang (Nugroho

dan Anugroho, 2007). Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pola arus laut yang ada di perairan Paciran Jawa Timur pada musim peralihan awal.

**2. Materi dan Metode Penelitian**

**A. Materi Penelitian**

Materi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data lapangan (data primer) dan data pendukung dari instansi terkait (data sekunder). Data primer yang digunakan yaitu data hasil pengukuran di lapangan berupa data arus dan data pasang surut, sedangkan data sekunder meliputi Peta batimetri perairan Paciran Jawa Timur yang didapat dari instansi BAKOSURTANAL dengan Skala 1:50.000.

**B. Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif yaitu metode penelitian untuk membuat gambaran mengenai situasi atau kejadian yang diteliti atau dikaji pada waktu terbatas dan tempat tertentu untuk mendapatkan gambaran tentang situasi dan kondisi secara lokal (Suryabrata, 1992). Metode yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengukuran di lapangan dan analisis data. Hasil akhir dari penelitian ini adalah informasi umum mengenai pola arus di perairan Paciran Jawa Timur yang dapat digunakan pemerintah Kabupaten Lamongan sebagai informasi tambahan untuk langkah awal pengelolaan dan perlindungan daerah pesisir dan laut.

**Metode Penentuan Lokasi**

Metode Penentuan Lokasi adalah metode *purposive sampling*, yaitu Penentuan lokasi pengamatan arus dilakukan berdasarkan kondisi yang dapat mewakili kondisi secara keseluruhan daerah dan memperhatikan kemudahan pencapaian (Sugiyono, 2008). Pengambilan data dilakukan pada 3 stasiun pengamatan dengan pertimbangan lokasi tidak terganggu oleh aktivitas nelayan atau kapal. Parameter oseanografi yang dikaji berupa arus, dan pasang surut tanpa memperhatikan pengaruh angin.

**Metode Pengambilan Data**

Pengukuran data arus permukaan dilakukan dengan metode *lagrange* menggunakan bola duga sebagai alat untuk memperoleh kecepatan arus dilakukan pada kedalaman 0,2 d, 0,4 d, 0,8 d. Data yang diperoleh adalah waktu tempuh (t), jarak tempuh (s) dan arah (°). Hadi (2002) menjelaskan kecepatan pergerakan partikel air dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$v = \frac{s}{t} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

v : kecepatan pergerakan partikel air (m/s)

S : jarak perpindahan partikel air (m)

t : waktu tempuhnya (s)

**Metode Analisis Data**

Hasil pengambilan data lapangan berupa data arus diolah menggunakan CD-Oceanography dan Mike 21 untuk melihat dominansi arah dan kecepatan arus disetiap stasiun. Data pasang surut diolah menggunakan *software* Microsoft Excel, Berdasarkan grafik pasang surut terlihat jenis pasang surut yang dominan di daerah penelitian. Pemodelan hidrodinamika 2D diolah menggunakan menggunakan *software* SMS (*Sea water Modelling System*) sesuai dengan modul ADCIRC menggunakan data data arus, pasang surut dan batimetri. Hasil permodelan tersebut di tampilkan menggunakan Arc Gis 9.3 dan di verifikasi dengan membandingkan pola arus hasil model dengan pola arus hasil pengukuran lapangan BMKG.

**3. Hasil dan Pembahasan**

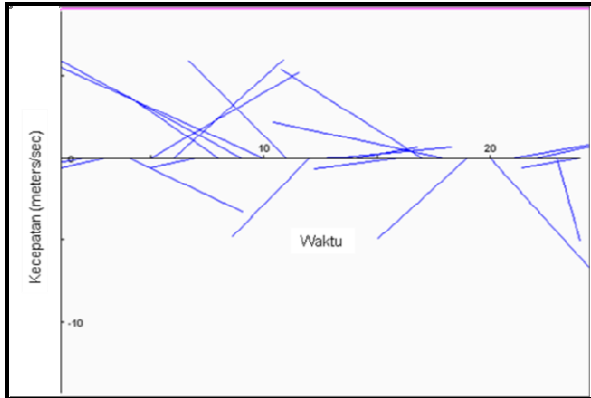
**1. Arus**

Pengolahan data arus menggunakan *software* CD-Oceanography didapatkan dalam bentuk *stick diagram* dan *scatter plot*, sedangkan pengolahan menggunakan *software* Mike 21 didapatkan dalam bentuk *current rose*, namun pada prinsipnya ketiga jenis analisis tersebut sama, yaitu menggambarkan arah arus dominan dalam suatu perairan.

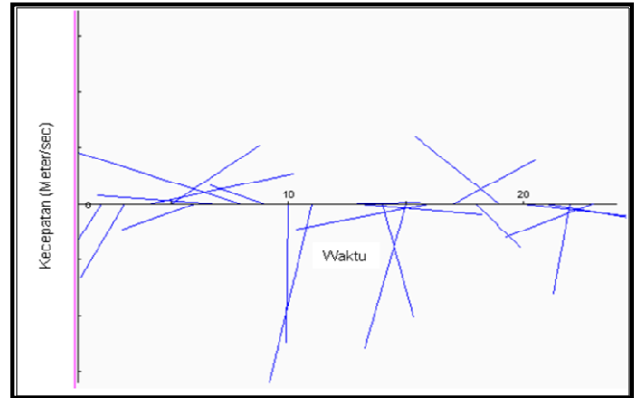
Hasil pada *Stick diagram* (Gambar 1 dan 2), *scatter* (Gambar 3 dan 4), *current rose* (Gambar 6 dan 7) menunjukkan pergerakan arus bergerak ke berbagai arah, namun memiliki arah dominansi ke arah barat laut dan barat daya untuk stasiun 1 dan 2 dan dominan bergerak ke arah barat laut dan tenggara untuk stasiun 3 (Gambar 3, 5 dan 8). Hasil dominansi arah arus berbeda dengan penelitian sebelumnya oleh Muhazzir *et al* (2009), yang menghasilkan dominansi arah arus timur laut dan barat pada bulan Oktober 2009. Hal ini terjadi karena kondisi arus laut dipengaruhi oleh kondisi pada saat penelitian berlangsung, yaitu pada musim peralihan awal di bulan Maret hingga April. Pada musim

peralihan awal akan terjadi perubahan pusat tekanan udara tinggi dan rendah, dari Asia pusat tekanan tinggi dan Australia pusat tekanan rendah menjadi Asia pusat tekanan rendah dan Australia pusat tekanan tinggi yang menyebabkan pergerakan arah angin menjadi tidak teratur, hal ini akan berpengaruh juga pada pola sirkulasi arus laut (Nontji, 1986).

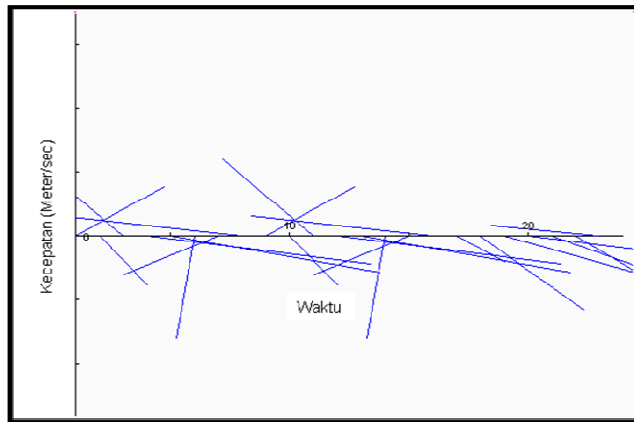
*Scatter plot* pada stasiun 1, 2 dan 3 (Gambar 9, 10 dan 11) juga menggambarkan bahwa pola arus bergerak secara tidak teratur, sehingga dapat disimpulkan pola arus di perairan Paciran didominasi oleh arus non pasut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hadi dan Radjawane (2009), yakni pola arus yang bergerak secara eliptikal (bolak-balik) maka arus di perairan tersebut didominasi arus pasut, sedangkan pola arus bergerak secara tidak teratur maka di perairan tersebut didominasi oleh arus non pasut. Hasil penelitian ini juga diperkuat oleh Muhazzir *et al* (2009), yang menyatakan perairan Paciran Kabupaten Lamongan pada Oktober 2009 didominasi oleh arus non pasut. Arus non pasut yang dijumpai adalah arus sejajar pantai. Arus ini diduga disebabkan oleh gelombang yang memasuki pantai dan membentuk sudut tertentu terhadap garis pantai.



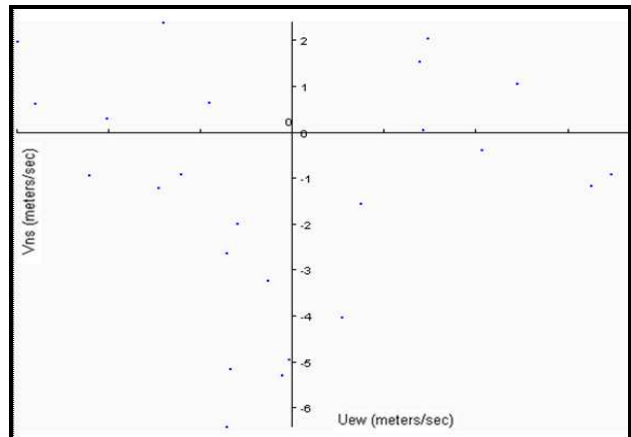
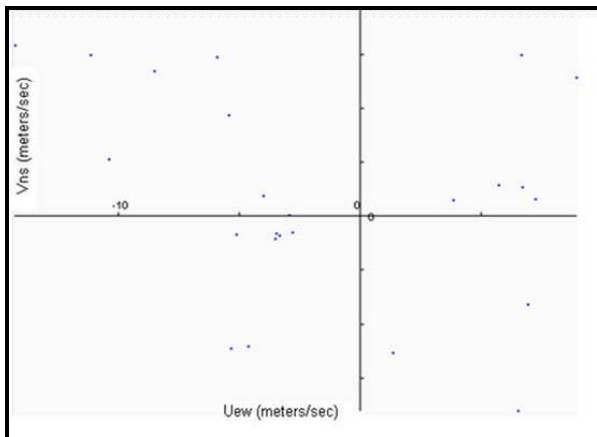
Gambar 1. Stick Diagram arus pada stasiun 1.



Gambar 2. Stick Diagram arus pada stasiun 2.

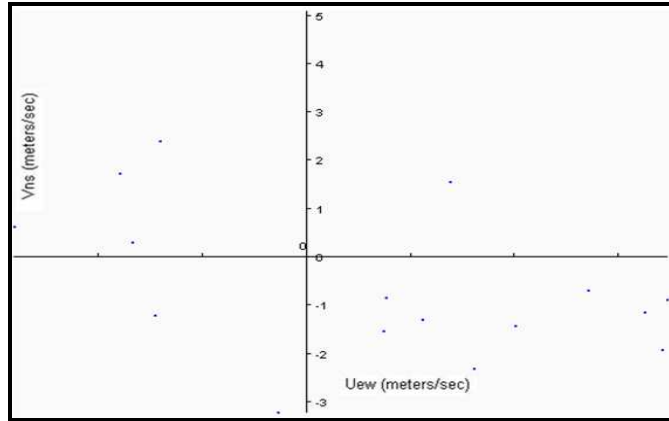


Gambar 3. Stick Diagram arus pada stasiun 2.

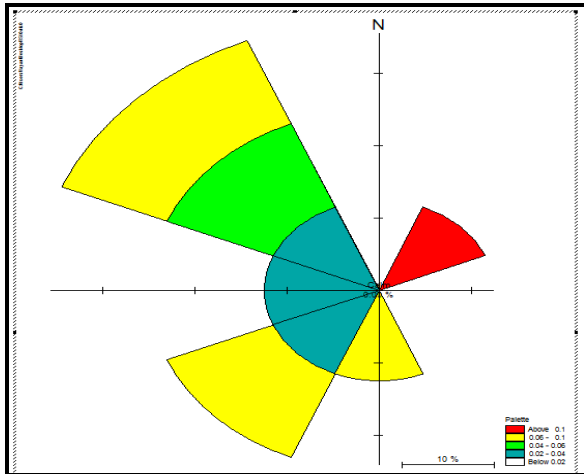


Gambar 4. Scatter Plot Arus Pada Stasiun 1.

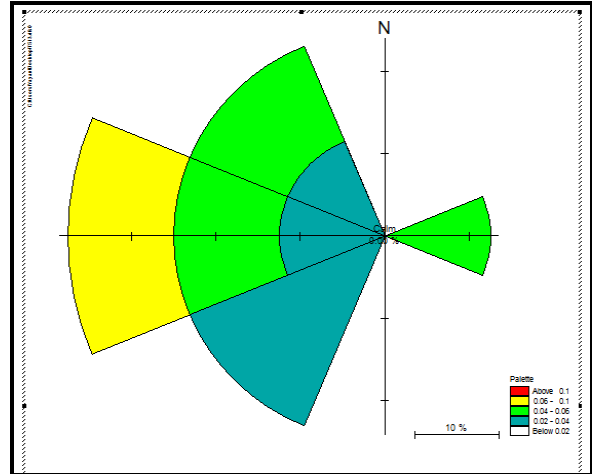
Gambar 5. Scatter Plot Arus Pada Stasiun 2.



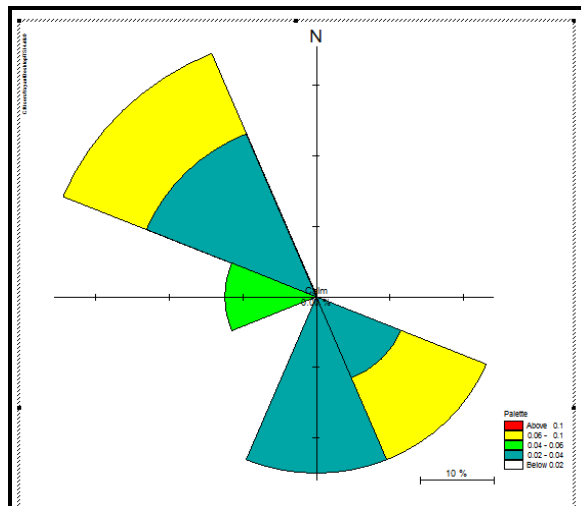
Gambar 6. Scatter Plot Arus Pada Stasiun 3.



Gambar 7. Distribusi Arah dan Kecepatan Arus Pada Stasiun 1.



Gambar 8. Distribusi Arah dan Kecepatan Arus Pada Stasiun 2.



Gambar 9. Distribusi Arah dan Kecepatan Arus Pada Stasiun 3.

Arus Pada Stasiun 2.

Pengolahan data arus menggunakan software CD-Oceanography didapatkan dalam bentuk stick diagram dan scatter plot, sedangkan pengolahan menggunakan software Mike 21 didapatkan dalam bentuk current rose, namun pada prinsipnya ketiga jenis analisis tersebut sama, yaitu menggambarkan arah arus dominan dalam suatu perairan.

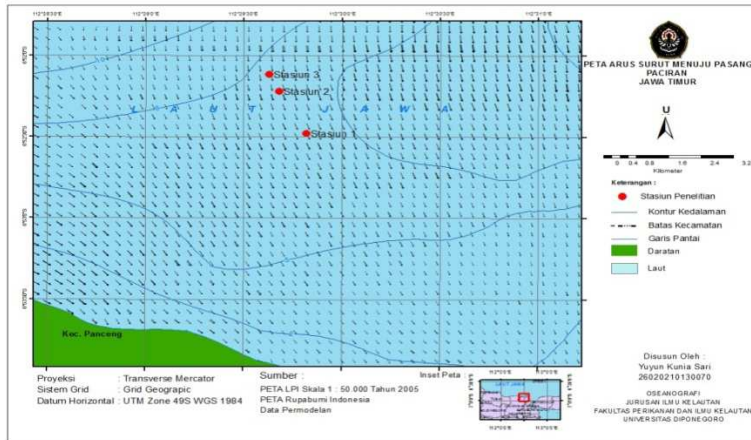
Hasil pada stick diagram (Gambar 16 dan 17), scatter (Gambar 19 dan 20), current rose (Gambar 22 dan 23) menunjukkan pergerakan arus bergerak ke berbagai arah, namun memiliki arah dominansi kearah barat laut dan barat daya untuk stasiun 1 dan 2 dan dominan bergerak kearah barat laut dan tenggara untuk stasiun 3 (Gambar 18, 21 dan 24). Hasil dominansi arah arus berbeda dengan penelitian sebelumnya oleh Muhazzir et al., (2009), yang menghasilkan dominan arah arus timur laut dan barat pada bulan Oktober 2009. Hal ini terjadi karena kondisi arus laut dipengaruhi oleh kondisi pada saat penelitian berlangsung, yaitu pada musim peralihan awal di bulan Maret hingga April. Pada musim peralihan awal akan terjadi perubahan pusat tekanan udara tinggi dan rendah, dari Asia pusat tekanan tinggi dan Australia pusat tekanan rendah menjadi Asia pusat tekanan rendah dan Australia pusat tekanan tinggi yang menyebabkan pergerakan arah angin menjadi tidak teratur, hal ini akan berpengaruh juga pada pola sirkulasi arus laut (Nontji, 1986).

Scatter plot pada stasiun 1, 2 dan 3 (Gambar 19, 20, dan 21) juga menggambarkan bahwa pola arus bergerak secara tidak teratur, sehingga dapat disimpulkan pola arus di perairan Paciran pada saat penelitian didominasi oleh arus non pasut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hadi dan Radjawane (2009), yakni pola arus yang bergerak secara eliptikal (bolak-balik) maka arus di perairan tersebut didominasi arus pasut, sedangkan pola arus bergerak secara tidak teratur maka di perairan tersebut didominasi oleh arus non pasut. Hasil penelitian ini juga diperkuat oleh Muhazzir et al., (2009), yang menyatakan perairan Paciran Kabupaten Lamongan pada Oktober (peralihan akhir) 2009 didominasi oleh arus non pasut. Arus non pasut yang dijumpai adalah arus sejajar pantai. Arus ini diduga disebabkan oleh gelombang yang memasuki pantai dan membentuk sudut tertentu terhadap garis pantai.

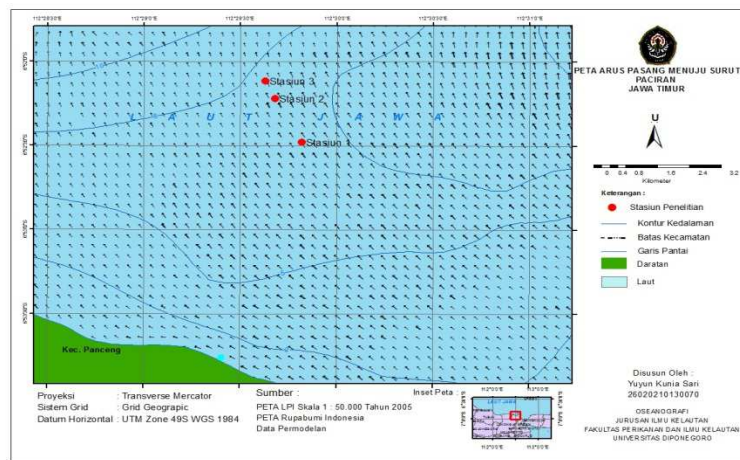
Untuk pengolahan menggunakan software SMS, didapatkan hasil simulasi model yang merupakan pola arus di perairan Paciran Jawa Timur. Terdapat 2 peta simulasi arus yaitu arus surut menuju pasang (Gambar 25) dan arus pasang menuju surut (Gambar 26). Pola arus surut menuju pasang (Gambar 25) terlihat vektor arus bergerak dari arah barat laut dan timur laut menuju tenggara. Pergerakan arus tersebut tidak teratur, sedangkan pada saat pasang menuju surut (Gambar 26) vektor arus bergerak dari arah tenggara menuju arah barat laut dan timur laut, hal ini menunjukkan pergerakan cenderung bolak-balik (bi-directional). Berdasarkan ciri yang dijelaskan diatas dapat dikatakan untuk stasiun 1 dan 2 didominasi gerakan arus non pasut, sedangkan stasiun 3 didominasi gerakan arus pasut. Hadi dan Radjawane (2009) mengatakan arus laut biasanya merupakan kombinasi arus pasut dan arus non pasut, namun arus non pasut tidak merubah pola arus pasut. Pola arus berbentuk ellips dan arus bolak-balik tetap terlihat walaupun dipengaruhi oleh arus non pasutnya. Arus non pasut yang mendominasi pada stasiun 1 dan 2 diduga diakibatkan oleh pergerakan angin yang tidak menentu, mengingat pengambilan data saat penelitian dilakukan pada musim peralihan awal (Maret hingga April).

Nilai kecepatan arus pada saat surut menuju pasang memiliki nilai terkecil berkisar 0,0197 meter/sec sampai 0,2733 meter/sec, sedangkan nilai kecepatan arus surut menuju pasang terbesar berkisar 0,2851 meter/sec sampai 0,5623 meter/sec. Nilai kecepatan arus saat pasang menuju surut memiliki nilai terkecil berkisar 0,0067 meter/sec – 0,0525 meter/sec. Sedangkan nilai kecepatan arus pasang menuju surut terbesar berkisar 0,0530 meter/sec – 0,5655 meter/sec.

Berdasarkan hasil kecepatan arus laut dari model pada dua kondisi yaitu pada saat pasang menuju surut dan surut menuju pasang terlihat bahwa kecepatan arus maksimum saat menuju surut hampir sama dengan saat menuju pasang. Hal ini sesuai dengan yang ditulis oleh Hadi dan Radjawane (2009), bahwa laju maksimum arus terjadi pada saat perubahan fase pasang menuju surut atau sebaliknya, dan pada kondisi elevasi tertinggi akan membuat kecepatan arus relatif nol. Pada saat surut menuju pasang dan pasang menuju surut juga terlihat kecepatan minimum sangat kecil, hal ini diduga pada saat tersebut terjadi slack water. Poerbandono dan Djunasjah (2005), menjelaskan kecepatan arus minimum terjadi pada saat slack water, dimana terjadi perubahan arah pasang surutnya. Kecepatan arus maksimum terjadi waktu antara air tinggi dimana arah pasang menuju pantai (flood water) dan air rendah ketika arah arus surut meninggalkan pantai (ebb water). Dengan demikian periode kecepatan arus pasut akan mengikuti periode pasut yang membangkitkannya.



Gambar 10. Pola Pergerakan Arus Surut Menuju Pasang.



Gambar 11. Pola Pergerakan Arus Pasang Menuju Surut.

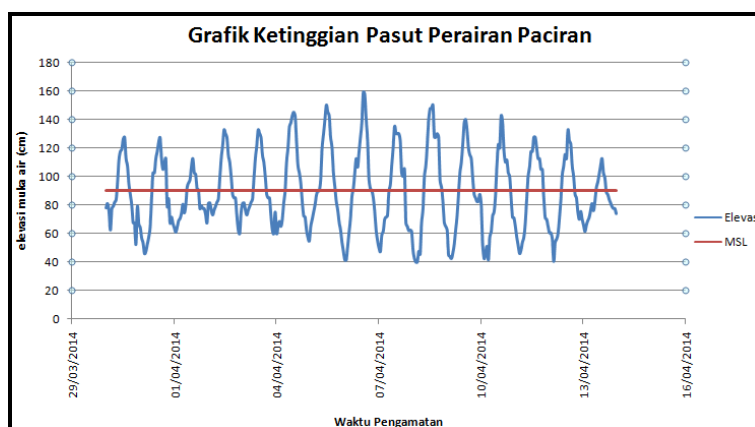
**2. Pasang Surut**

Pengolahan data dari perhitungan admiralty yang dilakukan terhadap kondisi pasang surut yang ada pada perairan Paciran Jawa Timur didapatkan Nilai Formzhal 4,26 dimana masuk dalam klasifikasi pasang surut harian tunggal. Hal ini sesuai pernyataan Ongkosono (1989), bahwa untuk nilai  $F > 3,00$  dapat diklasifikasikan sebagai tipe pasang surut harian tunggal (diurnal tide), dimana dalam sehari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut. Hasil penelitian ini diperkuat oleh hasil penelitian dari Muhazzir et al., (2009) yang mendapatkan tipe pasang surut tunggal pada Perairan Paciran pada bulan Oktober tahun 2009. Prediksi pasut dilakukan untuk mengetahui elevasi muka air laut (Tabel 12), yang nantinya dapat digunakan untuk langkah awal pengelolaan sumberdaya pesisir dan laut.

Triatmodjo (1999), menjelaskan perbedaan tipe pasang surut di tiap lokasi terjadi karena adanya pengaruh gaya gravitasi, gaya sentrifugal akibat adanya rotasi bumi dan gaya pembangkit pasang surut dari bulan dan matahari. Akibat adanya gaya-gaya tersebut menyebabkan bumi terutama dasar laut yang tidak merata mengakibatkan terjadinya penyimpangan-penyimpangan dan dapat menimbulkan ciri-ciri pasang surut yang berbeda-beda pada setiap perairan, Nontji (1986), menjelaskan bulan berputar mengelilingi bumi sekali dalam 24 jam 51 menit, jika faktor-faktor lain diabaikan maka suatu lokasi di bumi akan mengalami dua kali pasang dan dua kali surut. Faktor-faktor tersebut terjadi dengan asumsi seluruh permukaan bumi tertutup air, pasut hanya dipengaruhi bulan dan matahari yang orbit edarnya berupa lingkaran dan tepat mengorbit di atas garis khatulistiwa. Namun dalam kenyataannya bumi tidak hanya terdapat laut saja tetapi juga terdapat daratan baik benua maupun pulau, topografi dasar laut yang tidak rata, adanya selat yang sempit dan panjang, yang semuanya menimbulkan tipe pasang surut berbeda-beda dari suatu lokasi ke lokasi lainnya. Lokasi perairan Paciran terletak pada lokasi perairan semi tertutup, juga letaknya dekat dengan Selat Madura, sehingga menyebabkan perairan Paciran memiliki tipe pasang surut tunggal (diurnal).

Tabel 1. Elevasi Muka Air Laut

Tipe Pasang Surut	Pasang Surut Harian Tunggal
MSL	113
HHWL	173
LLWL	76



Gambar 12. Grafik hasil pengamatan pasang surut.

#### 4. Kesimpulan

Hasil simulasi model menunjukkan bahwa pola arus di perairan Paciran Jawa Timur merupakan arus non pasut, pada pengukuran di stasiun 1 dan 2, pergerakan arusnya dominan ke arah barat laut dan barat daya. Sedangkan arus pada stasiun 3 cenderung merupakan arus pasut dengan pola pergerakan bolak balik ke arah barat laut-tenggara. Pada saat surut menuju pasang kecepatan maksimum berkisar 0,2851 meter/sec sampai 0,5623 meter/sec bergerak ke arah tenggara, dan kecepatan minimum berkisar 0,0197 meter/sec sampai 0,2733 meter/sec bergerak ke arah tenggara. Sedangkan pada saat pasang menuju surut kecepatan maksimum berkisar 0,0530 meter/sec sampai 0,565 meter/sec bergerak ke arah barat laut dan kecepatan minimum 0,0067 meter/sec sampai 0,0525 meter/sec bergerak ke arah barat laut.

#### Daftar Pustaka

- Nontji, A. 1986. Laut Nusantara. Djambatan. Jakarta. 368 hlm.
- Nugroho, D. S. dan A. Anugroho. 2007. Studi Pola Sirkulasi Arus Laut di Perairan Pantai Provinsi Sumatra Barat. Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro Semarang. Semarang.
- Hadi, S. 2002. Arus Laut. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Hadi, S dan Radjawane. I. M. 2009. Diktat Kuliah Arus. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Muhazzir. S. Widada dan D.H. Ismunarti. 2009. Kajian Pola Arus Laut Sebelum dan Sesudah Pembangunan Pelabuhan Khusus Pabrikasi Baja di Perairan Paciran Kabupaten Lamongan. Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro Semarang. Semarang.
- Pemerintah Kabupaten Lamongan. 2012. Potensi Perikanan dan Kelautan Kecamatan Paciran. [Http://Lamongankab.go.id/Instansi/Paciran](http://Lamongankab.go.id/Instansi/Paciran) (1 Juli 2014).
- Sugiyono. 2009. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif. Alfabeta. Bandung.
- Suryabarata, S. 1992. Metodologi Penelitian. Cetakan VII. Rajawali Press. Jakarta. 79 hlm.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset. Yogyakarta.

