

RANCANG BANGUN PELAMPUNG PELACAK ARUS PERMUKAAN MENGUNAKAN INSTRUMEN GPS

Design and Construction of The Buoy for Detecting Surface Current Movement Using GPS Instrument

Oleh:

Deni Achmad Soeboer ¹, Budhi H. Iskandar ², Indra Jaya ³, Mohammad Imron ²

¹ Pascasarjana TPL-Dep PSP-FPIK-IPB

² Departemen PSP-FPIK-IPB

³ Departemen ITK-FPIK-IPB

* Korespondensi: denisoeboer@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini memanfaatkan keluaran dari instrumen GPS berupa *track* dan *rute* serta kecepatan. Instrumen GPS berada dalam satu pelampung yang dirancang khusus kedap air dan mempunyai semacam kelambu silinder di bawah permukaan airnya, kemudian dihanyutkan di perairan semi tertutup dengan jangka waktu tertentu. Data yang diperoleh dan tersimpan dalam memori *GPS* kemudian diplotkan menggunakan *software* yang tersedia untuk mendapatkan pola pergerakan arus permukaan di perairan. Pada saat yang bersamaan dilakukan juga pengukuran arus menggunakan alat pengukur arus (*current meter*) sebagai pembandingan dari keluaran *GPS* yang dihasilkan dari pelampung pelacak pergerakan arus permukaan. Penghanyutan pelampung terbagi menjadi 4 kwadran, hasil pengukuran kecepatan dan arah arus permukaan pada setiap kwadran, kemudian di regresikan dengan hasil dari keluaran *GPS* pelampung pelacak arus. Hasil regresi didapat persamaan $y = 0,0618x + 0,1076$, dari persamaan tersebut dapat disimpulkan bahwa setiap kecepatan yang diperoleh dari pelampung pelacak dikalikan 0,0618 untuk mendapatkan kecepatan yang lebih mendekati sebenarnya.

Kata kunci: arus permukaan, *current meter*, *GPS*, rancang bangun pelampung

ABSTRACT

This study utilizes the output of GPS instruments in the form of tracks and routes and speeds. GPS instruments are in one buoy designed specifically waterproof and have a kind of cylindrical mosquito net under the surface of the water, then washed away in semi-closed waters for a certain period of time. Data obtained and stored in GPS memory is then plotted using available software to obtain patterns of movement of surface currents in the waters. At the same time a measurement of current is also used using a current meter as a comparison of the GPS output produced from a tracking buoy to the movement of surface currents. Drifting buoy s is divided into 4 quadrants, the results of measurements of the speed and direction of the surface currents in each quadrant, then regressed with the results of the GPS output of the current tracker buoy. The regression results obtained by the equation $y = 0.0618x + 0.1076$, from the equation it can be concluded that each obtained speed from the tracking buoy is multiplied by 0.0618 to get a speed that is closer to the actual one.

Key words: *current surface, current meter, design and construction of buoy, GPS*

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara maritim dimana dua pertiga wilayahnya adalah perairan, maka sangatlah penting mengetahui karakteristik kondisi perairannya secara *in situ* guna pengembangan dan optimalisasi usaha perikanan dan kelautan. Karakteristik suatu wilayah perairan tersebut akan mudah diketahui dengan adanya data yang terbaru secara terus menerus (*real time series data*). Data tersebut meliputi data oseanografi baik fisik maupun kimia. Penelitian tentang oseanografi telah banyak dilakukan akan tetapi masih bersifat diskrit, *snap shot*, dan tidak sistematis (Hutabarat *et al*, 1985). Padahal kita ketahui bahwa laut sangatlah bersifat dinamis yang setiap saat mudah berubah-ubah. Kita sadari bahwa penelitian tentang oseanografi dengan perolehan data yang akurat diperlukan instrumen mutakhir dan mahal harganya serta biaya operasional tinggi (Burwell, 1997). Sebagai contoh untuk mengukur arah dan kecepatan arus pada strata kedalaman menggunakan instrumen ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*), alat ini sangat mahal dan di Indonesia baru beberapa instansi yang mempunyai instrumen seperti ini (Hutabarat *et al*, 1985). Penelitian ini mencoba untuk mengetahui salah satu aspek oseanografi fisik yaitu pola pergerakan arus permukaan. Sebenarnya penelitian tentang pola pergerakan arus telah banyak dilakukan, akan tetapi dilakukan untuk lautan terbuka (samudera), seperti yang dilakukan oleh Boston University (1995-1996) di Samudera Hindia dengan melepas *Bouy Deployment* sebanyak 9 buah. Instrumen ini hanya dapat dipantau dari Boston (Amerika Serikat) karena instrumen ini dilengkapi sistem transmiter dengan frekuensi tertentu untuk mengirim datanya melalui satelit (Borden, 1997).

Penelitian ini mencoba melacak pergerakan arus permukaan di perairan teluk (*semi-close water*) dengan menggunakan instrumen GPS. Seperti kita ketahui saat ini instrumen GPS sudah semakin banyak diaplikasikan untuk berbagai keperluan terutama informasi mengenai posisi di muka bumi (Abidin, 1995). Bidang kegiatan yang memerlukan informasi posisi tersebut seperti survei pemetaan darat dan laut, geodesi, transportasi dan navigasi. Pengukuran posisi menggunakan instrumen GPS dapat dilakukan secara terus menerus tanpa tergantung pada waktu dan cuaca, baik siang maupun malam, juga dalam kondisi yang buruk sekalipun seperti hujan ataupun kabut, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas pelaksanaan pekerjaan survei dan pemetaan dengan tingkat ketelitian yang cukup baik (Abidin *et al*, 1995). Selain posisi (lintang dan bujur) data yang diperoleh dari pengoperasian instrumen GPS antara lain adalah : waktu (tanggal dan jam), nomor satelit yang diterima, jumlah satelit, azimut dan ketinggian satelit, *Horizontal Dilution of Precision*, kecepatan, haluan, *track*, dan rute (Lindsay *et al*, 2002). Penelitian ini memanfaatkan keluaran dari instrumen GPS berupa *track* dan rute serta kecepatan. Instrumen GPS dalam satu pelampung yang dirancang khusus kedap air dan mempunyai semacam kelambu silinder di bawah permukaan airnya, kemudian dihanyutkan di perairan dengan jangka waktu tertentu. Data yang diperoleh dan tersimpan dalam memori GPS kemudian diplotkan menggunakan *software* yang tersedia untuk mendapatkan pola pergerakan arus permukaan di perairan. Perairan teluk yang akan menjadi tempat penelitian adalah Teluk Palabuhanratu karena perairan teluk Palabuhanratu merupakan salah satu pusat kegiatan perikanan di selatan Jawa Barat dan selain itu perairan teluk ini belum mempunyai data tentang pola pergerakan arus permukaan terkini dan terus menerus. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang pelampung kedap air yang di dalamnya berisi instrumen GPS, plotkan keluaran instrumen berupa *track*/rute menggunakan *software*, mengetahui pola pergerakan arus dalam kurun waktu tertentu pada perairan teluk (*semi-close water*) Palabuhanratu.

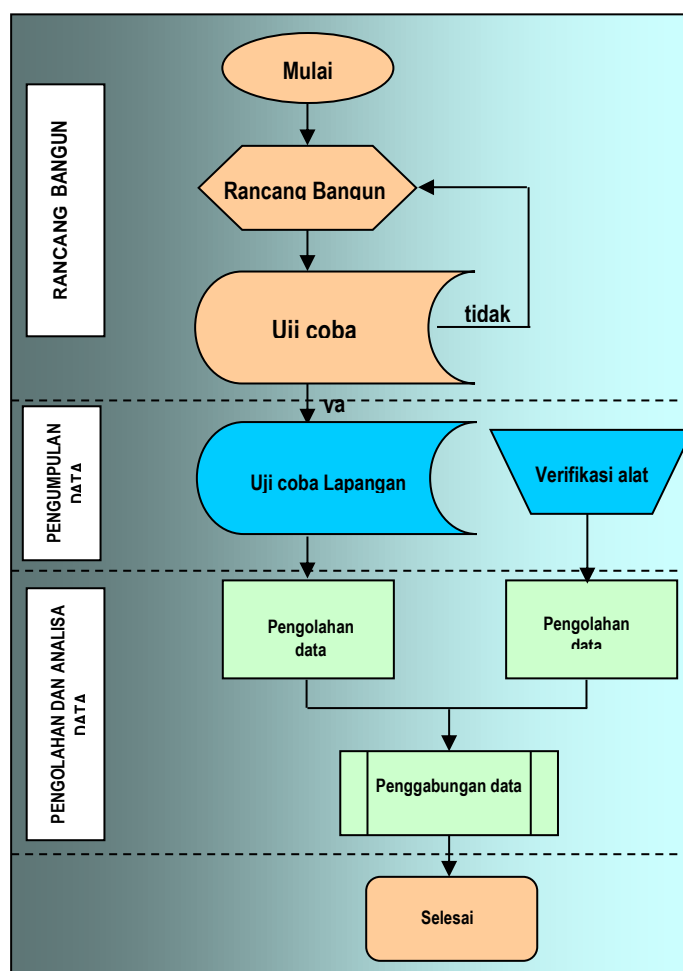
METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Perairan Teluk Palabuhanratu, dan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini seperti disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Daftar peralatan yang digunakan

No.	Alat	Jumlah	Kegunaan
1	<i>Buoy</i> pelacak (Hasil rancang bangun)	1 unit	Melacak pergerakan arus di dalam terdapat instrumen GPS (Plus III)
2	Instrumen GPS (Garmin Tipe Plus III dan Etrex)	2 unit	Penerima data posisi, track dan rute
3	Notebook (laptop)	1 unit	Menyimpan dan memproses data
4	Perahu nelayan	1 unit	Untuk pelepasan <i>buoy</i> dan verifikasi
5	Teropong/binocular	1 unit	Untuk memantau <i>buoy</i>
6	Current meter	1 unit	Untuk verifikasi instrumen GPS <i>buoy</i>

Penelitian ini menggunakan metode pengamatan langsung di lapangan, penelitian ini dilakukan di perairan Teluk Palabuhanratu. Kegiatan penelitian ini melalui tahapan sebagai berikut : Tahap rancang bangun pelampung pelacak, Tahap uji coba laboratorium, Tahap pelepasan instrumen di lapangan, Tahap verifikasi alat, Tahap Pengolahan data.



Gambar 1 Desain Penelitian

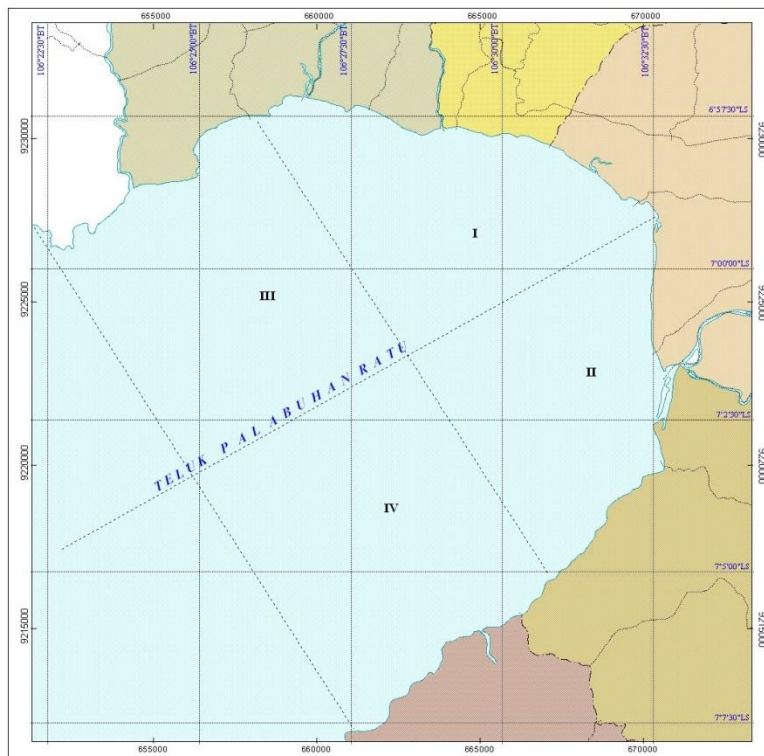
Tahap rancang bangun alat dilakukan di Laboratorium Instrumen dan Akustik Kelautan Dep. ITK dengan menggunakan material yang mudah didapat dipasaran, pada tahap ini terdapat dua bagian utama yaitu:

- bagian di atas air berupa pelampung/*buoy* plastik (\varnothing 30 cm) yang dipotong bagian atasnya dan sambung kembali menggunakan mur baut akan tetapi tetap kedap air, bagian atas pelampung/*buoy* disambung dengan tiang antena berupa pipa PVC $\frac{3}{4}$ " setinggi 50 cm.
- bagian bawah air berupa kelambu selinder \varnothing 60 cm setinggi 220 cm, rangka selinder terbuat dari besi beton \varnothing 6 mm, kelambunya terbuat dari bahan waring dan pemberat batu seberat 1,5 kg.

Tahap uji coba di laboratorium selain uji coba penampilan *buoy* di atas air juga dilakukan uji kerja GPS setelah terpasang di dalam *buoy*, tahap ini dilakukan pada laboratorium instrumen dan akustik kelautan Dep. ITK.

Tahap pelepasan instrumen didahului dengan uji coba lapangan sekaligus pengambilan data, pada tahap ini melihat penampilan *buoy* pada kondisi sebenarnya dan selanjutnya dilakukan pengambilan data serta verifikasi instrumen. Pada tahap pengolahan data melakukan pengolahan data dari *buoy* dan data hasil verifikasi selanjutnya dilakukan penggabungan hasil olah dari kedua data tersebut.

Metode pengumpulan data utama dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan yaitu berupa data kinerja *buoy* pelacak dan data verifikasi. Untuk mempermudah pengamatan, dan pengumpulan data maka perairan Teluk Palabuhanratu dibagi menjadi 4 kwadran (I, II, III, IV) seperti diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Pembagian Kwadran Perairan Teluk Palabuhanratu

Pada setiap kwadran dilakukan pelepasan instrumen *buoy* pelacak arus permukaan dengan instrumen GPS selama 6 jam, pada waktu bersamaan dilakukan juga pengukuran arus permukaan di beberapa titik stasiun yang telah ditentukan menggunakan *current meter* untuk keperluan verifikasi data.

(1) Pelepasan *buoy* di perairan

Pelepasan Instrumen GPS *buoy* dilakukan sehari pada setiap kwadran dengan lama penghanyutan 6 jam, hal ini dilakukan karena *buoy* pelacak yang dibuat hanya satu. Lama

penghanyutan 6 jam karena keterbatasan catudaya yang hanya mengandalkan pada baterai yang tersedia pada GPS dan mengantisipasi kapasitas memori dalam GPS, serta selama itu diharapkan sudah dapat meliputi pengaruh waktu pasang dan surut.

(2) Kegiatan verifikasi

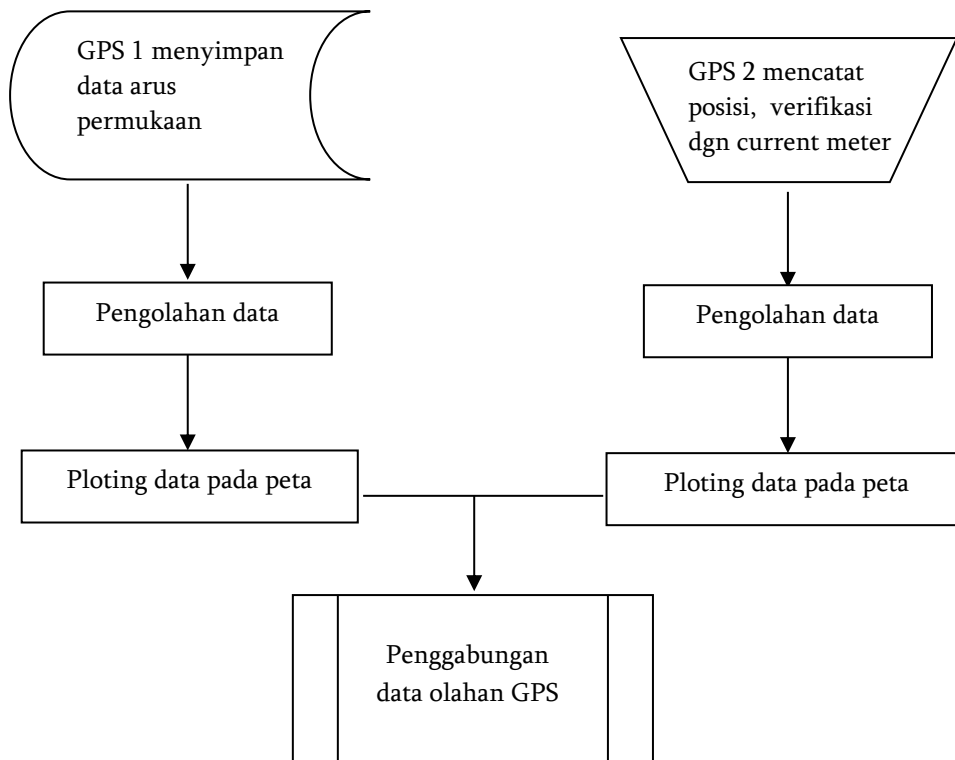
Kegiatan ini dilakukan dari atas perahu mengikuti hanyutnya *buoy* pelacak, untuk mengambil data kecepatan dan arah arus permukaan menggunakan *current meter* pada titik-titik stasiun yang terdekat dengan hanyutnya *buoy*.

Gambar 3 menampilkan bagan alir proses pengolahan data *buoy* pelacak arus permukaan menggunakan instrumen GPS :

Pengolahan data pola arus dengan cara mentransfer data track dari GPS menggunakan komputer dan *software MapSource* dan selanjutnya menggunakan *software ArcView* untuk memperhalus tampilan.

Analisis data kecepatan arus

Kecepatan dan arus dianalisa menggunakan perhitungan regresi sederhana dari masing-masing data GPS *buoy* pelacak dan hasil pengukuran langsung menggunakan *current meter*.



Gambar 3 Diagram Alir Proses Pengolahan data

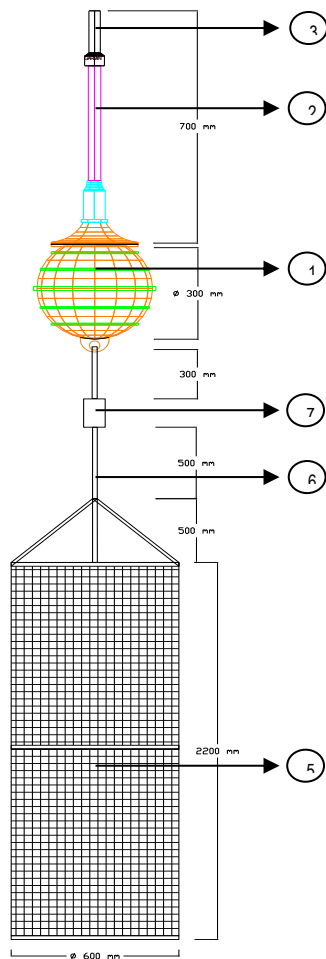
HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancang Bangun Alat

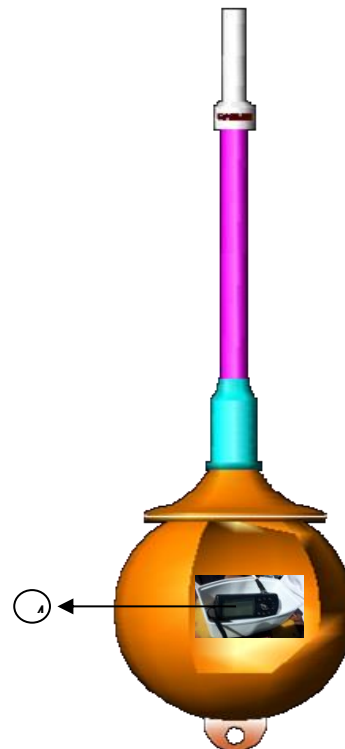
Penelitian ini menghasilkan instrumen *buoy* pelacak pergerakan arus permukaan laut yang sederhana dan biaya pembuatannya relatif murah dengan bagian dan ukuran seperti yang diperlihatkan pada Tabel 2, dan konstruksi dibuat seperti yang pernah dilakukan oleh Sybrandy *et al.*, 1991.

Tabel 2 Bagian-bagian Instrumen *buoy* pelacak arus

No	Bagian	Material	Ukuran	Keterangan
1	Pelampung Utama (Gambar 19)	Fibreglass	Ø 30 cm, Daya apung =14,5 kgf	Pelampung ini biasa digunakan untuk pelampung alat tangkap long line, bagian atasnya disayat dan dibentuk segi-8 pada kedua bidang sayatan untuk disambung kembali menggunakan mur baut 3/8" sebanyak 8 buah. Puncaknya diberi lubang untuk tiang antenna GPS.
2	Tiang antenna	PVC	Ø 3/4", tinggi 50 cm	Ujung atas (top) diberi sok drat luar 3/4" untuk peletakan antenna, ujung bawah disambungkan dengan pelampung utama.
3	Antena		Ø 3/4", tinggi 20 cm	Menggunakan Antena Garmin Type GA 29 , kabel dan soket antena dimasukkan melalui rongga tiang PVC hingga ke rongga pelampung utama
4	Instrumen GPS		15,6x5,1x1,23 cm	GPS yang digunakan adalah Garmin Type GPS III plus
5	Kelambu silinder : - Rangka - Kelambu	Besi beton Waring	Ø 6mm MS 0,5 cm, Ø 60 cm, tinggi 220 cm	Dibuat, melingkar dengan Ø 60 cm sebanyak 3 buah dan dilapisi selang plastik, Dibuat melingkar dengan, rangka dipasang pada bagian atas, tengah dan bawah. Pada bagian atas rangka beri tali timba 3 penjuru setinggi 50 cm
6	Tali sambung	Kuralon	Ø 4 mm, panjang 1 m	Tali kuralon untuk menyambungkan antara pelampung utama dan kelambu, tali ini diberi kili-kili agar tidak melilit
7	Pemberat	Semen cor	Berat 1 kg	Pemberat berfungsi sebagai penyeimbang tegaknya pelampung utama dan diikatkan pada pelampung utama bagian bawah



Gambar 4. Rancang GPS Buoy



Gambar 5. Pelampung Utama

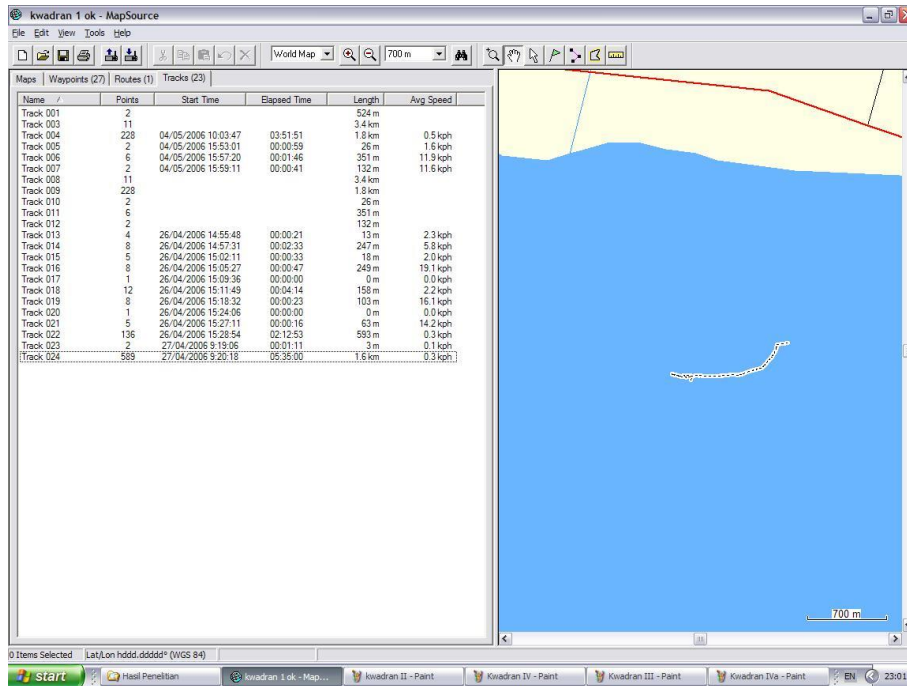
Pengoperasian Instrumen

Langkah-langkah dalam mengoperasikan instrumen ini adalah sebagai berikut :

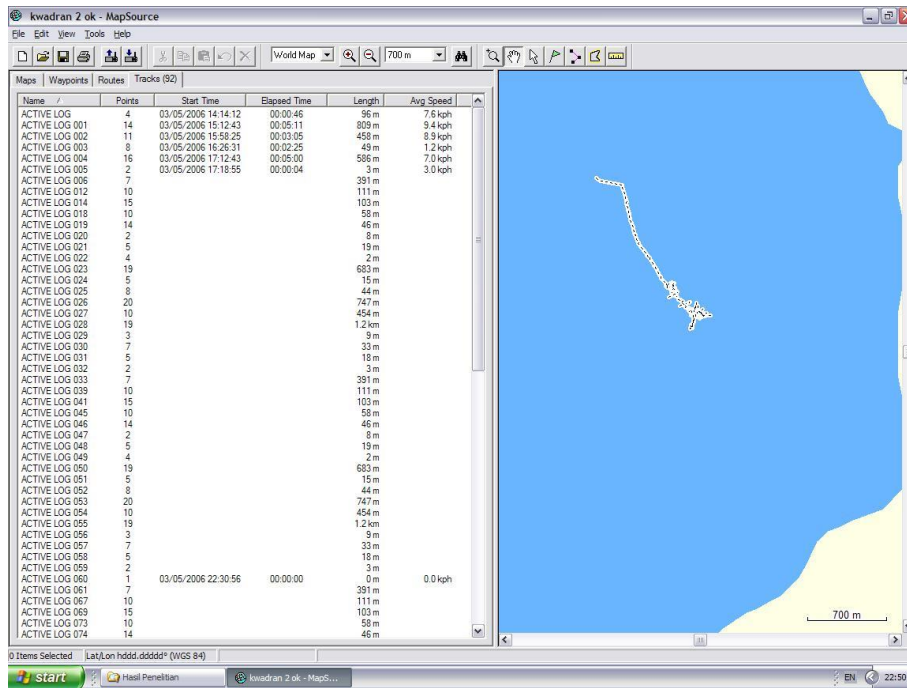
- Rangkai semua bagian instrumen ini mulai dari kelambu dan pelampung utama, pastikan semua terikat sempurna;
- Buka bagian atas pelampung utama, GPS dalam keadaan "on" dan hubungkan antena nya, pastikan fungsi *track log* pada GPS "on" dan bekerja dengan baik tempatkan dalam kotak kemudian masukan kedalam pelampung utama, tutup pelampung utama dan kencangkan semua baut agar kedap air;
- Turunkan ke laut berturut-turut kelambu diikuti pelampung utama, biarkan hanyut;
- Setelah beberapa jam hanyut, angkat pelampung utama kemudian buka, pastikan GPS masih dalam keadaan "on" dan lihat track tergambar pada GPS selanjutnya dimatikan ("Off")

Hasil Penelitian

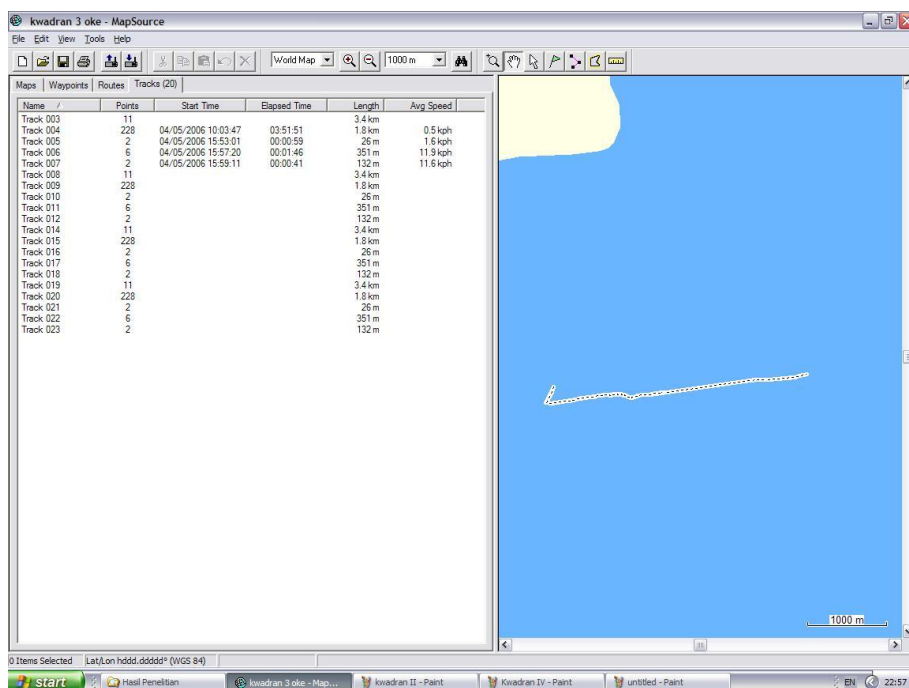
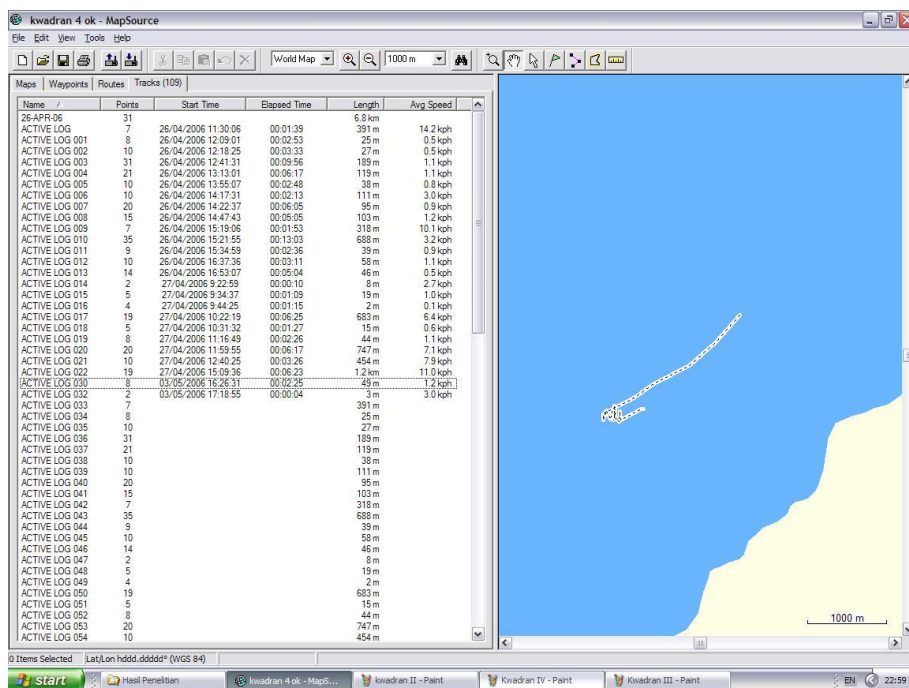
Data *track* arus yang terekam dalam instrumen GPS dari ke empat kwadran kemudian ditransfer ke komputer menggunakan program *MapSource*. Hasil transfer dari instrumen GPS ke komputer menggunakan program *MapSource* adalah sebagai berikut :



Gambar 6 *Track* arus permukaan pada Kwadrant 1



Gambar 7 *Track* arus permukaan pada Kwadrant 2

Gambar 8 *Track* arus permukaan pada Kwadran 3Gambar 9 *Track* arus permukaan pada Kwadran 4

Pada saat yang bersamaan dengan penghanyutan instrumen GPS *buoy*, dilakukan pengukuran arus menggunakan *current meter* pada titik-titik stasiun yang ditentukan sebagai verifikasi dan penentuan posisi-posisi stasiun dilakukan menggunakan instrumen GPS ke-2. Hasil pengukuran kecepatan dan arah arus verifikasi menggunakan *current meter* pada masing-masing kwadran ditampilkan pada Tabel 4-2 berikut ini :

Tabel 3 Pengukuran Kecepatan dan Arah arus pada kwadran 1

Kwadran 1	Ulangan	Kecepatan (m/det)	Rataan (m/det)	Arah ($^{\circ}$)
Stasiun 1	1	0.070	0.073	165 $^{\circ}$
	2	0.069		
	3	0.079		
Stasiun 2	1	0.087	0.106	150 $^{\circ}$
	2	0.073		
	3	0.159		
Stasiun 3	1	0.164	0.170	150 $^{\circ}$
	2	0.169		
	3	0.200		

Tabel 4 Pengukuran kecepatan dan arah arus pada kwadran 2

Kwadran 2	Ulangan	Kecepatan (m/det)	Rataan (m/det)	Arah ($^{\circ}$)
Stasiun 4	1	0.070	0.073	165 $^{\circ}$
	2	0.069		
	3	0.079		
Stasiun 5	1	0.087	0.106	150 $^{\circ}$
	2	0.073		
	3	0.159		
Stasiun 6	1	0.164	0.170	150 $^{\circ}$
	2	0.169		
	3	0.200		
Stasiun 7	1	0.120	0.121	170 $^{\circ}$
	2	0.152		
	3	0.091		
Stasiun 8	1	0.115	0.143	165 $^{\circ}$
	2	0.161		
	3	0.154		
Stasiun 9	1	0.156	0.179	165 $^{\circ}$
	2	0.200		
	3	0.182		
Stasiun 10	1	0.105	0.146	175 $^{\circ}$
	2	0.179		
	3	0.154		

Tabel 5 Pengukuran Kecepatan dan arah arus pada kwadran 3

Kwadran 3	Ulangan	Kecepatan (m/det)	Rataan (m/det)	Arah (°)
Stasiun 11	1	0,110	0,116	80
	2	0,115		
	3	0,123		
Stasiun 12	1	0,105	0,102	80
	2	0,111		
	3	0,091		
Stasiun 13	1	0,167	0,160	75
	2	0,159		
	3	0,154		
Stasiun 14	1	0,149	0,142	80
	2	0,133		
	3	0,143		
Stasiun 15	1	0,154	0,158	75
	2	0,159		
	3	0,161		
Stasiun 16	1	0,147	0,145	70
	2	0,143		
	3	0,145		
Stasiun 17	1	0,156	0,148	75
	2	0,147		
	3	0,141		

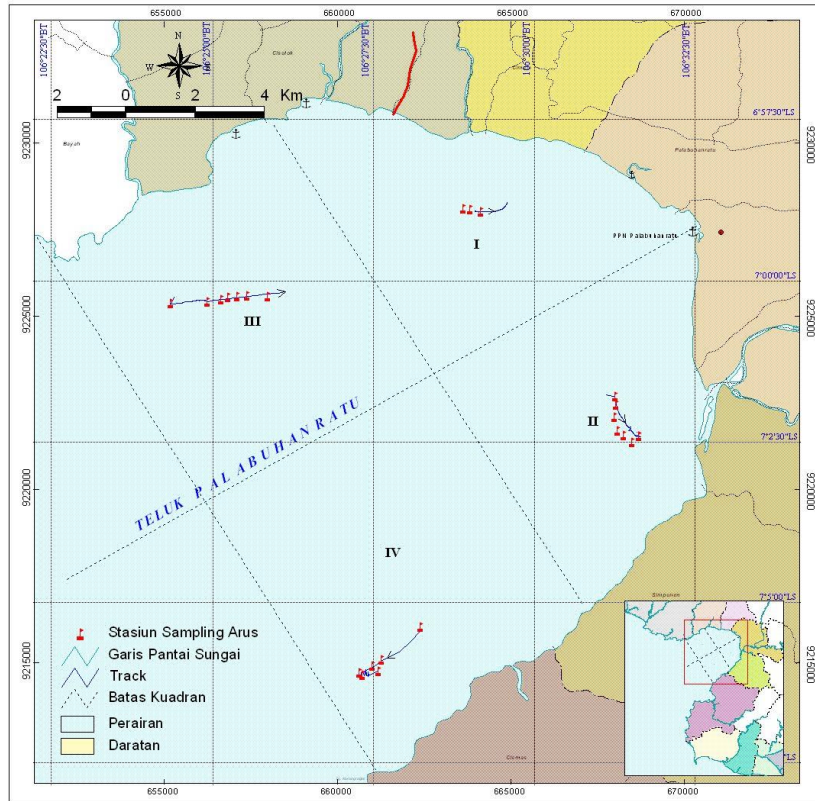
Tabel 6 Pengukuran Kecepatan dan arah arus pada kwadran 4

Kwadran 4	Ulangan	Kecepatan (m/det)	Rataan (m/det)	Arah (°)
Stasiun 18	1	0,118	0,110	225
	2	0,111		
	3	0,100		
Stasiun 19	1	0,128	0,135	230
	2	0,143		
	3	0,133		
Stasiun 20	1	0,154	0,142	235
	2	0,125		
	3	0,147		
Stasiun 21	1	0,103	0,110	240
	2	0,109		
	3	0,118		
Stasiun 22	1	0,118	0,112	65
	2	0,123		
	3	0,110		
Stasiun 23	1	0,105	0,110	60
	2	0,115		
	3	0,111		

Pengolahan *Track* arus permukaan dan stasiun verifikasi

Track arus yang dihasilkan oleh *buoy* pelacak dan stasiun-stasiun verifikasi dapat diplotkan secara bersamaan serta tampilan *track* arus *buoy* pelacak dapat ditambahkan arahnya, maka kedua

data tersebut diolah menggunakan program *Arcview*. Hasil pengolahan menggunakan program tersebut pada setiap kwadran ditampilkan berturut-turut pada gambar berikut ini. Ke-4 kwadran bila ditampilkan secara bersamaan akan lebih memperjelas gambaran pola arus di Teluk Palabuhanratu seperti ditampilkan pada gambar berikut ini :



Gambar 10 Gambaran pola arus di Teluk Palabuhanratu

Analisis Kecepatan arus

Kecepatan arus yang dihasilkan oleh *buoy* pelacak mempunyai perbedaan bila dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan *current meter* sebagai alat standar. Pengukuran dilakukan pada stasiun-stasiun yang berdekatan dengan *track buoy* pelacak. Posisi pada track yang diambil sebagai contoh disajikan pada Tabel 7 sampai dengan Tabel 10.

Kecepatan arus yang diperoleh baik dari *buoy* pelacak maupun pengukuran langsung menggunakan *current meter* terdapat perbedaan, sehingga untuk mendapatkan kecepatan arus yang lebih mendekati dan sesuai alat standar dapat dilakukan dengan meregresikan kedua nilai kecepatan tersebut. Hasil regresi sederhana kedua kecepatan tersebut diperlihatkan pada Gambar 11.

Tabel 7 Kecepatan arus *buoy* pelacak pada posisi yang berdekatan dengan stasiun-stasiun di kwadran 1

Kwadran 1	Kecepatan (m/det)	Arah (°)
Stasiun 1	0,083	165°
Stasiun 2	0,083	150°
Stasiun 3	0,028	150°

Tabel 8 Kecepatan arus *buoy* pelacak pada posisi yang berdekatan dengan stasiun-stasiun di kwadran 2

Kwadran 2	Kecepatan (m/det)	Arah ($^{\circ}$)
Stasiun 4	0,139	165 $^{\circ}$
Stasiun 5	0,139	150 $^{\circ}$
Stasiun 6	0,222	150 $^{\circ}$
Stasiun 7	0,139	170 $^{\circ}$
Stasiun 8	0,139	165 $^{\circ}$
Stasiun 9	0,250	165 $^{\circ}$
Stasiun 10	0,222	175 $^{\circ}$

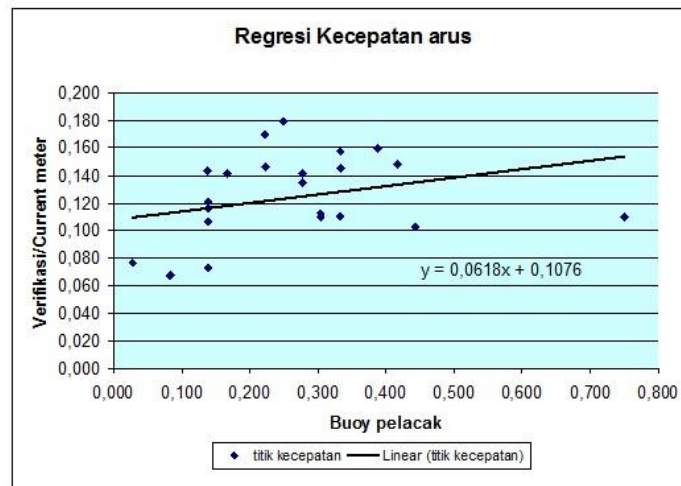
Tabel 9 Kecepatan arus *buoy* pelacak pada posisi yang berdekatan dengan stasiun-stasiun di kwadran 3

Kwadran 3	Kecepatan (m/det)	Arah ($^{\circ}$)
Stasiun 11	0,139	80 $^{\circ}$
Stasiun 12	0,444	80 $^{\circ}$
Stasiun 13	0,389	75 $^{\circ}$
Stasiun 14	0,278	80 $^{\circ}$
Stasiun 15	0,333	75 $^{\circ}$
Stasiun 16	0,333	80 $^{\circ}$
Stasiun 17	0,417	75 $^{\circ}$

Tabel 10 Kecepatan arus *buoy* pelacak pada posisi yang berdekatan dengan stasiun-stasiun di kwadran 4

Kwadran 4	Kecepatan (m/det)	Arah ($^{\circ}$)
Stasiun 18	0,750	225 $^{\circ}$
Stasiun 19	0,278	230 $^{\circ}$
Stasiun 20	0,167	235 $^{\circ}$
Stasiun 21	0,306	240 $^{\circ}$
Stasiun 22	0,306	65 $^{\circ}$
Stasiun 23	0,333	60 $^{\circ}$

Kecepatan arus yang diperoleh baik dari *buoy* pelacak maupun pengukuran langsung menggunakan *current meter* terdapat perbedaan, sehingga untuk mendapatkan kecepatan arus yang lebih mendekati dan sesuai alat standar dapat dilakukan dengan mereresikan kedua nilai kecepatan tersebut. Hasil regresi sederhana kedua kecepatan tersebut diperlihatkan pada gambar berikut ini.



Gambar 11 Grafik Regresi kecepatan arus

KESIMPULAN

Desain dan konstruksi pelampung pelacak arus permukaan di perairan semi tertutup dapat berfungsi sesuai dengan yang direncanakan, dari perhitungan regresi sederhana dari kedua kecepatan didapat persamaan $y = 0,0618x + 0,1076$, dari persamaan tersebut dapat disimpulkan bahwa setiap kecepatan yang diperoleh dari *buoy* pelacak dikalikan 0,0618 untuk mendapatkan kecepatan yang lebih mendekati sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, Drift Study, 2003. Cobscook Bay Resource Center. <http://www.cobscook.org>
- _____, Error Source, Defferential Correction, Accuration level, Terrasync Setting that effect accuration of GPS. <http://www.montana.edu/ires357/place/gps/slide/gpsaccuracy.ppt>
- Abidin, H. Z. 1995. Penentuan posisi dengan GPS dan aplikasinya. Pradnya Paramita, Jakarta. 110 hal.
- Abidin, H. Z., A. Jones dan J. Kahar. 1995. Survai dengan GPS. Cetakan 1 Pradnya Paramita. Jakarta. 154 hal.
- Ackroyd, N. and Robert Lorimer. 1994. Global Navigation A GPS Use'r Guide. Second Edition Lloyd's of London Press Ltd. 197 pages.
- Borden J., Shaumeyer J., Paul W., Irish J., Mollo-Christenseb E., Provost D. 1997. Development of an Advanced Data *Buoy* Supporting MTPE Program. Presented at Technology 2000 : Enviromental Technologies Session IV, Boston, ast, 23 September 1997. <http://bearcastel.com/wavic/pubs/pubs.php>
- Burwell D., 1997. Drifter Test of a Preliminary Version of the Trajectory Model. Tampa Bay, 1997. <http://www.onpl.marine.usf.edu/PORTS/drifter.html>
- Easton, R.L. 1980. " The Navigation Technology Program ". In Global Positioning System. Papers published in Navigation, Volume I. Reprinted by the Institute of Navigation, Washington, D.C. pp.15-20

- Hickey B., Kachel N., MacFadyen A., Adams N., Cochlan W., Connell L., Lessard E., Trainer V., Trick C., Wells M. 2003. ECOHAB PNW 1 CRUISE REPORTR/VwecomaW0306A June 2-23, 2003. <http://www.ecohab.paw.org/w.0306a/report/>
- Hutabarat S, dan Stewart M. Evans. 1985. Pengantar Oseanografi. Cetakan Ke -2 UI-Press, Jakarta.
- Krakiwsky, E.J. and D.E. Wells. 1971. Coordinate System in Geodesy. Departement of Surveying Eng. Univ of New Brunswick. Canada.
- Lindsay, R. W. and H. Stern. 2002. The RadarSat Geophysical Processor System: Quality of Sea Ice Trajectory and Deformation Estimates, J. Atmos. and Ocean Tech., in press.
- Sybrandy, A. L. and P. Niiler, 1991. WOCE/TOGA Lagrangian Drifter Construction Manual. WOCE Report No. 63; SIO Report No. 91/6. Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, CA http://gpsdrifters/preliminary_results/1-30-97.htm
- Well, D.E. 1992. GPS positioning. Dept. of Surveying Engineering. University of Brunswick. Canada.
- Well, D.E., N. Beck and, D. Delikaraoglou, A. Kleusberg, E.J. Krakiwsky, G. Lachapelle, R.B. Langley, M. Nakiboglu, K.P. Schwarz, J.M. Tranquilla, P. Vanicek 1986." *Guide to GPS Positioning*". Canadian GPS Associates. Fredericton, N.B., Canada.