

## KOREKSI HASIL PENGUKURAN KEDALAMAN AKIBAT GERAKAN OLENG DAN ANGGUK WAHANA APUNG

Luddy Andreas D<sup>1</sup>, Eka Djunarsjah<sup>2</sup>, Johar Setiyadi<sup>3</sup>, Nur Riyadi<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi S1 Hidrografi, STTAL

<sup>2</sup>Dosen dari Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan, ITB

<sup>3</sup>Dosen Pengajar Prodi D-III Hidro-Oceanografi, STTAL

<sup>4</sup>Dosen Pengajar Prodi S1 Hidrografi, STTAL

### ABSTRAK

Wahana apung yang digunakan dalam kegiatan pengukuran kedalaman akan mengalami gerakan oleng dan angguk. Gerakan oleng dan angguk menyebabkan terjadinya kesalahan pada hasil pengukuran kedalaman. Untuk mendapatkan hasil pengukuran kedalaman yang benar, harus dilaksanakan koreksi terhadap hasil pengukuran kedalaman yang masih mengandung kesalahan-kesalahan akibat gerakan oleng dan angguk. Koreksi dapat dilakukan apabila sudut-sudut oleng dan angguk diketahui.

Pada tugas akhir ini, akan dibuat sebuah alat yang dapat mengukur besar sudut oleng dan angguk yang terjadi pada wahana apung. Pada pelaksanaan ujicoba, diketahui bahwa alat yang telah dibuat mampu mengukur sudut oleng dan angguk maksimal sebesar 40°.

Hasil pengukuran kedalaman yang mempunyai tingkat kepercayaan 95% seperti yang telah direkomendasikan dalam SP-44 IHO edisi 5 Tahun 2008 akan diperoleh apabila :

- a. terjadi gerakan oleng atau gerakan angguk saja, maka besar sudut oleng  $\leq 15^\circ$  atau besar sudut angguk  $\leq 15^\circ$ .
- b. bila gerakan oleng dan gerakan angguk terjadi bersamaan, maka sudut oleng  $\leq 10^\circ$  dan sudut angguk  $\leq 15^\circ$  atau sudut oleng  $\leq 15^\circ$  dan sudut angguk  $\leq 10^\circ$ .

**Kata kunci** : sudut oleng, sudut angguk, pengukuran kedalaman.

### ABSTRACT

A vehicles used in the activities of the depth measurements will have roll and pitch movements. The movements cause errors in depth measurements. To obtain the correct depth measurements, should be a correction to the results of depth measurements that still contain errors due to roll and pitch movements. Corrections can be made where the angles of roll and pitch known.

In this final project, will be made an instruments that can measure angles of roll and pitch happened to the vehicle. At the time of trial, it was found that the instrument capable of measuring angles roll and pitch maximum of 40°.

The depth measurement results that have a confidence level of 95% as has been recommended in SP-44 IHO 5<sup>th</sup> edition, 2008 will be obtained if :

- a. occur roll or pitch movement alone, then the roll angle  $\leq 15^\circ$  or  $\leq 15^\circ$  pitch angle.
- b. if the roll and pitch movements occur simultaneously, then the roll angle  $\leq 10^\circ$  and  $\leq 15^\circ$  pitch angle or the roll angle  $\leq 15^\circ$  and  $\leq 10^\circ$  pitch angle.

**Key words**: rolls angle, pitches angle, depth measurement.

## **BAB 1 PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar belakang**

Survei batimetri adalah rangkaian proses dan kegiatan (mulai dari pengukuran, pengolahan hingga visualisasinya) untuk memperoleh gambaran (model) bentuk permukaan (topografi) dasar area survei. Pengukuran kedalaman dilakukan pada titik-titik yang dipilih untuk mewakili keseluruhan area. Selain itu, dilakukan pula penentuan posisi dan pencatatan waktu (saat) pengukuran untuk reduksi hasil pengukuran karena pasut. Pengukuran kedalaman dilakukan dengan menggunakan alat ukur kedalaman.

Kesalahan-kesalahan yang diakibatkan oleh gerakan oleng dan angguk yang terjadi pada wahana apung mempunyai pengaruh terhadap hasil pengukuran kedalaman. Dengan melakukan koreksi terhadap pengaruh oleng dan angguk, diharapkan akan diperoleh hasil pengukuran kedalaman yang mempunyai tingkat kepercayaan 95% sehingga memenuhi rekomendasi SP-44 IHO edisi ke-5 Tahun 2008.

Koreksi hanya dapat dilakukan apabila besar sudut oleng dan angguk diketahui. Sehingga dalam tugas akhir ini dibuatlah alat ukur sudut oleng dan angguk. Sehingga, apabila koreksi dapat dilakukan maka pengaruh gerakan oleng dan angguk terhadap hasil pengukuran kedalaman dapat diketahui.

### **1.2. Rumusan masalah**

1. Bagaimana mengukur sudut oleng dan angguk.
2. Bagaimana melaksanakan koreksi terhadap hasil pengukuran kedalaman.
3. Bagaimana pengaruh oleng dan angguk terhadap hasil pengukuran kedalaman dikaitkan dengan tingkat kepercayaan 95% yang direkomendasikan SP-44.

### **1.3. Batasan masalah**

1. Alat ukur kedalaman berada satu titik dengan titik kestabilan, yaitu berada di tengah-tengah wahana apung.
2. Data yang akan dikoreksi adalah hasil pengukuran kedalaman menggunakan single beam echosounder dan belum disurutkan.
3. Pengumpulan data penelitian menggunakan model wahana apung.

### **1.4. Tujuan**

1. Membuat alat ukur sudut oleng dan angguk.
2. Melakukan koreksi kesalahan pada hasil pengukuran kedalaman akibat oleng dan angguk.
3. Mengetahui pengaruh oleng dan angguk terhadap tingkat kepercayaan (ketelitian) hasil pengukuran kedalaman.

### **1.5. Manfaat**

1. Dibuatnya alat ukur sudut oleng dan angguk.
2. Dapat melakukan koreksi kesalahan pada hasil pengukuran kedalaman akibat pengaruh oleng dan angguk.
3. Dapat mengetahui pengaruh oleng dan angguk terhadap tingkat kepercayaan (ketelitian) hasil pengukuran kedalaman.

### **1.6. Sistematika penulisan**

1. BAB 1 PENDAHULUAN  
Berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika pembahasan tugas akhir.
2. BAB 2 DASAR TEORI  
Berisi teori-teori penunjang yang digunakan secara singkat.
3. BAB 3 METODE PENELITIAN  
Membahas tentang metode-metode yang digunakan dalam tugas akhir.
4. BAB 4 HASIL DAN ANALISIS  
Membahas alat ukur yang telah dibuat, kalibrasi, data-data penelitian serta analisis.
5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN  
Berisi kesimpulan dari penelitian serta saran bagi penelitian berikutnya.

## **BAB 2 DASAR TEORI**

### **2.1. Pengukuran batimetri**

Pengukuran batimetri adalah cara untuk menentukan kedalaman perairan atau gambaran konfigurasi dasar perairan secara umum berdasarkan analisa data kedalaman. Alat yang banyak dipakai adalah echosounder. Terdapat dua macam echosounder, yaitu single beam echosounder (SBES) dan multi beam echosounder (MBES). Bagian dari echosounder yaitu transduser, berfungsi memancarkan gelombang suara menuju dasar perairan. Setelah mencapai dasar perairan, gelombang suara tersebut memantul dan diterima kembali oleh transduser. Kedalaman perairan dapat diketahui menggunakan rumus :

$$d = \frac{1}{2}(v * t)$$

keterangan :

$d$  = kedalaman yang terukur saat pengukuran (m),

$v$  = cepat rambat gelombang suara (m/s),

$t$  = selang waktu antara saat transduser memancarkan gelombang suara dengan saat menerima gelombang pantulannya (s).

## 2.2. Standar ketelitian kedalaman

Ketelitian kedalaman diartikan sebagai ketelitian kedalaman yang telah disurutkan. Dalam SP-44, batas-batas kesalahan kedalaman dihitung menggunakan rumus :

$$\pm \sqrt{a^2 + (b * d)^2}$$

keterangan :

$a$  = kesalahan kedalaman independen (jumlah kesalahan yang bersifat tetap),

$b$  = faktor kesalahan kedalaman dependen,

$b * d$  = kesalahan kedalaman yang dependen (jumlah kesalahan kedalaman dependen),

$d$  = kedalaman.

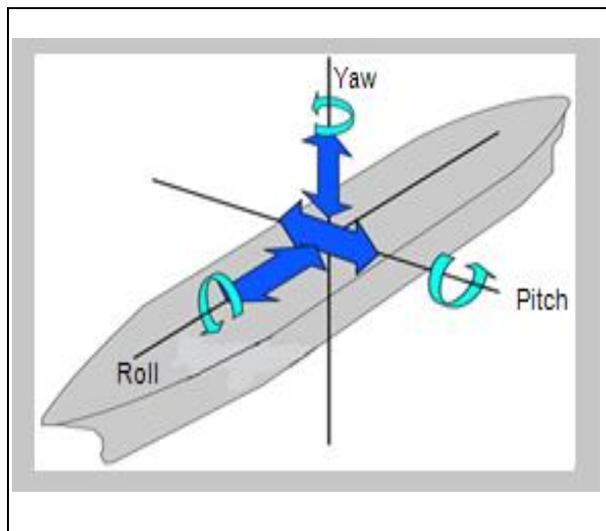
Nilai-nilai  $a$  dan  $b$  bervariasi sesuai dengan orde-orde survei (untuk tingkat kepercayaan 95%) yang terdapat pada tabel di bawah ini.

Tabel Standar Ketelitian Kedalaman

Orde	Spesial	1a	1b	2
Ketelitian	$a=0.25m$	$a=0.5m$	$a=0.5m$	$a=1.0m$
Kedalaman	$b=0.0075$	$b=0.013$	$b=0.013$	$b=0.023$

Sumber : SP-44 IHO edisi ke-5 Tahun 2008.

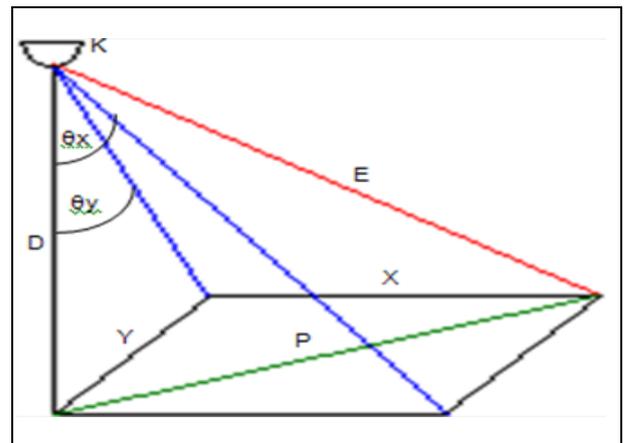
## 2.3. Oling dan angguk



Gerakan pada wahana apung

Sebuah wahana apung akan mengalami tiga macam gerakan yang dapat terjadi sendiri-sendiri atau bersamaan. Ketiga gerakan itu adalah :

- Roll adalah keadaan dimana wahana apung mengalami kemiringan dalam arah melintang (oleng).
- Pitch) adalah keadaan dimana wahana apung mengalami kemiringan dalam arah membujur (angguk).
- Yaw adalah keadaan dimana wahana apung mengalami penyimpangan haluan sesaat dari arah haluan semula (tidak dibahas dalam tugas akhir ini).



Gerakan oleng dan angguk wahana apung

keterangan :

$K$  = wahana apung,

$\theta_x$  = sudut oleng ( $^\circ$ ),

$X$  = panjang sumbu oleng (m),

$\theta_y$  = sudut angguk ( $^\circ$ ),

$Y$  = panjang sumbu angguk (m),

$P$  = diagonal XY (m),

$D$  = kedalaman benar (m),

$E$  = pembacaan echosounder (m).

$$X = D \tan \theta_x = \frac{Y \tan \theta_x}{\tan \theta_y}$$

$$Y = D \tan \theta_y = \frac{X \tan \theta_y}{\tan \theta_x}$$

$$P^2 = X^2 + Y^2 = E^2 - D^2$$

$$E = \sqrt{D^2 * \{1 + (\tan \theta_x)^2 + (\tan \theta_y)^2\}}$$

$$D = \sqrt{\frac{E^2}{\{1 + (\tan \theta_x)^2 + (\tan \theta_y)^2\}}}$$

## 2.4. 3 Axis Accelerometer

Untuk mengukur sudut oleng dan angguk digunakan 3 Axis Accelerometer. Accelerometer mengukur percepatan yang dialami sensor baik dinamik (getaran) ataupun statik (gravitasi).

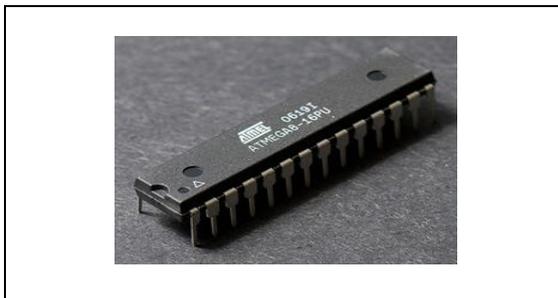


Sensor 3 Axis Accelator

Bumi secara konstan memberikan percepatan gravitasi terhadap semua benda di atasnya. Percepatan gravitasi mengarah ke titik pusat bumi.

## 2.5. AVR ATmega

Mikrokontroler AVR (selanjutnya ditulis dengan AVR) merupakan mikrokontroler berbasis arsitektur RISC (Reduced Instruction Set Computing) 8 bit. Berbeda dengan mikrokontroler keluarga 8051 yang mempunyai arsitektur CISC (Complex Instruction Set Computing), AVR menjalankan sebuah instruksi tunggal dalam satu siklus dan memiliki struktur I/O yang cukup lengkap sehingga penggunaan komponen eksternal dapat dikurangi.



Mikrokontroler AVR ATmega

AVR berarsitektur Harvard, dimana ruang dan jalur bus bagi memori program dipisahkan dengan memori data. Memori program diakses dengan single level pipelining, di mana ketika sebuah instruksi dijalankan, instruksi berikutnya akan mengalami prefetch dari memori program. Bagian-bagian AVR ATmega 8535 adalah :

1. 32 saluran I/O, yaitu port A, B, C, dan D.
2. CPU yang memiliki 32 register.
3. SRAM sebesar 512 byte.
4. Flash memory sebesar 8kb.
5. EEPROM sebesar 512 byte.
6. 3 timer/counter berkemampuan perbandingan.
7. 2 wire serial Interface.
8. Port antarmuka SPI.
9. Unit interupsi internal dan eksternal.
10. Port USART untuk komunikasi serial.

Fitur-fitur yang terdapat di dalam AVR :

1. Kecepatan  
Untuk mengeksekusi satu instruksi AVR memerlukan 1 clock. Sedangkan MCS51 (dalam hal ini AT89S51) perlu 12 clock.
2. Bahasa Pemrograman  
Salah satu bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C, sehingga lebih mudah dipahami daripada bahasa assembly.
3. Memory lebih besar  
Keluarga AVR memiliki memory internal yang relatif besar, contoh AVR ATmega 16 memiliki 16 Kb Flash memory, 512 bytes EEPROM dan 1 Kb RAM. Sedangkan AT89S51 hanya memiliki 4 Kb Flash memory dan 128 bytes RAM.
4. Efisiensi Hardware  
AVR dapat meminimalisasi penggunaan komponen pendukung seperti tidak diperlukannya lagi EEPROM eksternal. AVR telah menyediakan sumber clock secara terintegrasi, karena di dalam AVR terdapat XTAL yang bisa diaktifkan sehingga tidak diperlukan XTAL lain. Nilai frekuensinya dapat dikalibrasi 4 Mhz, 1Mhz atau lainnya.  
Bila memerlukan ADC untuk konversi sinyal analog ke digital, pada AVR seri ATmega 16 sudah tersedia ADC internal 10 bit.
5. Fitur-fitur tambahan  
AVR memiliki fitur-fitur tambahan yang tidak terdapat pada AT89S51. Diantaranya :
  - RTC dengan oscilator terpisah
  - PWM (Pulse Width Modulation)
  - ADC 10 bit internal
  - Master / slave SPI Serial interface
  - On chip analog comparator

## 2.6. Liquid Crystal Display

Liquid Crystal Display (LCD) adalah jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD banyak digunakan dalam berbagai peralatan misalnya televisi, layar komputer, papan reklame dan lainnya.

## 2.7. Borland Delphi 7.0

Dirilis pertama kali oleh Borland International pada tahun 1995 dengan nama Delphi 1. Setelah berganti nama menjadi Inprise Borland, Delphi terus dikembangkan sampai dengan Borland Delphi 7.0. Delphi merupakan bahasa Pascal yang bersifat visual dan berbasis windows.

Kelebihan-kelebihan Delphi antara lain :

1. Berbasis OOP (Obyek Oriented Programming ).

- Setiap bagian pada program dipandang sebagai obyek yang mempunyai sifat-sifat dapat diubah dan diatur.
2. IDE yang berkualitas.  
Delphi memiliki lingkungan pengembangan yang lengkap. Terdapat menu-menu yang memudahkan pengaturan pengembangan software.
  3. Proses Kompilasi yang cepat.  
Delphi memiliki kecepatan kompilasi. Saat suatu aplikasi dijalankan dalam lingkungan Delphi, otomatis aplikasi tersebut akan terkompilasi secara terpisah.
  4. Mudah digunakan.  
Delphi menggunakan bahasa obyek pascal. Sehingga dapat digunakan untuk berbagai jenis aplikasi bahkan yang kompleks sekalipun, misalkan akses ke hardware.
  5. Aplikasi yang dapat dihasilkan.  
Delphi bersifat multi purpose, sehingga dapat digunakan untuk berbagai keputusan pengembangan aplikasi mulai perhitungan sederhana sampai aplikasi multimedia bahkan yang terkoneksi ke internet.
  6. Satu file exe.  
Setelah merancang program dalam IDE Delphi, Delphi akan mengompilasinya menjadi sebuah file executeable tunggal. Program yang telah dibuat, seketika itu akan didistribusikan dan dijalankan pada komputer lain tanpa menyertakan file DLL dari luar.
  7. Borland Delphi 7.0 hadir bersama Borland Kylix 3.0 yang berbasis linux, sehingga memungkinkan untuk melaksanakan aplikasi multi-platform.
- Interface program Delphi dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu :
1. Palette komponen (toolbar)  
Adalah tempat untuk meletakkan komponen-komponen dalam Delphi.
  2. Obyek tree view  
Digunakan untuk melihat komponen apa saja yang dipakai dalam form.
  3. Objek inspector  
Untuk menampilkan property dari obyek. Setiap obyek dalam delphi memiliki properti.
  4. Code editor  
Disinilah kode program akan dituliskan. Secara otomatis delphi akan membuat struktur dari program unit.ini, seperti penulisan clausa uses,unit, type dll.
  5. Form Designer  
Untuk mendesain tampilan dari aplikasi yang akan dibuat. Ketika delphi di load (dibuka) maka akan diberikan sebuah form kosong.

Karakteristik pemrograman Delphi adalah :

1. Tidak case sensitive  
Delphi tidak case sensitive, artinya tidak membedakan huruf besar dan kecil.
2. Obyek based  
Delphi merupakan pemrograman berorientasi objek, artinya hampir seluruhnya merupakan objek. Seperti button yang merupakan komponen turunan dari obyek dengan nama TObyek. Obyek ini merupakan obyek utama dalam delphi.
3. Delphi merupakan pengembangan dari pemrograman bahasa pascal, sehingga bahasanya hampir mirip, tetapi memiliki kelebihan yang sangat banyak, seperti tipe data yang lebih fleksibel dan besar.
4. Modularitas  
Setiap aplikasi yang dibuat dengan Delphi akan memiliki banyak sekali file modul yang terpisah. Bisa dilihat pada clausa uses pada setiap unit, misalkan dalam menggunakan modul form, window, dll.

### **BAB 3 METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Studi pustaka**

Studi pustaka dilakukan dengan mencari, mengumpulkan dan mempelajari referensi-referensi yang mempunyai kaitan dengan tugas akhir, antara lain pengetahuan tentang survei, mikrokontroler, pemrograman dan lain-lain.

#### **3.2. Pembuatan alat ukur**

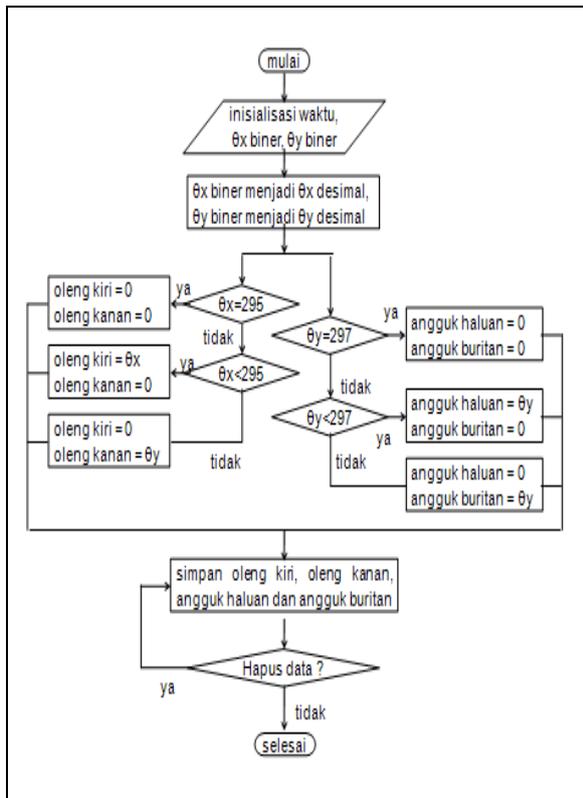
Pembuatan perangkat keras (hardware), perangkat lunak (software), interface perangkat keras dan lunak serta kalibrasi.

##### **3.2.1 Perangkat keras (hardware)**

Komponen-komponen yang digunakan antara lain 3 axis accelerometer, mikrokontroler AVR ATmega dan LCD.

##### **3.2.2. Perangkat lunak (software)**

Perangkat lunak yang digunakan adalah Code Wizard AVR, Borland Delphi 7.0 dan Excel 2007 (koreksi hasil pengukuran kedalaman).



Flowchart alat ukur

### 3.2.3. Interface perangkat keras dan lunak

Perangkat keras dan lunak telah dibuat, dikoneksikan sedemikian hingga dapat mengukur, menyimpan serta menampilkan sudut oleng dan angguk pada LCD ataupun komputer.

### 3.2.4. Kalibrasi

Kalibrasi alat dilakukan untuk memperoleh :

- Pembacaan alat apabila tidak terjadi oleng dan angguk atau ketika berada pada kondisi datar ( $0^\circ$ ).
- Pembacaan alat apabila sudut oleng kiri, sudut oleng kanan, sudut angguk haluan dan sudut buritan yang terjadi masing-masing adalah sebesar :  $5^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 20^\circ, 25^\circ, 30^\circ, 35^\circ, 40^\circ, 45^\circ$  dan  $50^\circ$ .

Kalibrasi dilaksanakan di Laboratorium Kalibrasi Balai Metrologi, Dinas Perindustrian dan Perdagangan Jakarta menggunakan meja pendatar dan busur derajat.

## 3.3. Pengumpulan data

Data yang dikumpulkan adalah besar nilai pembacaan echosounder (E) secara pengukuran maupun hitungan serta kesalahannya terhadap kedalaman benar (D).

### 3.3.1. Pengukuran

Menggunakan model wahana apung. Dilaksanakan pengukuran pembacaan

echosounder (E) dan ditampilkan dalam tabel-tabel. Sedangkan besaran-besaran yang lain diatur sebagai berikut :

- Kedalaman benar (D) : 100, 150 dan 200 cm.
- Sudut oleng ( $\theta_x$ ) :
  - kiri :  $0^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 20^\circ, 30^\circ$  dan  $40^\circ$ .
  - kanan :  $0^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 20^\circ, 30^\circ$  dan  $40^\circ$ .
- Sudut angguk ( $\theta_y$ ) :
  - haluan :  $0^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 20^\circ, 30^\circ$  dan  $40^\circ$ .
  - buritan :  $0^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 20^\circ, 30^\circ$  dan  $40^\circ$ .

### 3.3.2. Hitungan

Pembacaan echosounder (E) dicari menggunakan rumus dan ditampilkan dalam tabel-tabel. Sedangkan besaran-besaran yang lain juga diatur (lihat sub sub bab 3.3.1).

$$E = \sqrt{D^2 * \{1 + (\tan \theta_x)^2 + (\tan \theta_y)^2\}}$$

### 3.3.3. Kesalahan

Pembacaan echosounder merupakan nilai kedalaman benar (E=D). Tetapi, karena oleng dan angguk yang terjadi saat pelaksanaan pengukuran kedalaman sehingga pembacaan echosounder bukan merupakan kedalaman benar (E≠D). Besar kesalahan pembacaan echosounder (secara pengukuran dan hitungan) terhadap kedalaman benar dicari menggunakan rumus :

$$\% Err = \frac{(E-D)}{D} * 100\%$$

Besar kesalahan yang didapatkan ditampilkan dalam bentuk tabel-tabel dan grafik-grafik untuk mempermudah analisis.

## 3.4. Analisis data

Data-data yang telah diperoleh akan dianalisis dalam rangka mendapatkan jawaban-jawaban atas semua permasalahan.

## 3.5. Kesimpulan dan saran

Mengambil kesimpulan dari analisis yang telah dibuat. Sedangkan saran berisi tentang hal-hal yang belum dilaksanakan dan dapat dilanjutkan di masa yang akan datang.

## 3.6. Penyusunan laporan

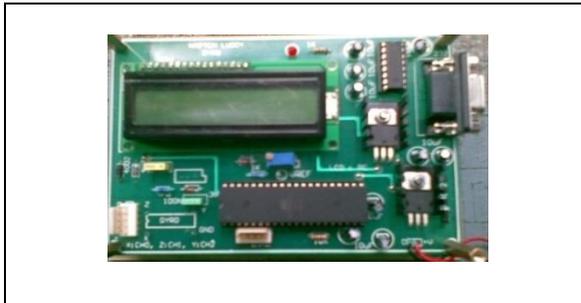
Proses pengarsipan atau penyusunan seluruh materi yang ada, baik berupa teori-teori, metode-metode, data-data dan sebagainya dalam bentuk laporan tugas akhir.

## BAB 4 HASIL DAN ANALISIS

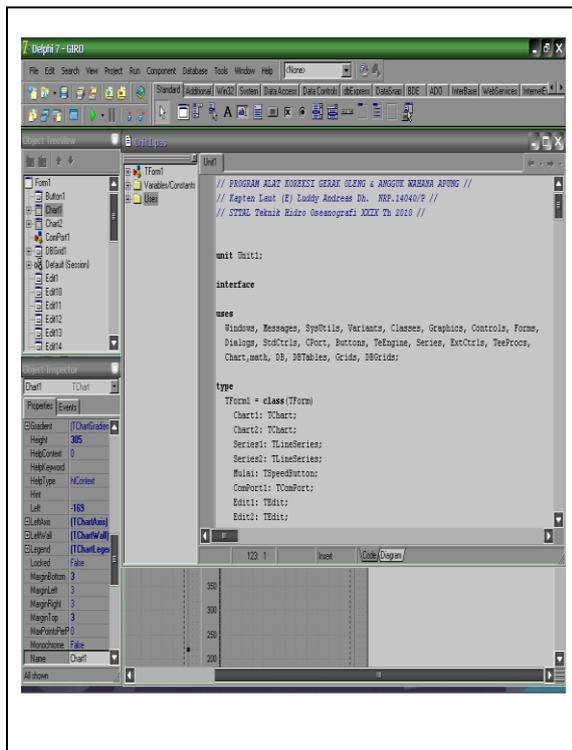
### 4.1. Alat ukur oleng dan angguk

Alat ukur sudut oleng angguk yang telah dibuat terlihat pada gambar di bawah ini. Data oleng angguk yang diperoleh oleh alat akan dikirim ke komputer melalui port serial RS-232. Prosedur pengoperasian alat ukur adalah :

1. Siapkan alat ukur dan komputer yang telah tersedia program Borland Delphi 7.0.



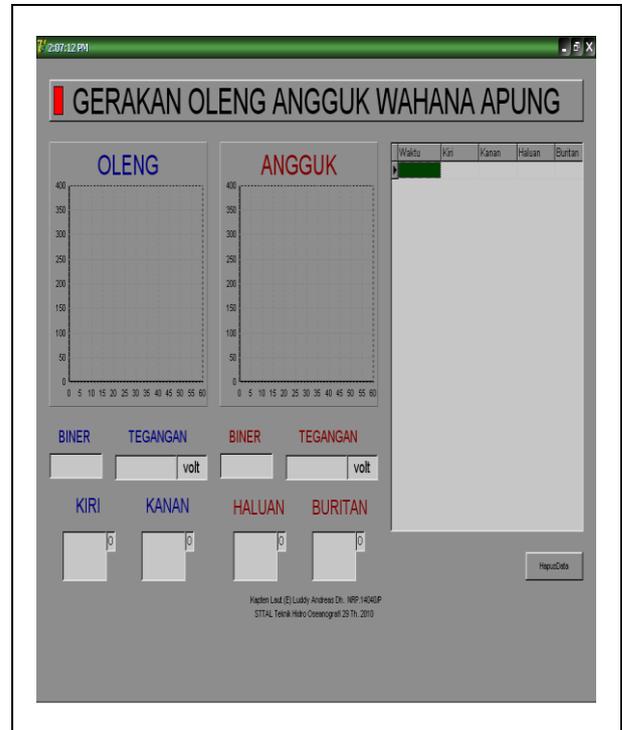
Alat ukur sudut oleng dan angguk



File program alat

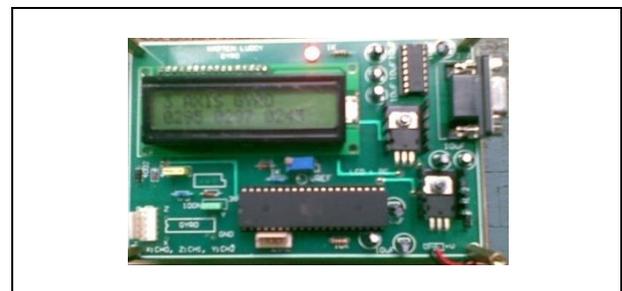
2. Buka program Borland Delphi 7.0. Pilih file program alat ukur sudut oleng angguk.
3. Jalankan file alat ukur oleng angguk. Maka akan muncul tampilan alat pada komputer. Bagian-bagian dari tampilan alat adalah :
  - a. Tombol On/Off.
  - b. Grafik Oleng dan Angguk.

- c. Kolom nilai biner oleng dan angguk (lihat poin 3c).
- d. Tegangan Oleng dan Angguk.
- e. Kolom nilai oleng kiri, oleng kanan, angguk haluan dan angguk buritan.
- f. Tabel data.
- g. Tombol HapusData



Tampilan menu alat pada layar komputer

4. Hidupkan alat ukur. Setelah dihidupkan, lampu indikator (berwarna merah) akan menyala. Sedangkan pada LCD akan muncul baris-baris keterangan sebagai berikut :
  - a. Atas adalah nama program alat ukur.
  - b. Bawah kiri adalah nilai biner oleng.
  - c. Bawah tengah adalah nilai biner angguk.



Alat ukur dalam kondisi hidup

5. Menyimpan data-data. Tekan tombol On/Off, maka tampilan yang terdapat pada monitor akan bekerja dan data-data dari alat ukur akan

diterima, ditampilkan dan disimpan oleh komputer.



Tampilan pada komputer

Warna tombol yang semula merah berubah menjadi hijau. Data-data waktu, oleng dan angguk disimpan dan ditampilkan dalam tabel. Data-data tersebut akan digunakan dalam koreksi hasil pengukuran kedalaman. Jika data-data tersebut tidak diinginkan, maka tekan tombol HapusData.

Jika pengambilan data telah cukup, dengan menekan tombol On/Off sekali lagi maka komputer akan berhenti menerima data dari alat ukur dan warna tombol kembali merah.

#### 4.2. Kalibrasi alat ukur

Setelah dilaksanakan kalibrasi terhadap alat yang telah dibuat, didapatkan hasil-hasil sebagai berikut :

1. Pembacaan alat dalam keadaan datar (sudut oleng angguk = 0°).

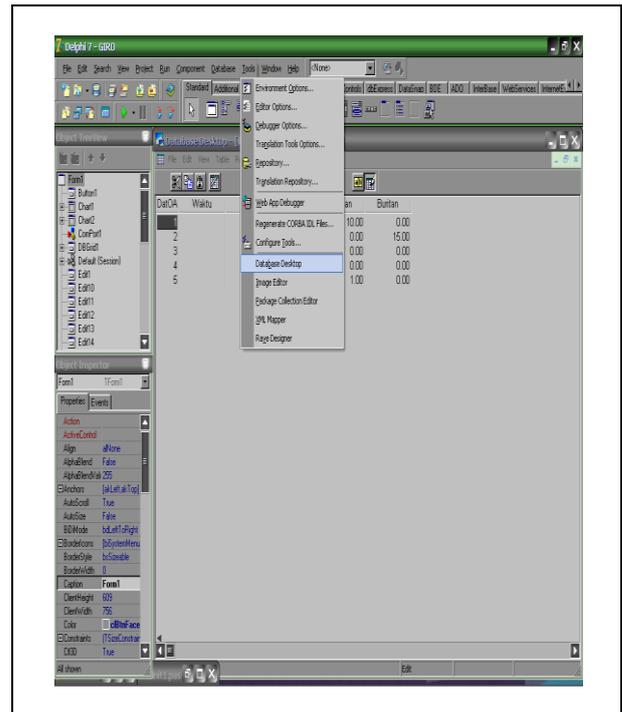
Tabel Pembacaan alat dalam keadaan datar

Sudut Meja Pendatar (°)	Oleeng (Biner)	Angguk (Biner)
0	295	297

2. Pembacaan alat pada sudut-sudut tertentu.

Tabel Pembacaan alat pada sudut-sudut tertentu

Sdt	Pembacaan Alat							
	Oleeng				Angguk			
	Kiri		Kanan		Haluan		Buritan	
Drjt (°)	Bin	(°)	Bin	(°)	Bin	(°)	Bin	(°)
0	295	0	295	0	297	0	297	0
5	290	5	300	5	292	5	302	5
10	285	10	305	10	287	10	307	10
15	280	15	310	15	282	15	312	15
20	275	20	315	20	277	20	317	20
25	270	25	320	25	272	25	322	25
30	265	30	325	30	267	30	327	30
35	260	35	330	35	262	35	332	35
40	255	40	335	40	257	40	337	40
45	251	44	339	44	254	43	339	42
50	247	48	344	49	250	47	342	45



Database desktop

#### 4.3. Koreksi Hasil Pengukuran Kedalaman

Setelah dirasa data-data yang diperoleh telah cukup, maka proses berikutnya adalah melakukan koreksi terhadap hasil pengukuran kedalaman yang telah diperoleh menggunakan data besar sudut oleng dan angguk. Prosedur koreksi terhadap hasil pengukuran kedalaman adalah :

1. Buka program Borland Delphi 7.0.
2. Pilih menu Tools pada menu utama.
3. Pilih Database Desktop pada menu Tools.

Seperti terlihat pada gambar di atas, di dalam qtabel yang terdapat pada Database dektop inilah data-data sudut oleng dan angguk di simpan. Blok semua data dalam tabel tersebut dan salin ke Ms Excel 2007.

4. Pindahkan data-data sudut oleng dan angguk serta hasil pengukuran kedalaman ke dalam lembar koreksi program Ms Excel 2007.

No.	Waktu	Ki	Ka	HI	Br	X	Y	Toka	Fu	Tanggal	Waktu	Posisi	h baca	% h baca	err	h transit	h pasang	h MSL	h plot	err		
6	12:32:02 AM	0	5	0	2.5527	2.5527	1	5/19/2007	11:45:57 AM	49 M	684651	9208895	29.4	29.3775	0.76	0.8	2.92	1.15	28.4	28.2075	0.78	
7	12:32:03 AM	10	0	0	15	4.8891	7.9992	1058	5/19/2007	11:46:46 AM	49 M	684697	9208889	29.0	27.6242	5.02	0.8	2.92	1.15	28.0	26.8442	5.20
8	12:32:04 AM	10	0	0	15	4.8891	7.9992	1059	5/19/2007	11:47:00 AM	49 M	684707	9208889	29.0	27.6242	5.02	0.8	2.92	1.15	28.0	26.8442	5.20
9	12:32:05 AM	10	0	0	15	4.8891	7.9992	1060	5/19/2007	11:47:08 AM	49 M	684713	9208878	29.0	27.6242	5.02	0.8	2.92	1.15	28.0	26.8442	5.20
10	12:32:06 AM	10	0	0	15	4.8829	7.9757	1061	5/19/2007	11:47:36 AM	49 M	684732	9208868	28.9	27.4330	5.02	0.8	2.92	1.15	27.9	26.9490	5.20
11	12:32:07 AM	10	0	0	15	4.8859	7.4247	1062	5/19/2007	11:47:52 AM	49 M	684732	9208869	29.1	27.7094	5.02	0.8	2.92	1.15	28.3	26.7094	5.20
12	12:32:08 AM	10	0	0	15	4.9699	7.5523	1063	5/19/2007	11:48:07 AM	49 M	684695	9208832	29.6	28.5895	5.02	0.8	2.92	1.15	28.6	27.2195	5.20
13	12:32:09 AM	10	0	0	15	5.0784	7.7939	1064	5/19/2007	11:48:28 AM	49 M	684650	9208824	30.3	28.8522	5.02	0.8	2.92	1.15	28.9	27.8822	5.19
14	12:32:11 AM	10	0	0	15	5.2217	7.9930	1065	5/19/2007	11:48:47 AM	49 M	684611	9208816	31.1	29.6138	5.02	0.8	2.92	1.15	30.1	28.6438	5.19
15	10:32:12 AM	0	2	0	2	1.1091	1.1091	1066	5/19/2007	11:49:08 AM	49 M	684579	9208795	31.8	31.7619	0.12	0.8	2.92	1.15	30.8	30.7619	0.13
16	12:32:13 AM	0	17	0	9	9.3759	9.6921	1067	5/19/2007	11:49:29 AM	49 M	684531	9208795	32.5	30.6239	0.59	0.8	2.92	1.15	29.9	29.0439	5.48
17	12:32:14 AM	0	17	0	9	9.3498	9.6874	1068	5/19/2007	11:49:47 AM	49 M	684524	9208795	31.3	29.5948	0.76	0.8	2.92	1.15	30.3	28.8248	5.98
18	12:32:15 AM	0	9	0	9	9.1639	9.1639	1069	5/19/2007	11:50:08 AM	49 M	684494	9208794	32.7	31.9099	1.48	0.8	2.92	1.15	31.7	30.9199	5.56
19	12:32:16 AM	14	0	0	6	6.0144	9.3785	1070	5/19/2007	11:50:29 AM	49 M	684464	9208676	33.3	32.3442	3.60	0.8	2.92	1.15	32.3	31.7442	9.71
20	12:32:17 AM	33	0	0	2	18.2376	0.9807	1071	5/19/2007	11:50:48 AM	49 M	684417	9208659	33.5	28.0894	19.29	0.8	2.92	1.15	32.5	27.1194	19.98
21	12:32:18 AM	11	0	21	0	8.8784	11.6028	1072	5/19/2007	11:51:07 AM	49 M	684380	9208642	32.9	30.2212	8.86	0.8	2.92	1.15	31.9	29.2512	9.16
22	12:32:19 AM	1	0	33	0	0.4889	17.9722	1073	5/19/2007	11:51:29 AM	49 M	684351	9208620	31.9	29.7507	16.25	0.8	2.92	1.15	30.9	25.7807	16.97
23	12:32:20 AM	1	0	18	0	0.4899	9.3921	1074	5/19/2007	11:51:49 AM	49 M	684331	9208605	32.0	29.6739	0.59	0.8	2.92	1.15	29.9	27.9739	5.38
24	12:32:21 AM	4	0	0	10	2.0817	5.3491	1075	5/19/2007	11:52:07 AM	49 M	684319	9208587	30.3	29.5990	1.78	0.8	2.92	1.15	29.9	28.7990	1.94
25	10:32:22 AM	7	0	0	29	3.2780	14.7898	1076	5/19/2007	11:52:29 AM	49 M	684312	9208565	30.7	26.9879	14.49	0.8	2.92	1.15	29.7	25.7979	15.56
26	12:32:23 AM	8	0	0	40	3.2066	19.1089	1077	5/19/2007	11:52:50 AM	49 M	684302	9208546	29.9	22.7770	11.30	0.8	2.92	1.15	28.9	21.8070	32.68
27	12:32:24 AM	6	0	0	6	2.7550	2.7550	1078	5/19/2007	11:53:08 AM	49 M	684289	9208524	28.5	26.2120	1.10	0.8	2.92	1.15	28.5	25.2420	1.14
28	12:32:25 AM	8	0	32	0	2.7822	11.3658	1079	5/19/2007	11:53:29 AM	49 M	684259	9208484	29.5	19.7892	18.75	0.8	2.92	1.15	22.9	18.8192	19.72
29	12:32:27 AM	6	0	40	0	1.8238	14.4902	1080	5/19/2007	11:53:49 AM	49 M	684235	9208471	22.6	17.2519	36.98	0.8	2.92	1.15	21.6	15.2819	32.82
30	12:32:28 AM	3	0	42	0	0.7739	19.7629	1081	5/19/2007	11:54:09 AM	49 M	684204	9208458	20.2	14.7625	36.69	0.8	2.92	1.15	20.2	13.7925	38.42
31	12:32:29 AM	3	0	44	0	0.4973	9.1630	1082	5/19/2007	11:54:36 AM	49 M	684205	9208395	13.2	9.4889	39.12	0.8	2.92	1.15	12.2	8.5189	43.57
32	12:32:30 AM	33	0	4	0	9.3166	0.9371	1083	5/19/2007	11:54:52 AM	49 M	684209	9208368	6.1	5.3070	19.44	0.8	2.92	1.15	5.1	4.3070	24.00
33	12:32:31 AM	0	32	11	0	2.8235	0.8783	1084	5/19/2007	11:55:08 AM	49 M	684205	9208345	5.4	4.5185	29.51	0.8	2.92	1.15	4.4	3.5485	24.84
34	12:32:32 AM	27	0	33	0	1.5925	1.9532	1085	5/19/2007	11:55:28 AM	49 M	684202	9208316	3.9	3.9077	29.67	0.8	2.92	1.15	2.9	2.9077	43.78

Lembar koreksi pada Ms Excel 2007

Keterangan gambar :

- Tabel sebelah kiri adalah data oleng dan angguk yang diperoleh alat ukur.
- Tabel sebelah kanan ialah data pengukuran kedalaman yang diperoleh echosounder.
- Dengan menggunakan rumus-rumus (lihat Bab 2) akan didapatkan nilai-nilai hasil pengukuran kedalaman yang telah dikoreksi (pada gambar, tulisan berwarna merah), yaitu :  
 = h baca : data pengukuran kedalaman.  
 = % h baca : besar kesalahan data pengukuran kedalaman sebelum dan sesudah koreksi.  
 = h plot : data pengukuran kedalaman yang telah disurutkan.  
 = % h plot : besar kesalahan data pengukuran kedalaman yang telah disurutkan sebelum dan sesudah koreksi.

### 4.3. Data penelitian

Data penelitian yang telah diperoleh, ditampilkan dalam bentuk tabel-tabel dan grafik-grafik berikut ini :

1. Pengukuran panjang E (cm).
  - Tabel untuk D = 100 cm
  - Tabel untuk D = 150 cm
  - Tabel untuk D = 200 cm
2. Hitungan panjang E (cm).
  - Tabel untuk D = 100 cm
  - Tabel untuk D = 150 cm
  - Tabel untuk D = 200 cm
3. Kesalahan pengukuran panjang E (%).
  - Tabel untuk D = 100 cm
  - Grafik untuk D = 100 cm
  - Tabel untuk D = 150 cm
  - Grafik untuk D = 150 cm
  - Tabel untuk D = 200 cm
  - Grafik untuk D = 200 cm
4. Kesalahan hitungan panjang E (%)
  - Tabel untuk D = 100 cm
  - Grafik untuk D = 100 cm
  - Tabel untuk D = 150 cm
  - Grafik untuk D = 150 cm
  - Tabel untuk D = 200 cm
  - Grafik untuk D = 200 cm

### 4.4. Analisis data

Dari data penelitian yang telah didapatkan dapat dilakukan analisis-analisis sebagai berikut :

1. Alat ukur yang telah dibuat mampu menunjukkan besar sudut oleng kanan, oleng kiri, angguk haluan dan angguk buritan dengan tepat pada sudut  $\leq 40^\circ$ .
2. Sedangkan untuk sudut  $> 40^\circ$ , alat ukur tidak mampu menunjukkan besar sudut oleng kanan, oleng kiri, angguk haluan dan angguk buritan dengan tepat.
3. Pada keadaan dimana tidak terjadi gerak oleng dan gerak angguk (sudut oleng =  $0^\circ$  dan sudut angguk =  $0^\circ$ ), setiap data penelitian yang diperoleh (dengan pengukuran maupun hitungan) menunjukkan bahwa nilai pembacaan echosounder (E) sama dengan nilai kedalaman benar (D). Atau, pembacaan echosounder sama dengan kedalaman sebenarnya.
4. Pada keadaan dimana terjadi gerak oleng dan gerak angguk (sudut oleng  $> 0^\circ$  dan sudut angguk  $> 0^\circ$ ), setiap data penelitian yang diperoleh (dengan pengukuran maupun hitungan) menunjukkan bahwa nilai pembacaan echosounder (E) selalu lebih panjang daripada nilai kedalaman benar (D). Atau, pembacaan echosounder selalu lebih dalam daripada kedalaman sebenarnya.
5. Mengacu kepada hasil pengukuran kedalaman dengan tingkat kepercayaan

95 % seperti yang direkomendasikan SP-44 IHO edisi 5 Tahun 2008, setiap data penelitian yang diperoleh (dengan pengukuran maupun hitungan) menunjukkan bahwa nilai kesalahan (% Err) berbanding lurus dengan besar sudut oleng dan sudut angguk yang terjadi pada wahana apung. Atau, semakin besar sudut oleng dan sudut angguk yang terjadi pada wahana apung maka akan semakin besar pula nilai kesalahan (% Err) yang terjadi pada pembacaan echosounder.

6. Tersebut angka 5 di atas, agar dapat diperoleh hasil pengukuran kedalaman yang mengandung nilai kesalahan  $\leq 5\%$  maka besar sudut oleng dan sudut angguk yang harus dipenuhi adalah :
  - a. bila terjadi gerak oleng atau gerak angguk saja, maka :
    - sudut oleng  $\leq 15^\circ$  (%Err = 3.5 %)
    - atau
    - sudut angguk  $\leq 15^\circ$  (%Err = 3.5 %).
  - b. bila terjadi gerak oleng dan gerak angguk secara bersama-sama, maka :
    - sudut oleng  $\leq 10^\circ$  dan sudut angguk  $\leq 15^\circ$  (%Err = 5 %)
    - atau
    - sudut oleng  $\leq 15^\circ$  dan sudut angguk  $\leq 10^\circ$  (%Err = 5 %).

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Dengan mengetahui besar sudut gerakan oleng dan angguk yang dialami oleh wahana apung, maka besar nilai kesalahan pada hasil pengukuran kedalaman yang telah diperoleh dapat diketahui dan dikoreksi.
2. Semakin besar sudut gerakan oleng dan angguk yang terjadi pada wahana apung, maka semakin besar pula besar nilai kesalahan yang terjadi pada hasil pengukuran kedalaman yang telah diperoleh.
3. Agar didapatkan hasil pengukuran kedalaman dengan tingkat kepercayaan 95% seperti yang direkomendasikan dalam SP-44 IHO edisi 5 Tahun 2008, maka besar sudut oleng dan angguk yang memenuhi adalah :

- a. bila terjadi gerak oleng atau gerak angguk saja, maka :  
sudut oleng  $\leq 15^\circ$  atau sudut angguk  $\leq 15^\circ$ .
- b. bila terjadi gerak oleng dan gerak angguk secara bersama-sama, maka :  
sudut oleng  $\leq 10^\circ$  & sudut angguk  $\leq 15^\circ$   
atau  
sudut oleng  $\leq 15^\circ$  & sudut angguk  $\leq 10^\circ$ .

### 5.2. Saran

Ada beberapa saran yang perlu ditindaklanjuti dalam pengembangan tugas akhir yang telah dilaksanakan, yaitu :

1. Alat yang telah dibuat agar dilibatkan dalam kegiatan pengukuran kedalaman sebenarnya.
2. Dilaksanakan penelitian kedalaman  $> 2$  m.
3. Pengambilan data dilakukan lebih rapat, sehingga hasil yang diperoleh lebih optimal. Misalkan per  $1^\circ$  untuk tiap-tiap gerakan oleng dan angguk (dalam tugas akhir ini data diambil per  $5^\circ$ ).
4. Menambahkan gerakan Yaw sebagai sumber kesalahan.
5. Penambahan sistem koordinat dari setiap data yang diperoleh.
6. Sistem waktu agar dikembangkan sehingga alat dapat melakukan setting waktu dari peralatan lain (dalam tugas akhir ini setting waktu dari komputer).

### DAFTAR PUSTAKA

- Andrianto, H. (2008), Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16 Menggunakan Bahasa C (Codevision AVR), Informatika, Jakarta.
- Arikunto, Suharsimi (2002), Prosedur Penelitian, Rineka Cipta, Jakarta.
- Bishop, O. (2004). Dasar-Dasar Elektronik, Erlangga, Jakarta.
- International Hydrographic Organization (2008), IHO Standard for Hydrographics Surveys Special Publication Number 44, 5<sup>th</sup> Edition, International Hydrographics Bureau - IHB, Monaco.
- Istopo (1972), Stabilitas Kapal Untuk Perwira Kapal Niaga. Surabaya.
- Janhidros TNI-AL (1983), Standar Ketelitian Survey Hidrografi, Jawatan Hidro Oseanografi TNI-AL, Jakarta.
- MADCOMS (2007), Pemrograman Borland Delphi 7.0., Andi, Yogyakarta.
- Malvino, A. P. (1990), Prinsip-prinsip Elektronik, Erlangga, Jakarta.
- Poerbandono dan Djunarsjah, Eka (2005), Survei Hidrografi, Refika Aditama, Bandung.

- Pranata, Antony (2000), Pemrograman Borland Delphi, Andi, Yogyakarta.
- Rafiuddin, R. (2006), Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega 8535, Andi, Yogyakarta.
- Wakidjo, P. (1972), Stabilitas Kapal, Jilid II. Penuntun Dalam Menyelesaikan Masalah, Yogyakarta.

