

ANALISIS KARAKTERISTIK ARUS HARMONIK AKIBAT PASANG SURUT DI PERAIRAN TELUK AWUR KABUPATEN JEPARA

Melissa Bonauli*), Muhammad Helmi*), Widodo S. Pranowo

*)Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Email:

melissabonauli@gmail.com, Muhammadhelmi69@gmail.com, widodo.pranowo@gmail.com

Abstrak

Teluk Awur di Kabupaten Jepara merupakan salah satu dari banyak teluk yang ada di Kabupaten Jepara. Kawasan ini menjadi penting bagi keberlangsungan hidup masyarakat sekitar. Adanya perubahan fisis-oseanografi yang terjadi di daerah ini berdampak terhadap perubahan karakteristik pantai, seperti arus dan pasang surut. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk memberikan gambaran mengenai karakteristik arus harmonik dan informasi dalam menunjang perencanaan pengembangan pantai. Penelitian ini dilakukan berdasarkan metode deskriptif dan dilaksanakan selama 3 hari pada tanggal 2 Maret 2015 – 5 Maret 2015. Data yang diolah berupa data arus dan data pasang surut. Arus laut diamati berdasarkan metode Eulerian menggunakan ADCP. Metode ini merupakan metode pengukuran arus stasioner menggunakan ADCP statis di satu titik. Sedangkan pengukuran pasang menggunakan data pasang surut BMKG. Hasil yang didapat dari penelitian ini ialah karakteristik arus harmonik dan pasang surut harmonik. Berdasarkan komponen di tiga kedalaman terukur serta kedalaman rata-rata didapatkan nilai formzahl yang untuk mengelompokkan tipe pasang surut masing-masing. Di kedalaman 4,8 meter yaitu Cell 1 memiliki tipe pasang surut pasang surut campuran dominasi tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*). Di kedalaman 2,4 meter yaitu Cell 2 dan di kedalaman 1,2 yaitu Cell 3 memiliki tipe pasang surut harian tunggal (*Diurnal tide*). Di kedalaman rata-rata memiliki tipe pasang surut campuran dominasi tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*). Arah arus harmonik akibat pasang surut di Teluk Awur berdasarkan pola ellips di kedalaman rata-rata secara umum menunjukkan arah pergerakan arus Timur Laut-Barat Daya. Sedangkan secara lebih detail deskripsi per kedalaman : di kedalaman 1,2 meter (Cell 1) arus harmonik bergerak Timur laut-Barat Daya; di kedalaman 2,4 meter (Cell 2) arah arus harmonik bergerak ke arah Timur Laut-Barat Daya; sedangkan di dasar perairan di kedalaman 4,8 meter (Cell 3) arus harmonik mengalami perubahan arah yakni Utara-Selatan.

Kata Kunci: Karakteristik Arus harmonik, pola ellips, *t,tide*, Admiralty, Perairan Teluk Awur

Abstract

Awur bay is one of many bay lies in Kabupaten Jepara .This region being important for daily necessities residents. The change of oceanography-physic that occur make some effect of beach characteristic, like current and the tidal. This study was conducted to contribute the description of current pattern and information to support the plan of beach sustainability. This research was based on kuantitatif method and implemented during 3 days on 2nd March to 5th March 2015. The data that observed were current data and tidal

data. The current observed by Eulerian method using the ADCP. This method is the method of measurement current stationary used adcp static in one point. While the measurement of the tidal using data BMKG's tides. The results obtained from the study is characteristic of the current harmonic and ebb harmonic .Based on component at three depth measurable and the depth of the average obtained value formzahl who to group type tides each .In the depths of 4,8 meters namely Cell 1 having type tides a mixture of dominance sole (mixed tide prevailing diurnal) .In the depth of 2,4 meters namely Cell 2 and in the depths of 1,2 namely Cell 3 has type tides daily sole (diurnal tide) .In the depths of the average has type tides a mixture of dominance sole (mixed tide prevailing diurnal). The current harmonic due to tides on the Awur bay based on pattern ellips in the depths of the average in general indicate the direction of movement of currents northeast-southwest.While more detailed description per depth: in depth 1,2 meters (Cell 1) current harmonic moved northeast-southwest; in the depth 2,4 meters (Cell 2) current harmonic moved northeast-southwest; while at the base waters in the depths of 4,8 meters (Cell 3) current harmonic experienced changed the direction to north-south .

Keywords: Characteristic of the current harmonic, ellips pattern, t_tide, Admiralty, The Awur bay

1. Pendahuluan

Perairan Indonesia merupakan perairan yang dipengaruhi oleh pergerakan dari samudera besar yaitu Samudera Hindia dan Samudera Pasifik. Diapit oleh dua samudera tersebut membuat kawasan Perairan Indonesia mempunyai karakteristik perairan yang beragam, sehingga berdampak pada wilayah pesisir. Wilayah Pesisir merupakan kawasan yang cepat mengalami perubahan bentang alam baik diakibatkan oleh aktivitas manusia ataupun proses alam, untuk itu kawasan pesisir perlu mendapat perhatian lebih dari pemerintah daerah (Illahude, 1999).

Wilayah Pesisir di Perairan Teluk Awur yang terletak di 110°38'8" BT dan 6°37'38" LS merupakan perairan yang banyak digunakan untuk berbagai aktifitas manusia, contohnya daerah penangkapan ikan dan bangunan pantai.

Aspek Oseanografi berupa arus harmonik dibutuhkan dalam penentuan tipe pasang surut. Analisa karakteristik arus harmonik akan memberikan nilai dan tipe pasang surut. Karena dengan diketahuinya karakteristik arus harmonik dan elevasi harmonik suatu wilayah perairan, maka diketahui pula komponen-komponen pembentuk arus harmonik. Melalui komponen yang dihasilkan akan diketahui interaksi pembentuk pasang surutnya. Hal ini akan sangat dibutuhkan untuk kepentingan pengelolaan lingkungan serta bangunan pantai. Sehingga memberikan informasi yang optimal dalam pembangunan dan pengelolaan lingkungan pantai secara berkala.

2. Metode Penelitian

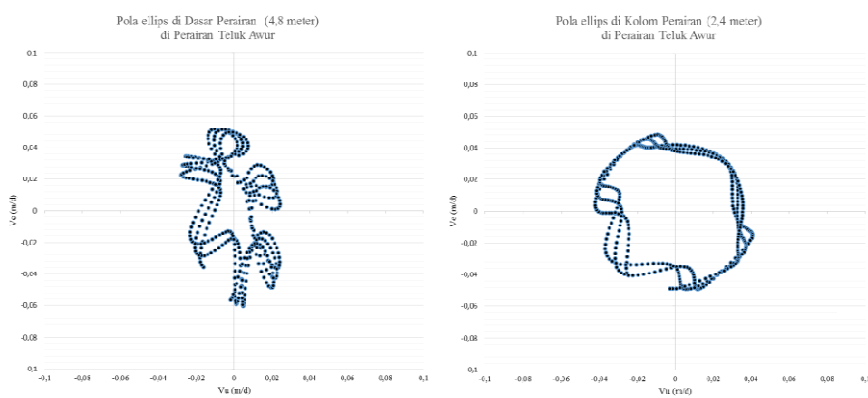
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif yang bersifat eksploratif. Metode deskriptif digunakan untuk mencari unsur-unsur, ciri-ciri, sifat suatu fenomena. Sifat eksploratif berarti mencari tahu keterkaitan suatu variabel dengan suatu objek tertentu. Metode ini dibagi dalam tiga tahapan besar yaitu pengumpulan data, pengolahan data, dan interpretasi data. Menurut Suryana (2010), ada berbagai jenis tahapan pelaksanaan dalam metode ini seperti survei lapangan, studi kasus, studi komparatif, analisa tingkah laku dan analisa dokumenter. Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui pola dan karakteristik arus harmonik akibat pasang surut.

3. Hasil dan Pembahasan

Arus Harmonik

Dari hasil pengukuran arus laut perairan Teluk Awur dilakukan juga analisa pola ellips untuk menunjukkan pola pergerakan secara umum dan pola pergerakan arus laut pada 3 Cell. Terdapat 2 kondisi dalam persebaran dominasi arah arus. Bila dominasi arah arus berbentuk eliptikal maka dapat diketahui bahwa dominasi arah arus dipengaruhi oleh pasang surut. Jika dominasi arah arus berbentuk menyebar maka dapat diketahui bahwa dominasi arah arus tidak dipengaruhi oleh pasang surut perairan tersebut.

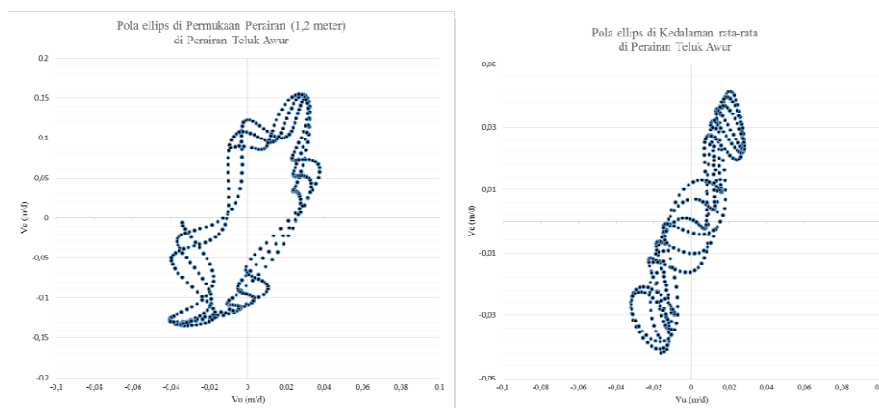
Secara umum terlihat bahwa bentuk pola ellips pada dominasi arah arus laut rata-rata dan pada tiap cell menggambarkan bentuk eliptikal. Arus yang memiliki pola eliptikal menunjukkan bahwa arus di perairan Teluk Awur merupakan arus pasang surut atau arus harmonik. Pada Gambar 12 menunjukkan adanya pola ellips dengan arah Utara-Selatan. Pada Gambar 13-Gambar 14 menunjukkan adanya bentuk eliptikal dengan arah Timur Laut-Barat Daya. Hasil analisis harmonik yaitu bentuk pola dari arus harmonik, komponen dan karakteristiknya. Hasil yang didapat dari arus harmonik pada cell 1 membentuk pola semidiurnal, yaitu pasang surut campuran harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*). Namun berbeda dengan arus harmonik di cell 2 dan cell 3. Pola arus pasang yang terjadi ialah pasang surut tunggal (*diurna tidal*).



Gambar 1.

Pola ellips Arus Harmonik di Dasar Perairan

Kolom Perairan



Gambar 3. Pola ellips Arus Harmonik di Permukaan Perairan

Gambar 4. Scatter Plot Arus Harmonik di Kedalaman rata-rata

Pasang Surut

Hasil analisis pasang surut perairan Teluk Awur dengan metode admiralty menghasilkan komponen-komponen harmonik yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil komponen pasang surut di perairan Teluk Awur metode admiralty

Komponen Pasut	A(Cm)	Beda Fasa (g°)
S0	60,13	
M2	14,33	272,12
S2	8,49	122,66
N2	3,55	212,95
K1	22,62	356,45
O1	4,82	249,96
M4	0,75	282,34
MS4	1,03	230,66
K2	2,29	122,66
P1	7,47	356,45

Tipe pasut di Teluk Awur dapat diketahui berdasarkan nilai Formzahl yang diperoleh dari perhitungan komponen-komponen pasut. Nilai Formzahl tersebut diperoleh sebesar 1,2 (Lampiran 1). Sesuai dengan rumusan Formzahl bahwa nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai $0,25 < F \leq 1,5$ dikategorikan sebagai tipe pasut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*).

Nilai elevasi Teluk Awur dihitung berdasarkan metode Admiralty yang disajikan pada Lampiran 1. Dari hasil perhitungan, didapatkan hasil nilai elevasi muka air laut rerata (*mean sea level*) yang terjadi di Teluk Awur sebesar 60,13 cm, elevasi tertinggi (*highest high water level*) sebesar 90,11 cm, dan elevasi terendah (*lowest low water level*) sebesar 30,14 cm.

Hasil analisis pasang surut perairan Teluk Awur dengan metode *toolbox t_tide* menghasilkan komponen-komponen harmonik yang disajikan pada Tabel 2.

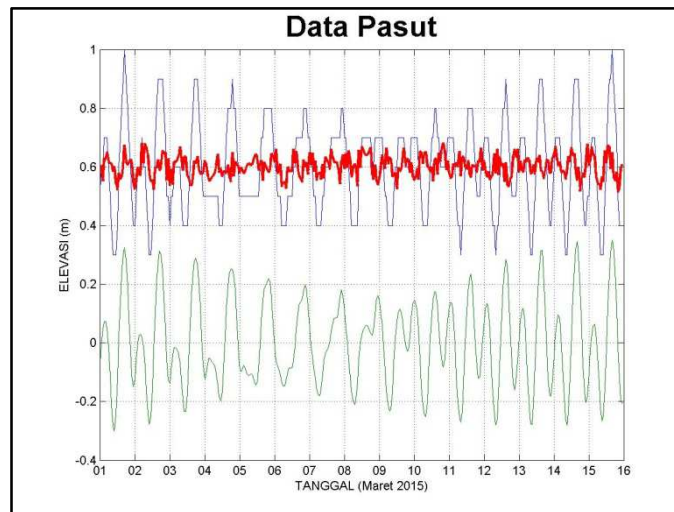
Tabel 2. Hasil komponen pasang surut di perairan Teluk Awur metode *t_tide*

tide	freq	amp	amp_err	pha	pha_err	snr
*K1	0.041781	0.2236	0.007	351.15	1.88	1.10E+03
*P1	0.041553	0.074	0.007	358.22	5.16	1.20E+02
*M2	0.080511	0.1241	0.018	33.27	8.16	46
*O1	0.038731	0.0438	0.007	2.91	10.19	42
*S2	0.083333	0.0797	0.018	90.19	13.11	19
*MS4	0.163845	0.0133	0.003	320.87	14.52	15
*M4	0.161023	0.0081	0.003	150.89	23.28	5.4
*2SM6	0.247178	0.0044	0.002	315.31	31.13	3.2
*2SK5	0.208447	0.0048	0.003	246.76	40.19	2.4
*2MS6	0.244356	0.003	0.002	286.39	44.47	1.5
*K2	0.083562	0.0217	0.018	112.59	60.16	1.4
*S4	0.166667	0.0036	0.003	231.97	55.66	1.1
MSF	0.002822	0.0059	0.007	329.54	65.24	0.77
SK3	0.125114	0.0021	0.003	326.14	84.69	0.55
M10	0.402557	0.0027	0.004	83.66	80.24	0.38

M3	0.120767	0.0017	0.003	37.62	93.61	0.34
2MK5	0.202804	0.0016	0.003	67.14	113.17	0.27
M8	0.322046	0.0022	0.004	35.61	105.02	0.24
M6	0.241534	0.0005	0.002	179.79	234.13	0.05
3MK7	0.283315	0.0006	0.005	18.87	490.98	0.014

Tipe pasut di Teluk Awur dapat diketahui berdasarkan nilai Formzahl yang diperoleh dari perhitungan komponen-komponen pasut. Nilai Formzahl tersebut diperoleh sebesar 1,3. Sesuai dengan rumusan Formzahl bahwa nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai $0,25 < F \leq 1,5$ dikategorikan sebagai tipe pasut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*).

Hasil komponen yang memiliki tanda bintang merupakan komponen dengan nilai SNR (*Signal to Noise Ratio*) signifikan. Nilai SNR yang dikatakan signifikan ialah SNR yang memiliki nilai lebih dari 1.



Gambar 5. Grafik Pola Pasang Surut Harmonik dan Pola Arus Admiralty (keterangan: elevasi harmonik(warna merah); elevasi admiralty (warna biru); elevasi residu (warna hijau))

Perbandingan Komponen

Hasil komponen berdasarkan Analisis Harmonik seperti yang dapat dilihat di Tabel 3. Nilai yang dipakai dalam perbandingan komponen ialah nilai SNR (*Signal to Noise Ratio*).

Table 3. Hasil Perbandingan Komponen dari Analisis Harmonik

komponen	arus				Pasut BMKG
	Kedalaman rata-rata	1,2 meter	2,4 meter	4,8 meter	
MSF	0.0024	0.079	0.028	0.028	0.77
O1	0.018	0.015	0.012	0.012	42
P1	0.45	0.55	0.58	0.58	1.20E+02
K1	4.1	5	5.3	5.3	1.10E+03
M2	0.064	0.026	0.049	0.049	46

S2	0.11	0.058	0.073	0.073	19
K2	0.0079	0.0043	0.0054	0.0054	1.4
M3	0.054	0.00082	0.024	0.024	0.34
SK3	0.0082	5.30E-06	0.0042	0.0042	0.55
M4	0.0039	0.0045	0.005	0.005	5.4
MS4	0.0032	0.0068	0.015	0.015	15
S4	0.006	0.0076	0.046	0.046	1.1
2MK5	24	25	26	26	0.27
2SK5	0.88	0.6	0.6	0.6	2.4
M6	1.2	0.14	1.3	1.3	0.05
2MS6	47	4.4	75	75	1.5
2SM6	12	1.2	21	21	3.2
3MK7	0.071	0.065	0.027	0.027	0.014
M8	0.0021	0.00075	0.0035	0.0035	0.24
M10	0.14	0.25	0.45	0.45	0.38

Berdasarkan hasil arus harmonik dari tiga kedalaman terukur, kedalaman rata-rata serta elevasi harmonik yang ada di tabel 3, diketahui bahwa komponen yang mempengaruhi terbentuknya arus harmonik sama dengan komponen yang dikeluarkan oleh elevasi harmonik. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh pasang surut dalam pergerakan arus.

Karakteristik Arus Pasang Surut di Teluk Awur Berdasarkan Analisis Harmonik

Berdasarkan hasil pengukuran dan perekaman data arus harmonik di Teluk Awur pada setiap *cell* di tiga kedalaman dan kedalaman rata-rata menunjukkan perbedaan tipe yang sedikit berbeda. Perbedaan tersebut terlihat di nilai *Formzahl*. Pada *cell* 1, nilai *formzahl* yang didapat ialah 2,52. Sesuai dengan rumusan *Formzahl* bahwa nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai $1,5 < F \leq 3$ dikategorikan sebagai tipe pasang surut campuran dominasi tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*). Pada *cell* 2, nilai *formzahl* yang didapat ialah 3,39. Sesuai dengan rumusan *Formzahl* bahwa nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai $F > 3$ dikategorikan sebagai tipe pasang surut harian tunggal (*Diurnal tide*). Pada *cell* 3, nilai *formzahl* yang didapat ialah 3,39 sama dengan yang dihasilkan di *cell* 2. Sehingga dapat dikatakan bahwa tipe pasang surut di *cell* 2 dan *cell* 3 adalah sama yaitu tipe pasang surut harian tunggal (*Diurnal tide*). Pada kedalaman rata-rata nilai *formzahl* yang dihasilkan ialah 1,66. Sesuai dengan rumusan *Formzahl* bahwa nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai $1,5 < F \leq 3$ dikategorikan sebagai tipe pasang surut campuran dominasi tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*). Sedangkan untuk nilai dari pasang surutnya sebesar 1,3. Sesuai dengan rumusan *Formzahl* bahwa nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai $0,25 < F \leq 1,5$ dikategorikan sebagai tipe pasang surut campuran dominasi ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*).

Tabel 4. Perbandingan Hasil Penelitian

Hasil Penelitian Arus Pasang Surut di Teluk Awur Berdasarkan hasil Observasi		
	Kastoro (1987)	Penelitian 2015
Kecepatan Min	0,05-0,18 m/d	0.013014572m/d
Kecepatan Maks	0,23-0,27 m/d	0.433415819m/d

Berdasarkan hasil penelitian Kastoro di tahun 1987, bahwa arus yang terjadi di Perairan Teluk Awur merupakan arus harmonik atau arus yang dipengaruhi oleh arus pasang surut. Untuk melihat lebih detailnya, pembagian arus di bagi kedalam 3 cell.

Tabel 5. Hasil Penelitian di 3 Cell

Hasil Penelitian Arus di 3 Cell		
	Kecepatan Minimal	Kecepatan Maksimal
Cell 1	0,003162278	0,649889991
Cell 2	0,000008	0,75754
Cell 3	0,005	0,692798672

Dari nilai masing-masing Cell dapat diketahui bahwa kecepatan arus maksimal dari ketiga Cell tersebut berada di Cell 2 yang berada di kolom perairan dan untuk kecepatan arus minimumnya juga berada di Cell 2.

Hasil Komponen signifikan Arus di tiga cell menunjukkan kesamaan komponen, berbeda dengan komponen yang dihasilkan oleh pasang surut. Hasil komponen signifikan yang dihasilkan oleh arus di tiga cell berupa K1, 2MK5, M6, 2MS6, 2SM6. Sedangkan hasil komponen signifikan yang dihasilkan oleh pasang surut berupa O1,P1, KI, M2, S2, K2, M4, MS4, S4, 2SK5, 2MS6. Kesamaan komponen dari analisis harmonik arus dan pasang surut ialah K1 dan 2MS6. K1 merupakan pasang surut diurnal yang dipengaruhi perubahan deklinasi bulan dan matahari. Hal ini terlihat dengan tipe pasang surut yang terjadi di tiap cell memiliki kecenderungan dengan tipe pasang surut tunggal. Dari beberapa komponen yang dihasilkan ada beberapa komponen arus harmonik signifikan yang tidak umum yaitu 2MK5, 2MS6, 2SM6, dan M6. Hal ini menunjukkan keunikan arus harmonik yang terbentuk. Komponen 2SM6, M6 dan 2MS6 merupakan *independent constituents (sixth diurnal)*. Sedangkan komponen 2MK5 merupakan *fifth diurnal*. Komponen 2MS6 dan 2SM6 merupakan hasil interaksi antara M4 dan S2. Sedangkan 2MK5 merupakan hasil interaksi antara M4 dan K1.

Karakteristik Pasang Surut di Teluk Awur

Berdasarkan hasil dari pengolahan t_{tide} dan metode admiralty maka didapatkan nilai Formzahl pada kedua pengolahan. Pada hasil pengolahan t_{tide} didapatkan nilai 1,31 sedangkan dengan metode pengolahan admiralty didapatkan nilai 1,20. Hal ini dikarenakan dengan menggunakan metode t_{tide} data elevasi dari instansi BMKG dipisah menjadi dua bagian yaitu elevasi harmonik dan elevasi residu. Sehingga menghasilkan nilai yang berbeda dengan metode admiralty. Pemisahan data elevasi akan memberikan hasil komponen yang signifikan serta menghasilkan nilai formzahl yang berbeda dengan metode admiralty karena penggunaan metode admiralty tidak memisahkan elevasi menjadi elevasi harmonik dan elevasi residu. Namun nilai dari kedua metode tersebut memiliki kesamaan tipe pasang surut yaitu pasang surut campuran dominasi ganda.

Tabel 6. Nilai Formzahl dari pengolahan t_{tide} dan metode admiralty

	Pasang surut	
	t_{tide}	Admiralty
O1	0.0438	4.82
K1	0.2236	22.62
M2	0.1241	14.33
S2	0.0797	8.49
F	1.312070658	1.202454

Hasil pengolahan pasang surut dengan 2 metode ini menunjukkan karakteristik yang berbeda dengan pengolahan arus harmonik. Titik pengambilan data pasang surut terletak di Pelabuhan Tanjung Mas Semarang Jawa Tengah. Hal ini menghasilkan karakteristik yang berbeda dimungkinkan karena perbedaan jarak spasial yang cukup signifikan (44,5 km) antara stasiun pengukuran arus di Teluk Awur dengan stasiun pasang surut BMKG Semarang Jawa Tengah. Tipe campuran cenderung diurnal sama seperti yang dikemukakan sebelumnya oleh Wrytki (1961) untuk wilayah Perairan Utara Jawa Tengah. Berdasarkan analisis Admiralty yang dilakukan oleh Pranowo (2002) terhadap data pasang surut dari stasiun pengukuran LPWP Jepara, tipe pasang surut di Jepara dan sekitarnya termasuk Teluk Awur adalah campuran cenderung *diurnal*.

4. Kesimpulan

Pola arus harmonik di Teluk Awur disebabkan oleh komponen harmonik signifikan dari pasang surut tipe campuran cenderung tunggal (mixed tide prevailing diurnal), dimana secara lebih detail dipengaruhi oleh komponen diurnal (K1), diurnal kelima (2MK5), dan diurnal keenam (M6 2MS6, 2SM6). Arah arus harmonik akibat pasang surut di Teluk Awur berdasarkan pola ellips di kedalaman rata-rata secara umum menunjukkan arah pergerakan arus Timur Laut-Barat Daya. Sedangkan secara lebih detail deskripsi per kedalaman : di kedalaman 1,2 meter arus harmonik bergerak Timur laut-Barat Daya; di Kolom perairan (2,4 meter) arah arus harmonik bergerak ke arah Timur Laut-Barat Daya; sedangkan di dasar perairan di kedalaman 4,8 meter arus harmonik mengalami perubahan arah yakni Utara-Selatan.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) Jakarta dan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) TanjungMas, Semarang-Jawa tengah atas fasilitas selama penelitian ini berlangsung, serta kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan artikel ini.

Daftar Pustaka

- Bernawis, L. I. 2000. *Temperature And Pressure Response On El-Nino 1997 And La-Nina 1998 In Lombok Strait. Proc. The JSPS-DGHE Internasional Symposium on Fisheries Science in Tropical Area.*
- Bishop, J. M. 1984. *Aplied Oceanography.* New York. 254p.
- Brown, J., A. Colling., D. Park., J. Philips., D. Rothery and J. Wright. 1989. *Ocean Circulation. The Open University. Published In Assoiation with Pergamon Press.*
- Gross, M. G. 1990. *Oceanography, Sixth Edition.* Prentice Hall. Inc. New Jersey.
- Hadi, S. 2002. *ArusLaut.* InstitutTeknologi Bandung. Bandung.
- Hadi, S. dan I. M. Radjawane. 2009. *Diklat Kuliah Arus.* Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Hutabarat, S. dan S. M. Evans. 1984. *PengantarOseanografi.* Universitas Indonesia-Press. Jakarta.
- Illahude, A.G. 1999. *PengantarKeOseanologiFisika.* LIPI, Jakarta.
- Iskandar, T. 2008. *Prediksi Pasang Surut Laut di Selat Malaka dengan Menggunakan Model Hamsom* 2009. USU Repository.
- Latief, H. K. 2002. *Oceanografi Pantai.* Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Linsley. 1986. *Hidrology for Engineers.* Mc-Graw-Hill Inc. New York.
- Ningsih, N. S. 2002. *OseanografiFisis.* InstitutTeknologi Bandung.Bandung.
- Ongkosono. O. S. R dan Sunaryo. 1989. *Pasang Surut.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi (P3O) LIPI. Jakarta.
- Poerbondono dan E. Djunasjah. 2005. *Survei Hidrografi.* Refika Aditama, Bandung.
- Pranowo, Widodo S. 2002. *Model Numerik Sebaran Senyawa Nitrogen Di Perairan Pantai Kedung, Jepara.* Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Sudarto. 1993. *Pembuatan Alat Pengukur Arus Secara Sederhana.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi (P3O) LIPI. Jakarta.
- Supangat, A. 2003. *Pengantar Oseanografi.* Pusat Riset Wilayah Sumber Daya Non-Hayati. BRPKP-DKP. ISBN No. 979. 97572-4-1.
- Susiantiet.al, 2008.*Elevasisebaran Thermal Di PerairanSemenanjungMuriaDalamRencana Pembangunan PLTN.* BadanPengkajiandanPengembanganTeknologi (BPPT), Jakarta.

- Steward, H. R. 2006. Intoduction To Physical Oceanography. Department of Oceanography. A & M University. Texas.
- Sverdrup, H. U. M. W Johnson and R. H. Fleming. 1961. The Oceans, their Physics, Chemistry and General Biology. Prentice-Hall, INC. Englewood Cliffs, N. J.
- Triatmodjo, B. 1999. Tehnik Pantai. Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo. 2012. Perencanaan Bangunan Pantai. Beta Offset. Yogyakarta.
- Wyrcki, K. 1961. "Physical Oceaoigraphyof SouthEast AsiaWaters". Naga Report. Vol 2. Scripps Institution ofOceanography La Jolla: California. The University of California.