

**ANALISIS KOMPONEN HARMONIK PENGAMATAN PASANG SURUT MENGGUNAKAN ALAT PENGAMAT PASANG SURUT BERBASIS SENSOR ULTRASONIK  
(Studi Kasus: Desa Ujung Alang, Kampung Laut, Cilacap)**

**Yuwono<sup>1</sup>, Dedy Kurniawan<sup>1</sup>, Nazib Faisal<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departemen Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

<sup>2</sup>Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan,  
Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  
Jl. A. H. Nasution No. 264 Bandung

Email : yuwono@geodesy.its.ac.id

**Abstract**

*Tide observations done using two method, simple ways and automatics ways using sensors [4]. Currently in Indonesia there is agency that provider tidal observations data automatically, the Geospatial Information Agency which has 128 observation stations (Geospatial Information Agency, 2016). But the observation stations are only located in major ports and several beaches in Indonesia. While 2/3 of Indonesia is waters that would require mapping bathymetry and tide observations when it will construction, so required for alternative instrumens of automated tidal observers that more flexible and inexpensive. This study aims to determine the analysis of the harmonic components generated by the automatic tide observations using ultrasonic sensors. Tide observations made during the 15 days. The locations were situated in the waters of Ujung Alang, which is part of Segara Anakan river located in Cilacap, Central Java. The Observations data are used to define mean sea level and 9 harmonic components ( $K_1$ ,  $O_1$ ,  $P_1$ ,  $M_2$ ,  $S_2$ ,  $N_2$ ,  $K_2$ ,  $M_4$  and  $MS_4$ ). The calculation of Fomzahl value produce type of tides in mix semidiurnal with  $F= 0,557$ .*

*Keywords: Tidal Observations, Ultrasonic Sensors, Least Square Analysis, Harmonic Components.*

**Abstrak**

Teknologi untuk melakukan pengamatan pasang surut dewasa ini sudah meningkat dengan ditemukannya berbagai sensor yang dapat melakukan pengamatan pasang surut secara otomatis. Badan Informasi Geospasial telah melakukan pengamatan pasang surut dengan menggunakan peralatan otomatis yang terletak pada 128 stasiun di seluruh Indonesia (Badan Informasi Geospasial, 2016). Stasiun pasang surut tersebut hanya terletak pada pelabuhan-pelabuhan besar dan beberapa pantai di Indonesia, padahal 2/3 total luas Indonesia adalah perairan. Pembuatan stasiun pengamatan pasang surut otomatis di seluruh perairan tentunya memerlukan biaya yang besar sehingga dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ketelitian data pengamatan dan komponen pasang surut yang dihasilkan oleh alat pengamat pasang surut otomatis menggunakan sensor ultrasonik yang lebih murah. Pengambilan data primer pengamatan pasang surut dilakukan selama 15 piamtan di Perairan Laguna Segara Anakan, tepatnya di Desa Ujung Alang, Kampung Laut Cilacap. Data pengamatan pasang surut selanjutnya dianalisis dengan metode *least square* sehingga dihasilkan nilai muka perairan rata-rata dan 9 komponen harmonik pasang surut ( $K_1$ ,  $O_1$ ,  $P_1$ ,  $M_2$ ,  $S_2$ ,  $N_2$ ,  $K_2$ ,  $M_4$  dan  $MS_4$ ). Perhitungan nilai fomzahl terhadap komponen harmonik yang didapat menghasilkan jenis pasang surut campuran, cenderung pada harian ganda (*mix semidiurnal*), dengan nilai  $F= 0,557$ .

*Kata Kunci: Pengamatan Pasang Surut, Sensor Ultrasonik, Analisis Least Square, Komponen Harmonik.*

**PENDAHULUAN**

**Latar Belakang**

Pasang surut berguna untuk menentukan kerangka kontrol vertikal dalam pengukuran posisi suatu titik di permukaan Bumi, khususnya pada

struktur bangunan-bangunan di daerah perairan dan pesisir (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005). Teknologi untuk melakukan pengamatan pasang surut sudah meningkat dengan ditemukannya berbagai sensor yang dapat melakukan pengamatan pasang surut secara otomatis. Dewasa ini Badan Informasi Geospasial telah

melakukan pengamatan pasang surut dengan menggunakan peralatan otomatis yang terletak pada 128 stasiun di seluruh Indonesia (Badan Informasi Geospasial, 2015). Sayangnya stasiun pasang surut tersebut hanya terletak pada pelabuhan-pelabuhan besar dan beberapa pantai di Indonesia, padahal 2/3 total luas Indonesia adalah perairan. Pembuatan stasiun pengamatan pasang surut otomatis di seluruh perairan tentunya memerlukan biaya yang besar. Menurut penelitian Arief (2011), sensor ultrasonik dapat digunakan untuk mengukur ketinggian dan volume air, sehingga dalam penelitian ini dilakukan pengamatan pasang surut menggunakan sensor ultrasonik yang lebih murah.

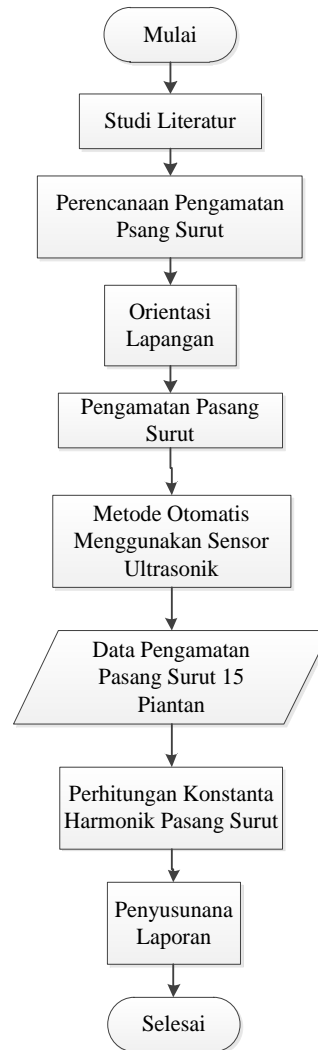
**METODOLOGI PENELITIAN**

**Data dan Peralatan**

- **Data**  
 Penelitian ini menggunakan data primer hasil pengamatan pasang surut dengan metode sederhana menggunakan palem ukur serta data pengamatan otomatis menggunakan sensor ultrasonik yang dilakukan selama 15 piantan pengamatan.
- **Lokasi**  
 Lokasi yang dipilih untuk melakukan penelitian ini adalah di Desa Ujung Alang yang merupakan lokasi rencana pembangunan Jembatan Apung yang melintang di atas Sungai Segara Anakan (Kurniawan, 2015). Desa Ujung Alang secara administratif terletak di Kecamatan Kampung Laut, Kabupaten Cilacap.
- **Peralatan**  
 Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:
  1. Perangkat Lunak
    - Sistem Operasi *Windows 7 Professional*
    - *Microsoft Office*
    - *Matlab2010*
    - IDE *Arduino I.6.5*
  2. Perangkat Keras (*Hardware*)
    - Formulir Pengamatan Pasang Surut
    - *Personal Computer*

**Metode Penelitian**

Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Grafik Hasil Data Pengamatan Menggunakan Sensor.**

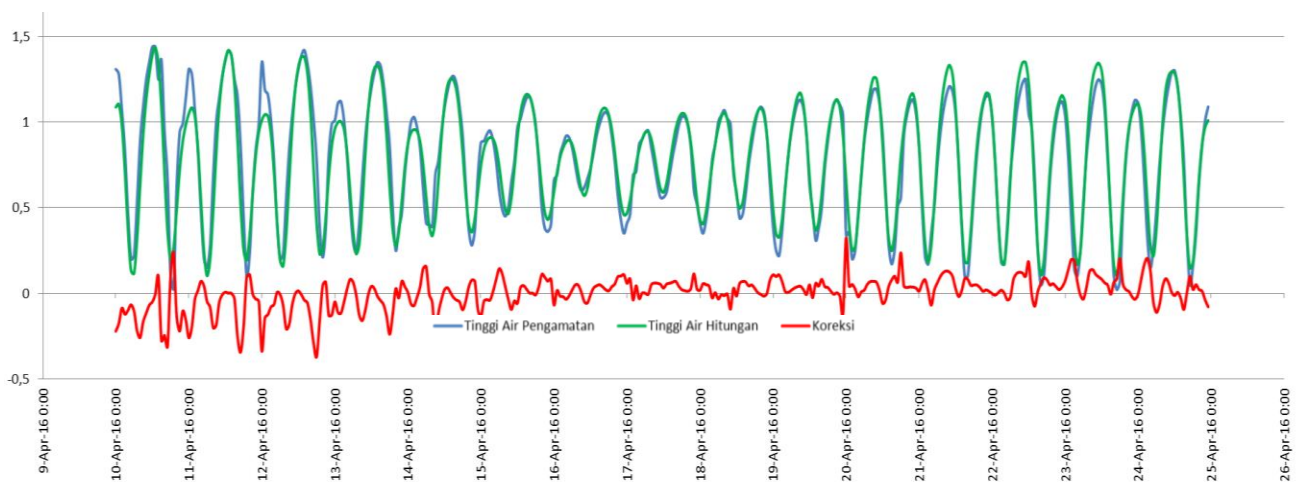
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Data Pengamatan Pasang Surut**

Pengamatan pasang surut menggunakan sensor ultrasonik dilakukan sistem perekaman otomatis yang telah terpasang pada alat pengamatan. Hasil perekaman disimpan dalam *SD Card* dengan file berekstensi *txt*. Hasil pengamatan pasang surut menggunakan sensor ultrasonik (dalam satuan m) tersebut ditampilkan pada Tabel 1 dan grafik pasang surut disajikan pada Gambar 2.

**Tabel 1. Hasil Pengamatan Menggunakan Sensor**

No	Tanggal	Jam																							
		0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
1	10-Apr-16	1,31	1,28	1,07	0,83	0,47	0,2	0,22	0,54	0,89	1,09	1,25	1,35	1,44	1,44	1,25	1,36	0,95	0,67	0,1	0,03	0,62	0,94	0,99	1,14
2	11-Apr-16	1,31	1,28	1,07	0,83	0,47	0,2	0,15	0,28	0,68	1	1,14	1,27	1,36	1,42	1,39	1,25	1,15	0,87	0,45	0,1	0,23	0,59	0,84	0,99
3	12-Apr-16	1,35	1,19	1,16	1,01	0,77	0,41	0,2	0,23	0,55	0,84	1,04	1,2	1,31	1,39	1,42	1,34	1,21	1,02	0,78	0,39	0,21	0,38	0,81	0,99
4	13-Apr-16	1,01	1,11	1,12	1,01	0,8	0,52	0,3	0,24	0,41	0,67	0,91	1,08	1,2	1,29	1,35	1,33	1,22	1,05	0,86	0,5	0,25	0,38	0,47	0,7
5	14-Apr-16	0,87	1	1,03	0,97	0,85	0,61	0,41	0,4	0,39	0,69	0,77	0,94	1,08	1,18	1,25	1,27	1,22	1,09	0,92	0,63	0,37	0,28	0,37	0,69
6	15-Apr-16	0,88	0,89	0,93	0,95	0,89	0,77	0,6	0,49	0,45	0,5	0,65	0,77	0,97	1,02	1,09	1,14	1,15	1,09	0,98	0,76	0,5	0,38	0,36	0,4
7	16-Apr-16	0,66	0,69	0,81	0,87	0,92	0,91	0,85	0,75	0,65	0,6	0,62	0,67	0,73	0,82	0,92	0,99	1,04	1,06	1,03	0,92	0,77	0,57	0,43	0,35
8	17-Apr-16	0,41	0,46	0,69	0,71	0,87	0,9	0,94	0,95	0,85	0,75	0,64	0,56	0,56	0,59	0,69	0,8	0,89	0,98	1,03	1,03	0,98	0,85	0,6	0,52
9	18-Apr-16	0,41	0,35	0,43	0,57	0,78	0,87	1	1,04	1,07	1,02	0,99	0,7	0,59	0,44	0,46	0,58	0,75	0,87	0,98	1,06	1,09	1,06	0,92	0,64
10	19-Apr-16	0,39	0,25	0,22	0,37	0,61	0,8	0,94	1,04	1,11	1,13	1,08	0,93	0,63	0,49	0,31	0,38	0,5	0,73	0,89	1,02	1,11	1,13	1,1	1,04
11	20-Apr-16	0,34	0,36	0,2	0,25	0,47	0,68	0,89	1,02	1,12	1,19	1,19	1,11	0,93	0,6	0,28	0,17	0,26	0,51	0,56	0,92	1,04	1,11	1,13	1,05
12	21-Apr-16	0,85	0,5	0,21	0,17	0,35	0,51	0,75	0,94	1,07	1,16	1,21	1,18	1,05	0,77	0,39	0,1	0,1	0,32	0,58	0,81	0,98	1,1	1,15	1,15
13	22-Apr-16	1,03	0,77	0,43	0,18	0,17	0,4	0,69	0,88	1,05	1,16	1,23	1,25	1,05	0,97	0,67	0,25	0,05	0,1	0,36	0,67	0,87	1,01	1,1	1,12
14	23-Apr-16	1,04	0,8	0,44	0,14	0,1	0,25	0,54	0,8	0,97	1,11	1,21	1,25	1,22	1,07	0,77	0,45	0,1	0,02	0,07	0,5	0,79	0,96	1,07	1,13
15	24-Apr-16	1,11	0,95	0,66	0,33	0,15	0,27	0,49	0,75	0,95	1,1	1,21	1,29	1,3	1,2	1,03	0,77	0,34	0,05	0,16	0,35	0,65	0,86	1,01	1,09



**Gambar 2. Grafik Hasil Data Pengamatan Menggunakan Sensor.**

**Analisis Harmonik Pengamatan Pasang Surut**

Analisis Harmonik pasang surut bertujuan untuk memperoleh komponen harmonik pasang surut berupa nilai amplitudo dan fase dari data hasil pengamatan. Nilai komponen harmonik tersebut selanjutnya dapat digunakan untuk memperoleh jenis pasang surut serta elevasi muka air pada daerah pengamatan. Perhitungan komponen pasut dilakukan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel, dengan metode *Least Square*. Analisis harmonik pada data pengamatan pasang surut menggunakan sensor ultrasonik menghasilkan komponen harmonik sebagaimana Tabel 2 berikut.

**Tabel 2. Komponen Harmonik PASUT Data Sensor**

Jenis	Amplitudo (Meter)	Fase (Derajat )
S <sub>0</sub>	0,824	-
M <sub>2</sub>	0,366	338,421
S <sub>2</sub>	0,302	185,331
N <sub>2</sub>	0,039	107,253
K <sub>2</sub>	0,459	346,068
K <sub>1</sub>	0,328	170,656
O <sub>1</sub>	0,044	237,596
P <sub>1</sub>	0,232	16,758
M <sub>4</sub>	0,065	169,069
MS <sub>4</sub>	0,042	171,951

**Analisis Jenis Pasang Surut**

Jenis Pasang surut didapatkan dengan menganalisis nilai bilangan formzahl yang didapatkan. Menurut Ilahude (1999) dalam Siswanto (2007), Nilai bilangan formzahl didapatkan melalui Pers(1).

$$F = \frac{AK1 + AO1}{AM2 + AS2}.....(1)$$

Dimana:

- AK1 = Amplitudo Komponen K1
- AO1 = Amplitudo Komponen O1
- AM2 = Amplitudo Komponen M2
- AS2 = Amplitudo Komponen S2

Dari persamaan di atas didapatkan nilai formzahl seperti pada Tabel 3 berikut.

**Tabel 3. Nilai Formzahl**

Metode Pengamatan	Nilai Formzahl	Jenis Pasang Surut
Menggunakan Sensor Ultrasonik	0,557	Campuran, Condong Harian Ganda

**PENUTUP**

**Kesimpulan**

Kesimpulan yang didapatkan berdasarkan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data pengamatan pasang surut yang dilakukan dengan menggunakan sensor

ultrasonik menghasilkan bacaan nilai muka air tertinggi 1,48 m dan terendah 0,83 m.

2. Komponen harmonik pasang surut yang dihasilkan oleh analisis harmonik terhadap data pengamatan menggunakan sensor ultrasonik menghasilkan jenis pasang surut campuran cenderung pada harian ganda dengan nilai blangan formzahl 0,557.

**Saran**

Saran yang diberikan berdasarkan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diperlukan penelitian lanjutan yang membandingkan data pengamatan pasang surut yang diperoleh dari pengamatan menggunakan sensor ultrasonik dengan pengamatan menggunakan rambu pasang surut untuk mengetahui ketelitian data yang dihasilkan.
2. Pemasangan instrumen pengamat pasang surut menggunakan sensor ultrasonik harus memperhatikan sumber energi terdekat serta terlindung dari hujan.

**UCAPAN TERIMAKASIH**

Penulis D.K. mengucapkan terima kasih kepada Kemendikbud Republik Indonesia yang sekarang menjadi Kemenristekdikti yang telah memberikan dukungan finansial melalui Beasiswa Bidik Misi kepada penulis tahun 2012-2016, Kepada PUSJATAN yang telah membantu proses perizinan dan pendanaan, serta kepada kedua pembimbing.

**DAFTAR PUSTAKA**

Kurniawan, Dedy. 2015. *Laporan Kerja Praktik: Pengamatan pasang surut dan arus perairan dalam perencanaan jembatan apung di Ujung Alang, Kampung Laut, Cilacap*. Surabaya: Teknik Geomatika ITS.

Poerbandono dan Djunarsjah, Eka. 2005. *Survei Hidrografi*. Bandung: Rafika Tama.

Anonim. 2016. Stasiun Pasang Surut Badan Informasi Geospasial. <URL:http://bakosurtanal.go.id>. Dikunjungi pada tanggal 6 April 2016, pukul 09.00 WIB.

Arief, Ulfah Mediaty. 2011. *Pengujian Sensor Ultrasonik PING untuk Pengukuran Level*

*Ketinggian dan Volume Air.* Semarang:  
Teknik Elektro Universitas Negeri  
Semarang.