



h

UNIVERSITAS INDONESIA

**SISTEM VISUALISASI PROFIL DASAR LAUT DENGAN
MENGUNAKAN ECHO SOUNDER**

TUGAS AKHIR

**HERLI FIRDAUS
06 06 04 261 3**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA EKSTENSI
DEPOK
DESEMBER 2008**



UNIVERSITAS INDONESIA

**SISTEM VISUALISASI PROFIL DASAR LAUT DENGAN
MENGUNAKAN ECHO SOUNDER**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik

HERLI FIRDAUS

06 06 04 261 3

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
DESEMBER 2008**

PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Herli Firdaus
NPM : 0606042613

Tanda Tangan :
Tanggal : 22 Desember 2008

PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Herli Firdaus
NPM : 0606042613
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas akhir : Sistem Visualisasi Profil Dasar Laut Dengan Menggunakan Echo Sounder

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik ada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Fitri Yuli Zulkifli, ST, MSc
NIP. 132 206 671 (.....)

Penguji : Dr. Ir. Arman Djohan Diponegoro, M.Eng
NIP. 131 476 472 (.....)

Penguji : Arief Udhiarto, ST, MT
NIP. 040 050 003 (.....)

Ditetapkan di : Ruang Multimedia A LT.2 DTE
Universitas Indonesia Depok

Hari / Tanggal : Senin, 22 Desember 2008

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada **Tuhan Yang Maha Esa**, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Dr. Fitri Yuli Zulkifli, ST, M.Sc, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas akhir ini;
- (2) Dr. Ir. Arman D. Diponegoro, M. Eng, yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengarahan;
- (3) orang tua dan kakak-kakak saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- (4) sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan Tugas akhir ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tugas akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 5 Januari 2008

Penulis

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Herli Firdaus
NPM : 0606042613
Program Studi : Teknik Elektro
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tugas Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Sistem Visualisasi Profil Dasar Laut Dengan Menggunakan Echo Sounder

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 22 Desember 2008
Yang menyatakan

(**Herli Firdaus**)

ABSTRAK

Nama : Herli Firdaus
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Sistem Visualisasi Profil Dasar Laut Dengan Menggunakan Echo Sounder

Kondisi dasar samudera di Indonesia memerlukan perhatian karena kontur dasar lautnya senantiasa berubah, salah satunya akibat bencana alam maupun perubahan kontur secara alami. Bentuk kontur yang berubah-ubah ini perlu diketahui untuk keamanan dalam pelayaran.

Echo sounder merupakan salah satu alat yang umum digunakan para pelaut untuk mengetahui kondisi dasar laut (kedalaman dan kontur). Peralatan ini menggunakan prinsip kerja sonar.

GARMIN Fishfinder 160 Blue adalah sebuah *echo sounder* yang mempunyai kemampuan pengukuran kedalaman air. Alat ini memancarkan gelombang akustik (*pinging*) dan menerima kembali pantulan gelombang tersebut (*echo*) dari dasar laut dengan memanfaatkan karakteristik gelombang akustik dalam air.

Pada Tugas akhir ini dirancang proses visualisasi profil dasar perairan pada layar komputer dengan mengambil data keluaran dari GARMIN Fishfinder 160 Blue. Data keluaran tersebut menggunakan format NMEA 0183 Protokol yang dihubungkan lewat Port RS 232 sebuah komputer. Kemudian, data ini divisualisasikan pada layar dengan menggunakan bahasa pemrograman tertentu.

Hasil dari uji coba alat pengirim data GARMIN FishFinder 160 Blue memperlihatkan antara pengukuran secara manual dan menggunakan alat masih dalam toleransi kesalahan yang sangat kecil. Hasil dari pengujian Perangkat lunak yang dibangun memperlihatkan hasil yang diharapkan seperti melakukan plot kedalaman laut sehingga membentuk profil dasar laut dengan skala yang dapat diatur.

Kata kunci : *Pinging, Echo, Echo Sounder, Garmin Fishfinder 160 Blue.*

ABSTRACT

Name : Herli Firdaus
Study Program : Electrical Engineering
Title : A Sea Floor Profile Visualization System by Using Echo
Sounder.

Indonesian ocean floor profile is important to be identified since its contour seldom changes, because of nature catastrophic or natural contour change. These changes of contour shapes need to be identified particularly for maritime.

Echo sounder is one of the equipment that is commonly used by sailors to determine sea floor condition (water depth and contour). This equipment works based on the principle of sonar.

GARMIN Fishfinder 160 Blue is an *echo sounder* which has the ability to measure water depth. This gadget can transmit an acoustic wave (pinging) and receipt back its reflection (echo) from the sea floor based on acoustic wave characteristic in the water.

This final project describes the process design of underwater profile visualization displayed on computer screen by using output data from GARMIN Fishfinder 160 Blue. The output data using NMEA 0183 protocol format is interfaced with personal computer's RS 232 port. This data is then visualized on computer screen by using particular programming language.

The result from the equipment testing of GARMIN FishFinder 160 Blue shows that between manual measurement and equipment measurement only a relative small difference occurred. The result from the Software test shows result as expected, like showing the depth of the sea floor and the sea floor profile with organizable scale.

Keywords : Pinging, Echo, Echo Sounder, Garmin Fishfinder 160 Blue.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
ABSTRAK....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 CARA KERJA SONAR	5
2.1 Konsep Sonar.....	5
2.2 Air Sebagai Media Perambatan Sonar	5
2.3 Prinsip-Prinsip Dasar Sonar	9
2.4 Persamaan Sonar	12
2.5 Single Beam Depth Sounder.....	13
2.6 Menentukan Dasar Samudra Dengan Lokasi Echo.....	15
2.7 Sistem Operasi Echo Sounder Garmin Fishfinder 160 Blue.....	19
BAB 3 PERANCANGAN SISTEM.....	21

3.1 Konfigurasi Umum Sistem	21
3.1.1 Prinsip Kerja Sistem.....	21
3.1.2 Perancangan Sistem Penerima	24
3.2 Perancangan Perangkat Lunak	25
3.3 Algoritma	25
3.3.1 Koneksi Serial Port Ke Alat Eksternal.....	27
3.3.2 Membaca Data Dari Device	27
3.3.3 Putus Koneksi (<i>Disconnect</i>).....	27
3.3.4 Algoritma untuk program utama.....	28
3.3.5 Algoritma untuk menyimpan data.....	29
3.3.6 Algoritma untuk mengubah skala kedalaman pada windows	29
BAB 4 HASIL UJI COBA DAN ANALISIS	32
4.1 Pengujian Dan Analisis Sistem Pada Bagian Sistem Pengirim.....	32
4.1.1 Hasil Pengujian Sistem pada Saat Posisi Diam.....	32
4.1.1 Hasil Pengujian Sistem pada Saat Posisi Bergerak.....	40
BAB 5 KESIMPULAN	47
DAFTAR ACUAN.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Komponen-komponen Gelombang Suara [1]	7
Gambar 2.2	Komponen-komponen sebuah Peristiwa Echo pada Dasar Samudera[1]	8
Gambar 2.3	Lintasan <i>Ping</i> [2].....	13
Gambar 2.4	Komponen-komponen sebuah <i>Single-Beam Depth Sounder System</i> [1]	14
Gambar 2.5	Riset sebuah Dasar Laut yang tidak Rata [1]	16
Gambar 2.6	Menggunakan sebuah <i>Narrow-Beam Echo Sounder</i> pada Dasar Laut yang Kasar [1]	17
Gambar 2.7	Efek Gerakan Kapal pada Sebuah <i>Beam</i> yang tidak stabil [1].....	18
Gambar 2.8	Ketergantungan <i>Ensonified Area</i> pada Kedalaman [1].....	19
Gambar 2.9	Gambar Cone Angle 10° untuk 200 kHz dan 40° untuk 50 kHz [2]	20
Gambar 3.1	Konfigurasi Umum Sistem.....	21
Gambar 3.2	Perangkat Echo sounder ini terdiri dari 6 unit, terdiri dari:	22
Gambar 3.2	Konfigurasi Sistem Keseluruhan [2].....	22
Gambar 3.3	Sketsa Proses Pengambilan Informasi Data dari Echo Sounder ke Layar Komputer [3].....	24
Gambar 3.4	Contoh Data NMEA 0183 Protokol	26
Gambar 3.5	Diagram Alir Perangkat Lunak	26
Gambar 4.1	Data Pengambilan Kedalaman 2,15 meter dengan Pipa	32
Gambar 4.2	Data Pengambilan Kedalaman dengan Menggunakan Fishfinder 160 Blue pada Offset 10 cm di bawah Permukaan Air.....	33
Gambar 4.3	Grafik Data Pengukuran Kedalaman dengan Offset 10 cm	34
Gambar 4.4	Data Pengambilan Kedalaman dengan Menggunakan Fishfinder 160 Blue pada Offset 20 cm di bawah Permukaan Air.....	35
Gambar 4.5	Grafik Data Pengukuran Kedalaman dengan Offset 20 cm	36

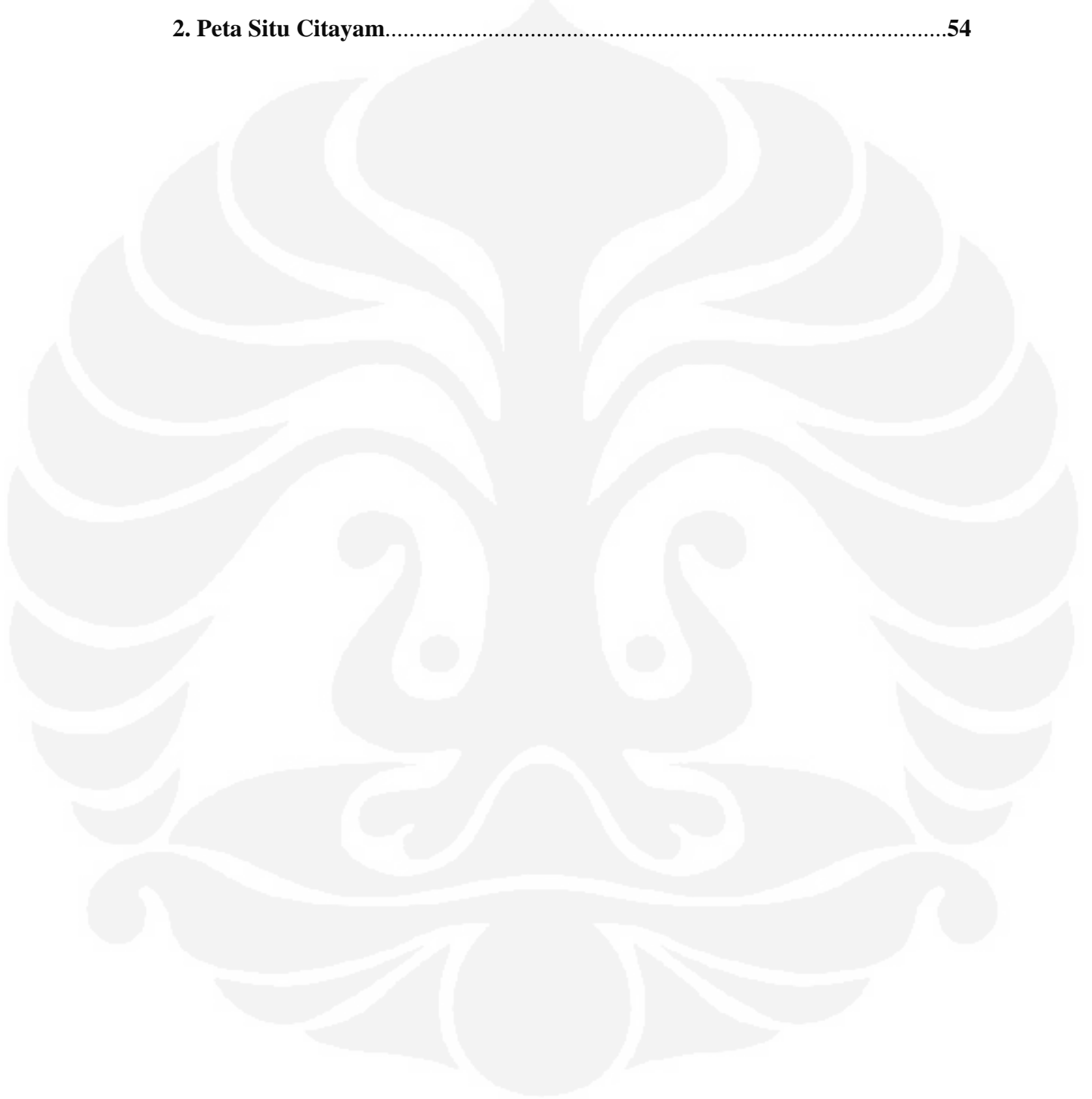
Gambar 4.6 Data Pengambilan Kedalaman dengan Menggunakan Fishfinder 160 Blue pada Offset 30 cm di bawah Permukaan Air.....	36
Gambar 4.7 Grafik Data Pengukuran Kedalaman Air dengan <i>Offset</i> vertikal 30 cm.....	38
Gambar 4.8 Data Pengambilan Kedalaman Air dengan Menggunakan Fishfinder 160 Blue pada <i>Offset</i> vertikal 40 cm di bawah Permukaan Air	38
Gambar 4.10 Tampilan Profil Dasar Laut pada Posisi Bergerak.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Tabel Hasil Pengukuran Kedalaman dengan Offset 10 cm di bawah Permukaan Air	34
Tabel 4.2	Tabel Hasil Pengukuran Kedalaman dengan Offset 20 cm di bawah Permukaan air.....	35
Tabel 4.3	Tabel Hasil Pengukuran Kedalaman dengan Offset 30 cm di bawah Permukaan Air	37
Tabel 4.4	Tabel Hasil Pengukuran Kedalaman dengan Offset 40 cm	39
Tabel 4.5	Tabel Perhitungan Kedalaman air pada 4 (empat) Titik.....	41
Tabel 4.6	Data Matrik Kedalaman air Saat Kapal Bergerak	44

DAFTAR LAMPIRAN

1. Data Hasil Pengukuran Kedalaman Air Untuk 4 (Empat) Titik pada Posisi Bergerak.....50
2. Peta Situ Citayam.....54



DAFTAR SINGKATAN

SASS	Sonar Array Sounding Systems
LCD	Liquid Crystal Display
NMEA	Marine Electronics Association
PC	Personal Computer

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia kelautan, teknik untuk mengidentifikasi kedalaman dasar laut yang tepat dan akurat sangatlah diperlukan. *Echo sonder* merupakan perangkat yang sering digunakan dalam pengukuran kedalaman laut.

Echo sounding adalah teknik untuk mengukur kedalaman air dengan memancarkan pulsa-pulsa yang teratur dari permukaan air dan kemudian pantulan gema (*echo*) yang datang dari dasar laut tersebut didengar kembali. Teknik ini telah digunakan sejak awal abad ke 20 untuk menyediakan informasi tentang kedalaman air yang amat penting untuk mengGambarkan peta-peta di wilayah-wilayah yang ditutupi perairan dunia. Peta-peta ini telah membantu kapal-kapal untuk berlayar melewati samudra-samudra dunia dengan aman.

Sampai awal tahun 1960 sebagian besar pengindraan kedalaman air menggunakan *single-beam echo sounders* [1]. Peralatan ini melakukan pengukuran tunggal kedalaman air pada setiap pengiriman pulsa secara akustik (*ping*) dengan menggunakan transduser beam yang lebar dan beam yang sempit.

Peralatan yang menghasilkan sinyal akustik dengan beam yang lebar (*unstabilized*) mendeteksi *echo* dengan *solid angle* yang besar. Hal ini bermanfaat untuk mendeteksi kemungkinan adanya bahaya dalam pelayaran sebuah kapal. Maksud dari *Unstabilized* adalah lebarnya sudut beam akan mempengaruhi besarnya panjang gelombang, sehingga semakin besar sudut beam yang dibentuk maka kemungkinan data yang hilang akan semakin besar pula. *Solid angle* itu sendiri maksudnya sudut arah pancar (*beam*) pada batas kedalaman tertentu dimana data yang akan dihasilkan masih solid. Akan tetapi peralatan ini tidak mampu menyediakan informasi yang lebih terperinci mengenai dasar laut.

Disisi lain, peralatan yang menghasilkan sinyal akustik dengan *Narrow-Beam "stabilized"* mampu menghasilkan *spatial resolution* yang tinggi dengan *solid angle* yang kecil, dengan *survey area* yang dicakup oleh *beam* dari sinyal akustik alat terbatas untuk setiap *ping* nya. kedua sistem tersebut tidak mampu

menghasilkan suatu metode bagi pembuatan peta dasar laut secara terperinci sehingga memperkecil waktu pelayaran kapal dan dengan demikian biaya menjadi efektif. Sistem yang tidak stabil walaupun mampu mencakup area survei yang lebih luas, namun tidak memiliki *spatial resolution* yang memadai. Sedangkan pada sistem yang stabil walaupun menghasilkan *spatial resolution* yang lebih tinggi, namun memetakan area yang terlalu kecil untuk setiap *ping* nya.

Pada 1964 SeaBeam Instruments, dahulu bernama Harris Anti Submarine Warfare Division dari General Instrument Corporation mempatenkan suatu teknik "*multiple narrow-beam depth sounding*"[1]. Sistem pertama yang menggunakan teknik ini dibangun oleh SeaBeam untuk US Navy dan dikenal sebagai *Sonar Array Sounding Systems (SASS)*. SASS dibangun atas dua susun sonar yang terpisah saling berhadapan secara *orthogonal* satu sama lainnya, yang satu untuk mengirim dan yang satu lainnya untuk menerima. Susunan ini dinamakan *Mills Cross Array*[1].

Susunan sonar-sonar dan elektronik-elektronik analog yang saling terhubung itu membentuk sudut beam antara pemancar dan penerima sampai dengan sudut 90° dengan pergeseran step per 1° "*wide unstabilized beams*". Sistem *Roll and pitch compensation* (kompensasi yang diakibatkan oleh gelombang permukaan) mampu membentuk sudut *beam* antara pemancar dan penerima sampai dengan 60° dengan pergeseran step per 1° "*wide stabilized beams*", Ini dapat memetakan suatu "*fan*" yang memiliki sudut 60° pada dasar laut untuk setiap *ping* nya. Sistem ini memungkinkan kapal riset untuk menghasilkan cakupan area yang lebar pada dasar samudra dengan resolusi tinggi dalam waktu yang jauh lebih singkat dibandingkan dengan menggunakan *single-beam echo sounder* (mengurangi biaya untuk pemetaan dasar samudra).

GARMIN Fishfinder 160 Blue adalah salah satu *echo sounder* yang ada sekarang ini. Alat ini adalah sebuah *echo sounder* yang sederhana seperti pada tahun 1960 yang telah diceritakan diatas. Alat ini hanya dapat mengukur kedalaman air dalam satu kali *ping* saja.

Suatu sistem yang baik adalah sistem yang mampu mengidentifikasi Profil dasar laut. Oleh sebab itu maka dibuatlah suatu alat yang mampu bekerja secara

optimal untuk menampilkan profil dasar laut dengan memanfaatkan hasil pengukuran kedalaman dasar laut per *ping* nya.

GARMIN Fishfinder 160 Blue ini dapat menampilkan kontur dasar laut, namun alat ini bekerja berbasis Mikrokontroler dan ditampilkan pada LCD (Liquid Crystal Display).

Tugas akhir ini akan memvisualisasikan profil dasar laut dengan menggunakan GARMIN Fishfinder 160 Blue, dengan cara mengambil data keluaran dari alat tersebut. Data keluaran dari alat ini berupa NMEA 0183 Protokol.

1.2 Tujuan

Membuat sistem visualisasi profil dasar laut pada Komputer dengan memanfaatkan data keluaran dari *Echo Sounder* GARMIN Fishfinder dan menggunakan bahasa pemrograman tertentu, sehingga menjadi lebih *user friendly*.

1.3 Batasan Masalah

1. Tidak untuk menentukan jenis bahan atau material (lumpur, batu, pasir, Batu karang) yang berada di dasar air.
2. Tidak untuk menentukan level pelemahan echo yang diterima oleh transduser.
3. Uji coba dilakukan di danau (tidak di laut).

1.4 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan Tugas akhir ini terdiri dari 5 (Lima) bab, dimana masing-masing bab mempunyai kaitan satu sama lain yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Berisi tentang perkembangan echo sounder, latar belakang, permasalahan, tujuan penulisan dan batasan masalah seminar ini.

BAB 2 CARA KERJA SONAR

Berisi konsep sonar, air sebagai media perambatan sonar, prinsip-prinsip dari sonar, persamaan sonar dan *Single-Beam Depth Sounder*.

BAB 3 PERANCANGAN SISTEM

Berisi perancangan sistem secara keseluruhan, Diagram blok dari *Echo Sounder* beserta seluruh rangkaian peralatan pendukung.

BAB 4 ANALISA

Berisi analisis data keluaran GARMIN Fishfinder pada saat pengujian pada bagian sistem pengirim.

BAB 5 KESIMPULAN

Berisi kesimpulan dari hasil penelitian.

BAB 2

CARA KERJA SONAR

2.1 Konsep Sonar

Bab ini menjelaskan komponen-komponen, operasi serta karakteristik-karakteristik dari suatu sistem *echo-sounding* dalam lingkungan kerjanya yang spesifik. Hal ini dimulai dengan memperkenalkan konsep-konsep yang mendasar, yang berhubungan dengan teknologi sonar. Sebuah *Single-beam echo sounder* yang sederhana berikutnya diterangkan secara terperinci untuk menunjukkan komponen-komponen dan tatacara yang biasa digunakan untuk semua sistem sonar. Pembatasan sistem sederhana ini digunakan sebagai pembenaran untuk kompleksitas *multibeam sonar*.

Di sini diperkenalkan banyak terminologi dari sistem sonar, dimana istilah-istilah yang digunakan untuk pertama kalinya, ditulis dengan huruf miring. Arti dari istilah-istilah tersebut disesuaikan dengan konteks yang sedang digunakan.

2.2 Air Sebagai Media Perambatan Sonar

Suara dapat didengar di dalam air, contohnya suara gelombang air dan suara mesin kapal, semuanya relatif dapat didengar dengan jelas dalam jarak tertentu. Bahkan, suara dapat merambat lebih efisien di dalam air dibandingkan di udara. Sebagai contoh ikan paus menggunakan gelombang akustik untuk berkomunikasi pada jarak puluhan dan bahkan ratusan kilometer. Kemampuan gelombang akustik untuk bergerak pada jarak yang jauh memberikan penginderaan jarak jauh pada sebuah lingkungan air. Piranti-piranti yang menggunakan gelombang akustik dalam suatu aplikasi yang demikian, masuk kedalam kelompok instrumen yang dikenal sebagai sonar. Untuk memahami prinsip kerja sonar pertama harus memahami karakteristik gelombang akustik itu sendiri. Secara khusus, kita harus memahami bagaimana gelombang akustik merambat dalam air. Gelombang akustik merambat dalam air dengan sederetan tekanan yang dikenal sebagai *compressional wave*. *Compressional wave* ini merambat dengan kecepatan tertentu dalam air yang disebut *local speed of sound*.

Kecepatan suara pada suatu lokasi dapat berubah tergantung pada kondisi air seperti kadar garam, tekanan, dan suhu, tetapi tidak tergantung pada karakteristik dari gelombang akustik itu sendiri. Semua gelombang akustik bergerak pada *local speed of sound*. Pada sebuah lingkungan samudra, kecepatan suara sekitar 1500 meter per detik (m/s) [1].

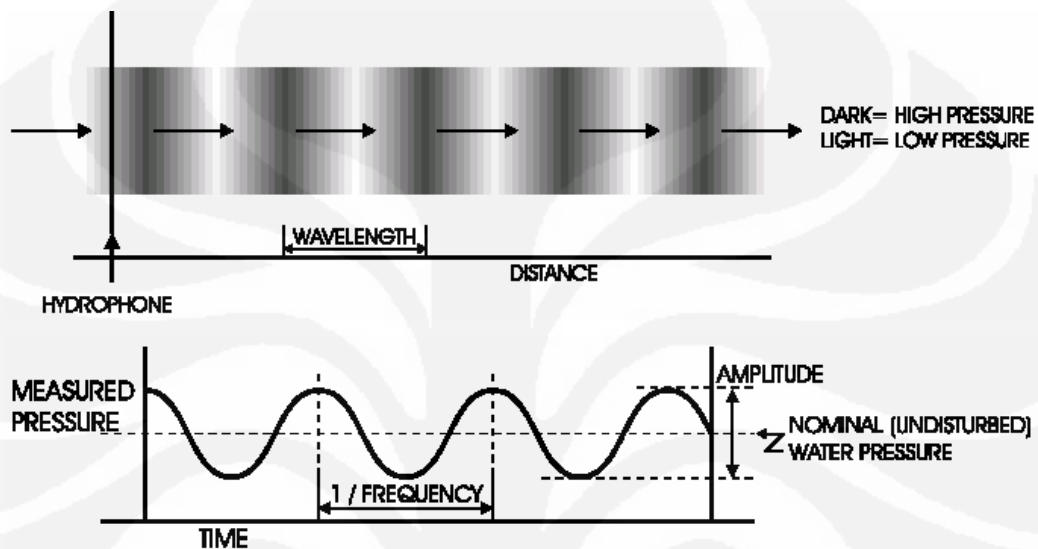
Secara fisik jarak antara deretan gelombang bertekanan pada rambatan suara merupakan panjang gelombangnya. Banyaknya deretan gelombang bertekanan yang melewati suatu titik stationer dalam air per satuan waktu adalah frekuensi dari gelombang itu. Bila panjang gelombang diukur dalam meter (m), dan frekuensi diukur dalam siklus per detik (Hz), yang mana hubungan perkalian satu sama lainnya menghasilkan kecepatan gelombang akustik yang diukur dalam meter per detik (m/s):

$$\text{Kecepatan suara (m/s)} = \text{frekuensi (Hz)} \times \text{panjang gelombang (m)} \quad (2.1)$$

Bila sebuah gelombang akustik bertemu dengan sebuah medium yang mempunyai *local speed of sound* berbeda, maka akan terjadi perubahan panjang gelombangnya tetapi frekuensinya tetap. Namun untuk hal ini, perubahan gelombang suara umumnya digambarkan oleh frekuensinya.

Sebuah gelombang akustik membawa sejumlah energi akustik. Energi ini dapat diukur oleh suatu alat yang disebut hidrofون. Alat ini mengukur osilasi dalam bentuk deretan tekanan dari sebuah gelombang suara yang merambat. Ukuran osilasi ini adalah amplitudo dari gelombang tersebut. Amplitudo dari gelombang berhubungan dengan energi akustik yang dipancarkan dalam gelombang itu (amplitudo gelombang yang tinggi membawa energi yang tinggi juga). Secara matematis energi dari gelombang suara per satuan waktu proporsional dengan kuadrat amplitudonya. Skematik yang ditunjuk pada Gambar 2.1. adalah komponen-komponen suatu gelombang akustik. Sebuah deretan tekanan yang terdepan, menunjukkan gelombang akustik yang sedang berjalan, diperlihatkan sebagai *gray scale*, dengan bayangan-bayangan gelap yang menandakan tekanan tinggi dan bayangan-bayangan terang atau muda yang menandakan tekanan rendah. Ini dapat dilihat pada Gambar 2.1. Jarak antara

deretan tekanan itu adalah panjang gelombang dari gelombang akustik. Deretan tekanan bergerak dengan kecepatan suara. Di sekitar *gray scale* terdapat nilai perubahan tekanan dalam setiap waktu seperti yang terlihat pada *hidrofon* dalam keadaan seimbang di dalam air. Ukuran osilasi tekanan itu merupakan amplitudo dan waktu antara 2 puncak (*peaks*) dalam tekanan adalah waktu periode.



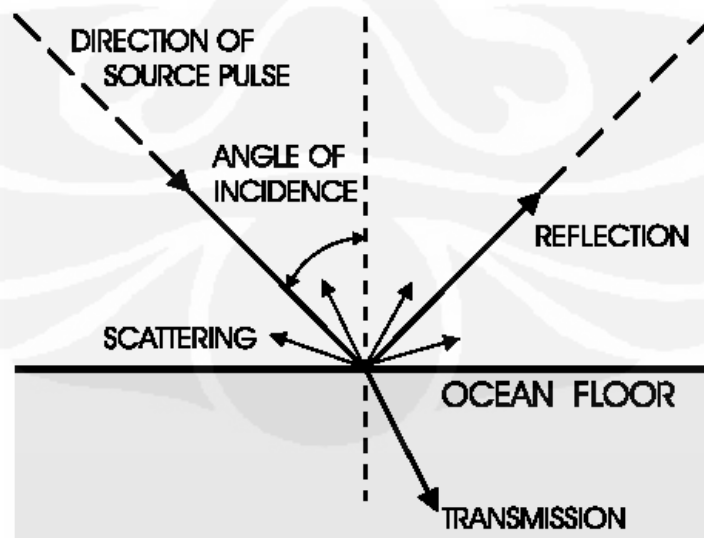
Gambar 2.1. Komponen-komponen Gelombang Akustik [1]

Pada perambatan gelombang akustik terjadi juga *loss* atau rugi-rugi pada sebagian energi akustiknya. Hal itu terjadi karena perpindahan perbedaan tekanan antara molekul-molekul air tidak 100% efisien. Sebagian energi yang hilang akan menghasilkan panas. Energi yang hilang saat gelombang merambat, disebut pelemahan (*attenuation*). Jika gelombang akustik melemah maka nilai amplitudonya berkurang.

Gelombang akustik bermanfaat untuk penginderaan jarak jauh dalam lingkungan air karena beberapa di antaranya dapat merambat hingga ratusan kilometer tanpa terjadi pelemahan yang berarti. Sebaliknya gelombang cahaya dan gelombang radio (yang digunakan dalam radar) dapat menembus hanya beberapa meter saja ke dalam air sebelum hilang hampir seluruh energinya, Tingkat pelemahan gelombang akustik tergantung pada frekuensinya. Gelombang akustik dengan frekuensi tinggi dapat melemah dengan cepat, sedangkan suara dengan frekuensi rendah dapat merambat hampir tanpa rintangan di sepanjang samudra.

Sebuah gelombang akustik dari peralatan sonar yang sedang beroperasi pada frekuensi 12 kHz kehilangan sekitar separuh dari energinya, melemah setelah merambat 3000 meter melewati air.

Pada saat energi akustik merambat dengan baik dalam air, energi tersebut akan terhambat secara tiba-tiba pada suatu media, seperti batu karang atau pasir. Ketika gerakan pulsa akustik bertemu sebuah media semacam itu, beberapa bagian dari energinya merambat ke dalam bahan atau material yang baru. Berapa besar energi itu dipancarkan tergantung pada sejumlah faktor, termasuk impedansi dari bahan yang baru itu (densitas bahan itu dan kecepatan suara didalamnya), sudut datang dari pulsa (sudut di mana pulsa suara membentur media yang baru) dan kekasaran permukaan media yang baru. Energi yang tidak dipancarkan ke dalam media yang baru akan dipantulkan kembali ke dalam media aslinya (air) sebagai *echo*. Beberapa jumlah gelombang akustik yang dipantulkan oleh permukaan media baru, yang pantulannya ke sebuah arah yang tergantung pada sudut datang. Sisanya itu tersebar ke segala arah. Berapa banyak energi yang akan mengalami pantulan dan berapa banyak yang akan mengalami penyebaran, itu tergantung pada karakteristik bahan dan sudut datang. Energi yang dikembalikan ke air (dengan kata lain, energi yang tidak dipancarkan ke dalam media yang baru) disebut gema (*echo*). *Echo* dapat mempertahankan karakteristik frekuensi gelombang akustik sumbernya. Gambar 2.2 menunjukkan komponen-komponen dari suatu peristiwa *echo* di dasar samudra.



Gambar 2.2. Komponen-Komponen sebuah Peristiwa Echo pada Dasar Samudra [1]

2.3 Prinsip-Prinsip Dasar Sonar

Sonar adalah sebuah alat untuk mendeteksi dan menemukan object di dalam air dengan menggunakan gelombang akustik. Hal ini dilakukan dengan memanfaatkan keuntungan dari karakteristik gelombang akustik dalam air. Ada 2 (dua) jenis sonar secara mendasar:

1. **Sonar pasif** adalah alat yang mencatat gelombang akustik yang dipancarkan oleh objek dari dalam air. Piranti-piranti seperti itu dapat digunakan untuk mendeteksi kejadian *seismic*, kapal laut, kapal selam, dan benda-benda laut lainnya yang mampu memancarkan suara. Kegunaan dalam aplikasi lainnya adalah untuk pengukuran dasar laut.
2. **Sonar aktif** adalah alat yang menghasilkan gelombang akustik dengan frekuensi yang dapat dikontrol secara spesifik dan mendengarkan kembali *echo* nya, gelombang akustik yang dipancarkan kembali dari objek-objek yang jauh di dalam air. Sonar-sonar yang mengukur kedalaman samudra itu adalah sonar aktif.

Dari sini hanya akan didiskusikan peralatan sonar aktif yang digunakan untuk mengukur kedalaman dasar samudra, proses ini dinamakan *echo sounding* atau *bathymetry measurement*. Peralatan yang mengukur kedalaman ini disebut *echo sounders*. Sistem SEA BEAM 2100 adalah suatu *echo sounders* yang kompleks, tetapi semua prinsip-prinsip dasar *echo sounders* berlaku di perangkat ini.

Echo sounders mengukur kedalaman air dengan membangkitkan pulsa akustik pendek atau *ping* yang dipancarkan ke dasar air kemudian mendengarkannya kembali *echo* dari dasar air itu. Waktu antara pulsa akustik yang dipancarkan dan kembalinya *echo* adalah waktu yang diperlukan gelombang akustik untuk merambat ke dasar air dan memantul kembali ke permukaan air. Dengan mengetahui waktu dan kecepatan suara di dalam air, maka kedalaman

dasar air dapat dihitung. Sebagai contoh, jika diperoleh data 10 detik antara saat *ping* yang dipancarkan dan didengar *echo* nya, dan menggunakan kecepatan suara 1500 m/s, maka perjalanan atau perambatan gelombang akustik yang ditempuh adalah 10 detik \times 1500 m/s = 15000 m. Karena ini adalah perjalanan pulang pergi "*distance to target end back*", maka jarak alat ke dasar air adalah separuh dari 15000 m, atau 7500 m. Secara umum dapat dirumuskan:

$$\text{Jarak} = (1/2) \times \text{Kecepatan suara} \times \text{Waktu Echo} \quad [1] \quad (2.2)$$

Untuk menghasilkan suatu gelombang akustik, sebuah *echo sounder* menggunakan sebuah alat yang disebut proyektor. Proyektor dapat menghasilkan gelombang akustik di dalam air, dan ada banyak bentuk dari proyektor yang disesuaikan untuk aplikasi-aplikasi yang spesifik.

Sonar *Bathymetric* memerlukan proyektor yang dapat menghasilkan berulang-kali pulsa akustik dengan tepat, yang dapat dikontrol dan karakteristik pulsa akustiknya dapat diulang kembali. Sonar ini menggunakan proyektor yang dibuat dari keramik *piezo-electric*, suatu bahan yang mengubah ukurannya sendiri dengan teliti saat tegangan listrik dicatu padanya. Sebuah *Echo sounder* menggunakan tegangan listrik tertentu agar supaya proyektor *piezo-electric* berosilasi (bergerak-gerak), memancarkan suatu gelombang tekanan dengan karakteristik frekuensi yang spesifik ke dalam air. Proyektor seperti itu dapat disamakan seperti sebuah pengeras suara (*Loudspeaker*), yang mengkonversi sinyal-sinyal elektrik ke dalam osilasi sebuah kain atau membran kertas dan mentransmisikan energinya ke udara dalam bentuk gelombang akustik.

Gelombang akustik yang dihasilkan di dalam air menyebar luas yang berbentuk seperti bola dari sumbernya, yang energinya berjalan secara merata ke segala arah permukaan bola. Sebagai gelombang akustik yang berkembang yang berbentuk bola, energinya menyebar dalam suatu area yang semakin membesar (permukaan bulatan yang mengembang) menyebabkan penurunan energi per satuan area. Penurunan energi ini disebut rugi-rugi penyebaran (*spreading loss*). Gelombang akustik ini juga mengalami beberapa pelemahan (*attenuation*) atau rugi-rugi penyerapan (*absorption loss*). *Spreading loss* dan *absorption loss* disebut rugi-rugi transmisi (*transmission loss*). Jumlah total *transmission loss*

yang merusak gelombang akustik tergantung pada jarak perjalanannya, semakin jauh suatu gelombang akustik merambat, semakin lemah keadaannya.

Jika suatu gelombang suara membentur sebagian dari dasar samudra, hal tersebut dinamakan *illuminate* atau *ensonify* bagian dasar itu. Apa yang terjadi pada energi akustik pada kejadian ini dapat menjadi sangat kompleks. Sebagian dari energi itu dipancarkan ke dalam dasar laut. Berapa banyaknya energi yang dipancarkan kembali oleh dasar laut, tergantung pada bahan dasar lautnya. Pasir dan endapan lumpur *silt* menyerap energi dengan mudah. Sebaliknya, batu karang dan obyek logam menyerap energi akustik paling sedikit atau rendah. Bagian terbesar dari energi yang tidak bisa diserap oleh sasaran yang dicakupnya, dipantulkan atau disebarkan kembali ke air. Bagian dari energi yang muncul akibat peristiwa tersebut per-satuan-areanya diarahkan kembali ke arah pengirimnya. Hal ini disebut efek *backscattering strength* (daya pancar balik) dari dasar laut.

Setelah *echo* hilang di dasar laut, pulsa akustik yang kembali mengalami lebih banyak rugi-rugi transmisi. Peristiwa *echoing* yang gagal di dasar laut disebabkan karena pulsa akustik mengalami banyak rugi-rugi transmisi (*transmission loss*). *Echo sounder* mendeteksi apa yang tertinggal dari pulsa akustik yang kembali dengan menggunakan sebuah hidrofon. Hidrofon melakukan apa yang proyektor lakukan tetapi dalam kebalikannya, dengan cara mengkonversi osilasi gelombang akustik dalam air ke dalam tegangan listrik. Hidrofon dapat disamakan dengan mikrofon. Keduanya mengkonversi bunyi yang dipancarkan melalui medium udara ke dalam sinyal-sinyal elektrik. Karena kesamaan fungsinya, dalam sebuah sistem sonar proyektor dan hidrofon sering kali disamakan dalam satu kelompok perangkat keras, sehingga istilah transduser mengacu pada kedua-duanya (hidrofon dan proyektor).

Dalam setiap langkah proses pembangkitan *ping*, propagasi, gema (*echo*), dan penerimaan, terdapat sumber suara yang bertambah dengan sendirinya terhadap sinyal akhir yang diterima. tetapi tidak terbatas untuk suara ombak samudra, makhluk laut dan suara kapal, baik dari kapal survei maupun kapal lainnya. Ada juga sinyal-sinyal palsu yang masuk dari sonar-sonar elektronik. Secara bersama, *magnitude* sinyal-sinyal yang tak diharapkan ini disebut *noise*

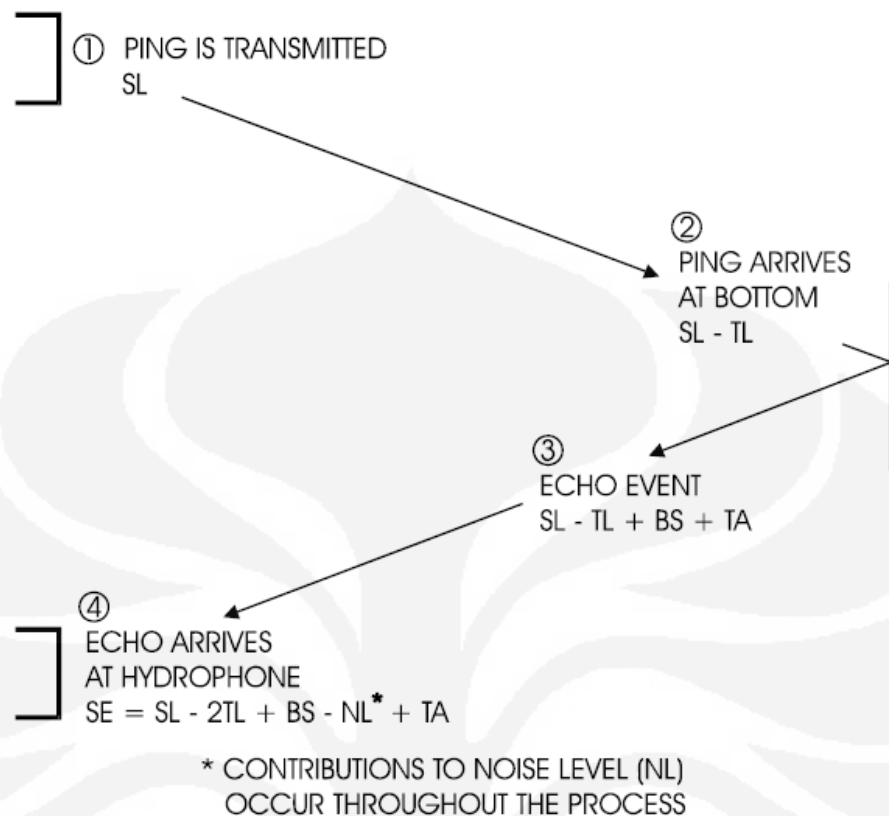
level. Noise level ini membatasi *maximum range* peralatan penginderaan jauh. Di alam yang hening tanpa suara, echo dari sonar yang paling kecil sekalipun dari dasar laut dapat dideteksi. Ketika sebuah *ping* dan *echonya* mengalami *transmission loss* yang mengakibatkan keduanya semakin melemah dan lemah, sesungguhnya keduanya tidak pernah hilang hingga nol. Akan tetapi pada kenyataannya di alam yang bising ini, gelombang akustik yang dipancarkan pada akhirnya akan menjadi sangat lemah, sehingga tak dapat dibedakan dari noise level dan tidak dapat dideteksi. *Signal to Noise ratio* adalah perbandingan antara daya sinyal dan *noise level* yang diterima. Nilai ini memberikan suatu ukuran sebuah sinyal yang terdeteksi. Ukuran minimal *signal-to-noise* yang diperlukan untuk sinyal yang bersifat dapat dideteksi bergantung pada aplikasi tertentu.

2.4 Persamaan Sonar

Persamaan sonar ini menyatakan apa yang disebut *Signal Excess (SE)* atau kelebihan sinyal, daya gema (*echo*) yang kembali yang terukur, dalam hal jumlahnya seperti diterangkan sebelumnya disebut *Transmission Loss (TL)*, *Backscattering Strength (BS)*, sering disebut kekuatan sasaran ketika digunakan dalam pendeteksian yang diskret seperti ranjau atau kapal selam, *Target Area (TA)*, dan *Noise Level (NL)*. Selain itu juga termasuk *Source Level (SL)* yang dipancarkan, yang mana ukuran jumlah energi akustik masuk ke dalam air oleh proyektor itu dikonversi ke dalam satuan *decibels (dBs)*:

$$SE = SL - 2TL + BS - NL + TA \quad [1] \quad (2.3)$$

Persamaan sonar dapat muncul dalam bentuk yang berbeda dan mungkin mempunyai terminologi tambahan. Ini jelas menunjukkan banyak faktor yang terlibat dalam *echo sounding* dan bagaimana hubungan antara satu dengan yang lainnya. Jadi persamaan sonar seperti ini dibuat dengan mudah selama proses perancangan atau untuk memprediksi hasil dengan beberapa skenario. Gambar 2.3 mengGambarkan lintasan *ping* dari proyektor ke dasar samudra dan dari dasar samudra kembali lagi ke hidrofona, untuk menunjukkan di mana masing-masing elemen dari persamaan sonar masuk ke dalam penentuan rumus.



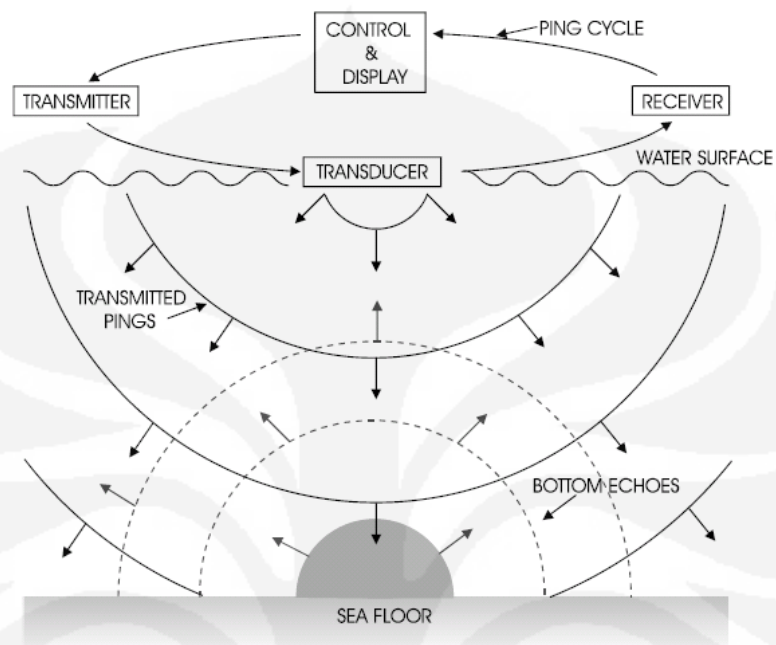
Gambar 2.3. Lintasan Ping [2]

2.5 Single Beam Depth Sounder

Single-beam depth sounders adalah alat *echo sounding* yang paling dulu, paling dasar dan sampai saat ini paling sering digunakan. Kegunaan alat ini adalah untuk mengukur kedalaman samudra di berbagai lokasi. Kedalaman yang direkam dapat dikombinasikan dengan lokasi fisik untuk membuat sebuah peta tiga dimensional dari dasar samudra. Umumnya *single-beam depth sounders* dirancang untuk melakukan pengukuran dari sebuah kapal yang sedang bergerak. Selama *single-beam depth sounders* mempunyai banyak keterbatasan, hal ini berguna untuk memahami bagaimana ia berfungsi sebagai pembuka bagi pemahaman suatu *sonar multi-beam*.

Sistem *single-beam depth sounders* terdiri dari empat komponen dasar: sebuah *Transmitter*, sebuah *Transducer*, sebuah *Receiver*, dan sebuah sistem *Control* serta *Display*. Skematik komponen-komponen ini digambarkan dalam Gambar 2.4. Dalam rangka mengumpulkan deretan pengukuran kedalaman saat

kapal bergerak, *single-beam depth sounder* ditampilkan dalam bentuk siklus yang kontinyu, yang disebut *ping cycle*.



Gambar 2.4. Komponen-Komponen sebuah *Single-Beam Depth Sounder System* [1]

Ping Cycle diatur oleh sebuah sistem *Control* dan *Display*. Dalam sebuah *single cycle*, sistem *Control* dan *Display* memberikan isyarat kepada sistem *Transmitter* untuk menghasilkan pulsa suara (*ping*). *Transmitter* menghasilkan sinyal elektrik yang beresilasi dengan karakteristik frekuensi yang dapat dibedakan secara unik.

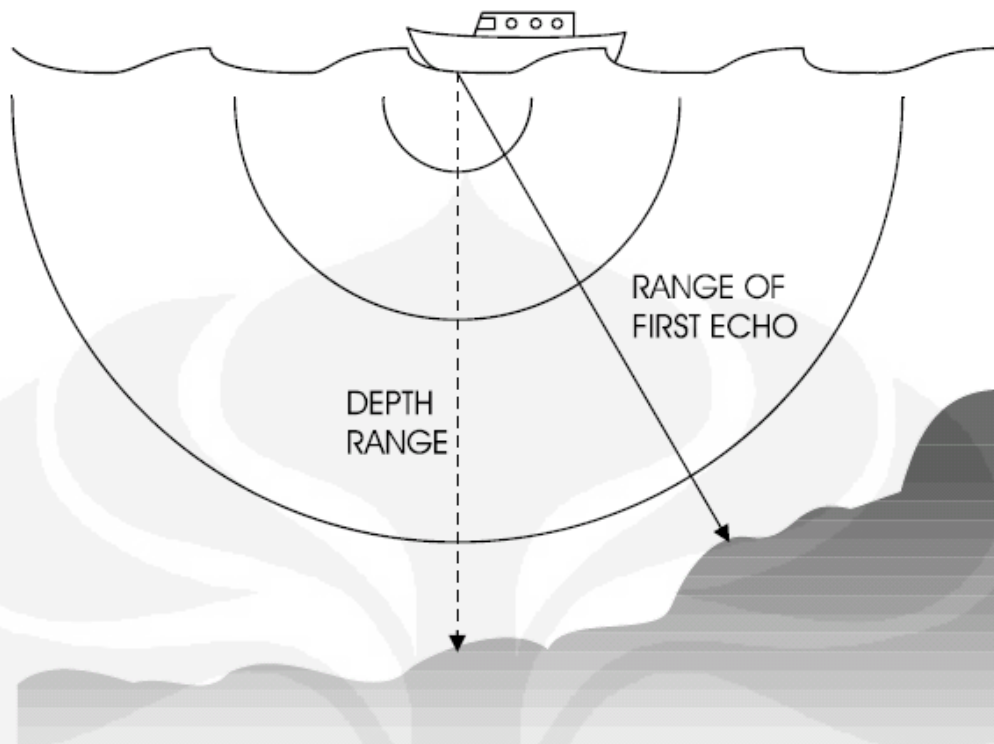
Transducer mengkonversi tegangan listrik ke dalam gelombang akustik. Dalam kapasitas ini transduser digunakan sebagai proyektor bukan hidrofons. Osilasi sinyal-sinyal elektrik diubah kedalam getaran mekanik yang dipancarkan ke dalam air sebagai tekanan osilasi atau gelombang akustik. Pada saat kembalinya ke permukaan air sebagai *echo* dari dasar laut, kemudian pulsa akustik itu diterima dan dikonversi kembali ke dalam sinyal-sinyal elektrik oleh *Transducer* yang bertindak sebagai hidrofons. *Transducer* mengirimkan seluruh sinyal-sinyal elektrik yang diterima kepada sistem *Receiver*, dimana sinyal-sinyal elektrik diperkuat dan disalurkan ke sebuah detektor untuk menentukan kapan sebuah *echo* tiba.

Waktu antara pemancaran dan penerimaan digunakan oleh sistem *Receiver* untuk menghitung jarak atau kedalaman. Kedalaman ini dilaporkan dan yang direkam oleh sistem *Control* dan *Display*. Sistem *Control* dan *Display* ini kemudian mencetuskan *ping* yang berikutnya. Waktu yang diperlukan antara pancaran-pancaran *ping* disebut *ping time* atau *ping interval*. Dengan menggunakan sebuah *ping cycle* yang terus menerus, sebuah deretan dari pengukuran kedalaman diambil dan dicatat.

2.6 Menentukan Dasar Samudra Dengan Lokasi Echo

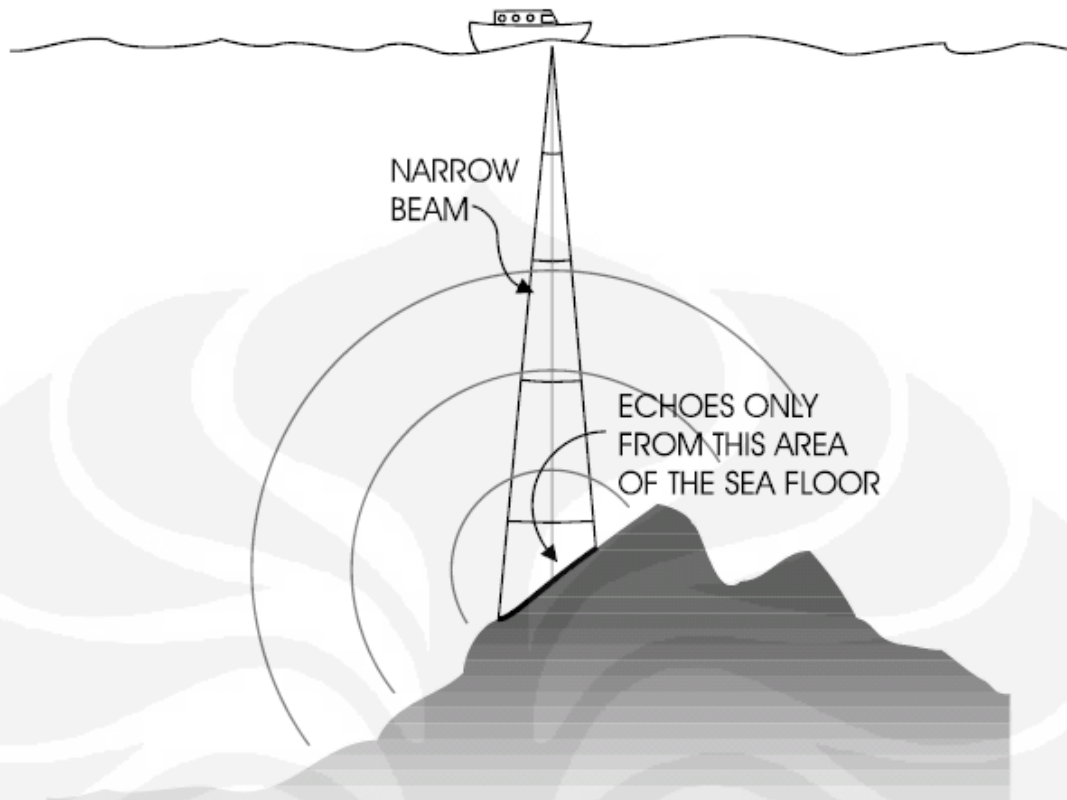
Fungsi yang paling mendasar dari *echo sounder* adalah untuk mengukur jarak ke dasar samudra dengan akurat. Dalam sebuah penelitian kedalaman, alat sonar adalah alat yang paling berguna untuk mengukur jarak ke suatu lokasi yang spesifik di dasar laut, idealnya pada sebuah titik yang tepat langsung di bawah kapal yang sedang melakukan riset.

Menggunakan *single-beam echo sounder* seperti yang digambarkan pada Gambar 2.4, maka akan berasumsi bahwa waktu *echo* yang pertama dari sebuah *ping*, menentukan jarak dasar laut yang tepat langsung di bawah kapal riset. Situasi itu digambarkan dalam Gambar 2.4 seperti keadaan sebenarnya. *Echo* paling awal yang tepat berlangsung di bawah alat sonar, karena *echo* pertama yang bertemu dengan dasar laut. Gambar tersebut menggambarkan sebuah dasar laut yang ideal dan datar. Sehingga dapat dengan mudah membayangkan situasi di mana *echo* yang pertama berada di titik tepat langsung di bawah kapal. Gambar 2.5 menunjukkan sebuah kapal riset di atas sebuah dasar laut yang tidak beraturan. Gambar ini menunjukkan dasar laut yang menonjol di bawah kapal yang lebih dekat ke alat sonar (*echo* pertama) dibandingkan dasar laut yang berada tepat di bawah kapal. *Ping* dari *single-beam echo sounder*, yang membentang berbentuk bola dari alat sonar, sama ke semua arah, yang menemukan dasar laut pertama pada titik ini. Posisi ini sama sekali tidak mungkin untuk suatu operasi kapal riset untuk mengetahui bahwa *echo* yang pertama datang tidak dari dasar laut yang tepat langsung di bawah kapal riset. Situasi ini akan menghasilkan suatu pengukuran yang tidak akurat dari kedalaman pada lokasi ini.



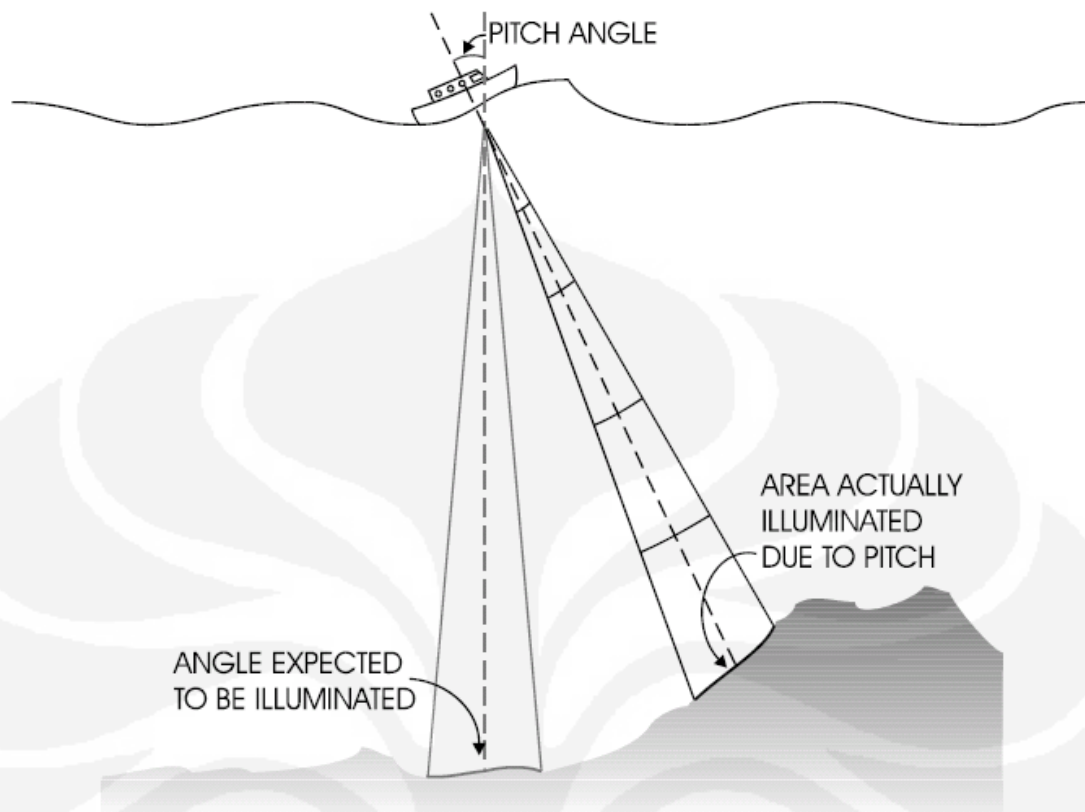
Gambar 2.5. Riset sebuah Dasar Laut yang tidak Rata [1]

Sebuah *single-beam echo sounder* dapat dirancang sedemikian rupa sehingga dapat menghadapi persoalan semacam ini dalam beberapa tahap. Hal tersebut dilakukan dengan mengenalkan beberapa pembentukan arah kepada *ping*. Secara efektif, sebagian besar energi akustik di dalam *ping* difokuskan ke dalam *narrow solid angle* atau *beam*. *Ping* itu kemudian mengenai hanya bidang yang kecil dari dasar laut dan *echo* pertama yang dikembalikan dapat diasumsikan datang dari bidang ini. Gambar 2.6 menunjukkan bagaimana sebuah *narrow-beam echo sounder* dapat digunakan untuk menghasilkan pengukuran kedalaman yang lebih akurat dari suatu dasar laut yang tidak beraturan.



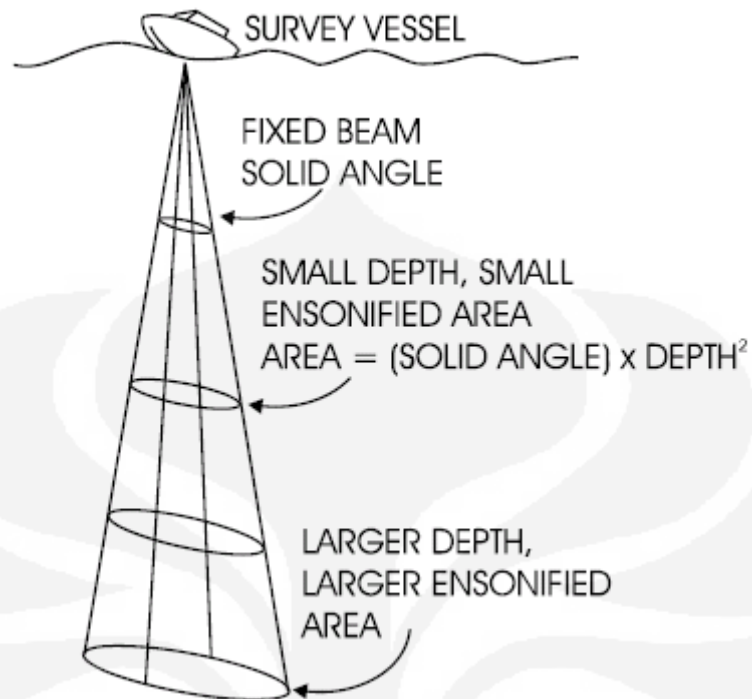
Gambar 2.6. Menggunakan sebuah *Narrow-Beam Echo Sounder* pada Dasar Laut yang Kasar [1]

Akan tetapi *narrow beam* itu tidak sepenuhnya memecahkan masalah dikarenakan ada dua alasan. Pertama, karena transduser-transduser itu dipasang pada lambung kapal yang menjadi sasaran gelombang permukaan laut, *narrow beam* itu menerangi area-area yang tersebar di dasar samudra seperti pada Gambar 2.7. Ini adalah apa yang dikenal sebagai *unstabilized beam*. Besarnya masalah ini bergantung pada kondisi cuaca. Alasan kedua, *Beams* dibuat lebih sempit dengan membuat permukaan transduser lebih besar. Sebagai contoh, suatu transduser circular 12 kHz dengan *beamwidth* 30° yang mempunyai diameter kasar 25 cm, tetapi memerlukan diameter kasar 295 cm untuk menghasilkan sebuah *beam* $2,5^\circ$. Sedangkan untuk memproduksi Transduser-transduser yang lebih besar, diperlukan biaya yang lebih mahal.



Gambar 2.7. Efek Gerakan Kapal pada Sebuah *Beam* yang tidak stabil [1]

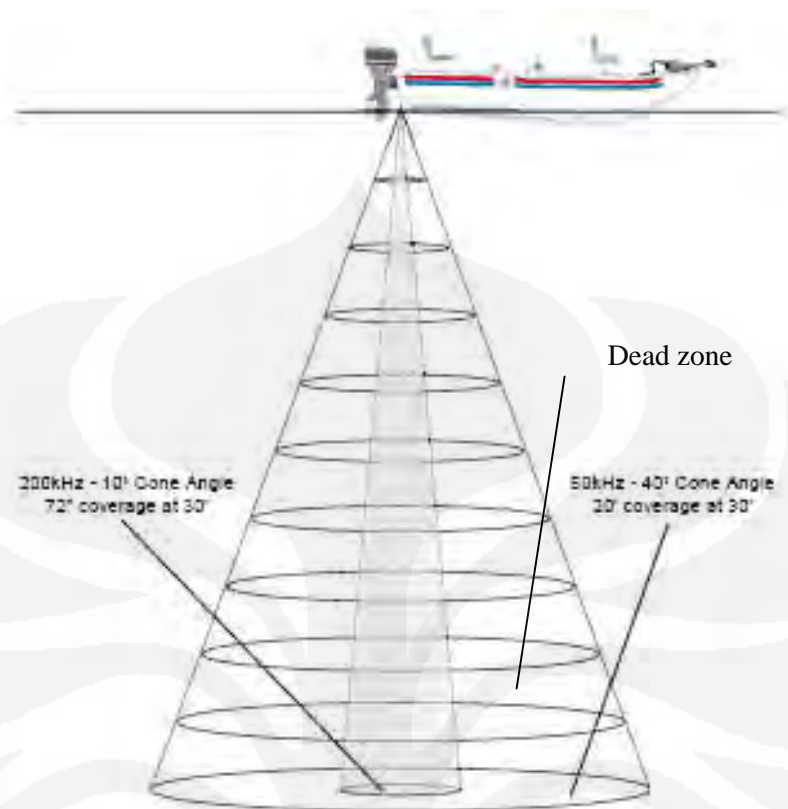
Ukuran *solid angle* dari beam menentukan ketepatan sebuah *narrow beam sonar* dalam menentukan lokasi kedalaman pada dasar laut. Sebuah echo dari alat sonar seperti itu hanya dapat menentukan dasar laut di suatu tempat sampai pada batas sudut yang telah ditentukan. Untuk alat sonar yang sederhana sama sekali tidak mungkin mendapatkan informasi yang lebih tepat. Ukuran dari *beam solid angle* menentukan resolusi sebuah alat sonar. Istilah resolusi ini berlaku untuk sudut itu sendiri, atau ukuran fisik area yang di terangnya pada dasar laut, kemudian definisi resolusi itu tidak tetap, hal ini tergantung pada kedalaman. Lebih dalam suatu *ping* merambat, semakin besar area penentuan posisi *solid angle* yang ditetapkan, seperti pada Gambar 2.8. Pada umumnya area dasar laut yang diterangi ini proporsional terhadap *beam solid angle* dan nilai kuadrat dari kedalaman.



Gambar 2.8. Ketergantungan *Ensonified Area* pada Kedalaman [1]

2.7 Sistem Operasi Echo Sounder Garmin Fishfinder 160 Blue

Luas area dasar perairan yang ditutup oleh gelombang akustik yang dipancarkan dari transduser ditentukan oleh *Beam* atau *Cone Angle* dari transduser dan kedalaman air. Pada frekuensi 50 kHz transduser menyediakan beam 40° dengan lebar diameter dasar perairan yang ditutupnya kira-kira $2/3$ dari kedalaman air seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.9, pada beam 40° (frekuensi 50 kHz) area dasar air yang ditutupi kira-kira lingkaran yang berdiameter 20 feet dengan kedalaman air 30 feet. Frekuensi 200 kHz transduser menyediakan *beam* 10° dengan lebar diameter dasar perairan yang ditutupnya kira-kira $2/10$ dari kedalaman air seperti yang ditunjukkan Gambar 2.9, pada *beam* 10° (frekuensi 200 kHz) area dasar air yang ditutupi kira-kira lingkaran yang berdiameter 6 feet dengan kedalaman air 30 feet.



Gambar 2.9. Cone Angle 10° untuk 200 kHz dan 40° untuk 50 kHz [2]

Dengan menggunakan GARMIN Fishfinder 160 Blue dalam "Dual" mode frekuensi, kedua frekuensi sinyal 50 kHz dan 200 kHz dipancarkan dalam waktu bersamaan. Kemampuan frekuensi dari GARMIN Fishfinder 160 Blue mengizinkan pengguna untuk mendapatkan suatu area dasar air yang besar, yang ditutupi sinyal akustik dengan resolusi dasar air yang masih dipertahankan dengan baik. Bila dalam "Dual" mode frekuensi, alat ini menggunakan sinyal 200 kHz untuk menampilkan informasi dasar air yang terperinci, membuat "Dead Zone" sampai pada minimum, dan sinyal 50 kHz untuk memperoleh area dasar air yang besar, yang ditutupi sinyal akustik.

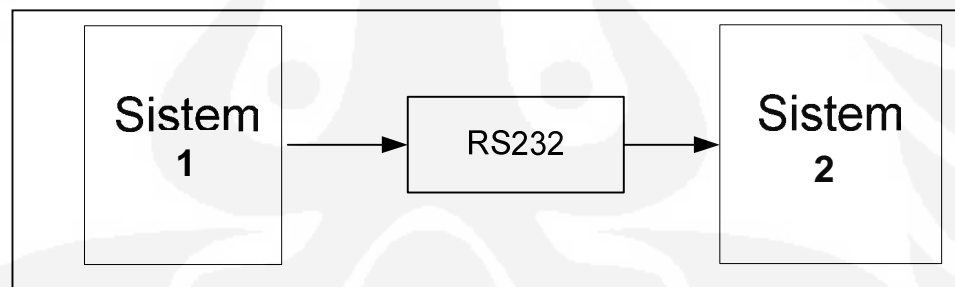
BAB 3

PERANCANGAN SISTEM

3.1 Konfigurasi Umum Sistem

Secara umum, sistem terbagi atas 2 bagian seperti terlihat pada Gambar 3.1 yaitu:

1. Sistem 1 : Sistem Pengirim. Pada sistem pengirim alat yang digunakan adalah GARMIN Fishfinder 160 Blue. Alat ini berfungsi sebagai pengukur kedalaman laut (dari dasar laut ke permukaan air) dan mengirimkan data kedalaman laut tersebut ke sistem 2 (penerima) dalam bentuk NMEA 0183 protokol.
2. Sistem 2 : Sistem Penerima. Pada sistem ini alat yang digunakan adalah sebuah Personal Komputer yang dilengkapi dengan software penerima. Personal Komputer akan memproses data yang diterima dan sebagai tampilan tatap muka kepada pengguna (user interface).



Gambar 3.1 Konfigurasi Umum Sistem

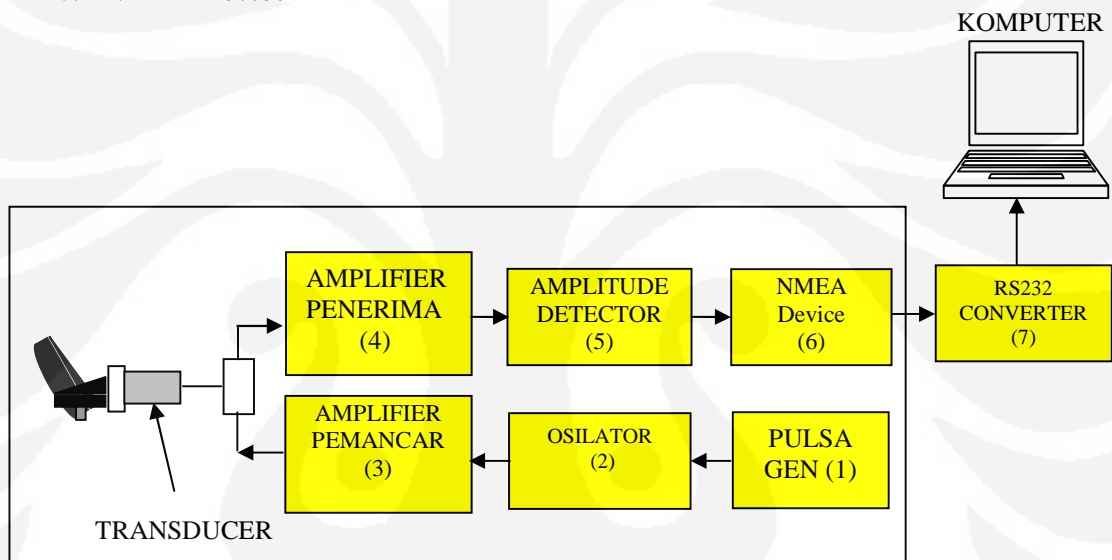
3.1.1 Prinsip Kerja Sistem

Fungsi dari sistem visualisasi ini adalah memvisualisasikan Profil dasar laut dengan menggunakan echo sounder. Pada sistem visualisasi ini diperlukan echo sounder yang digunakan untuk mengukur kedalaman air dari dasar ke permukaan air. Di mana, data yang dihasilkan oleh echo sounder akan dikirimkan ke sistem penerima (PC).

Pada sistem penerima data yang diterima dari sistem pengirim akan diolah dan diproses yang pada akhirnya akan memvisualisasikan profil dasar air.

Konfigurasi sistem keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.2. Perangkat Echo sounder ini terdiri dari 6 unit, terdiri dari:

1. Pulsa generator
2. Osilator (*Oscillator*)
3. Penguat daya (*Power amplifier*)
4. Penguat penerima (*Receiver amplifier*)
5. Pendeteksi amplitudo (*Amplitude Detector*)
6. NMEA Device



Gambar 3.2. Konfigurasi Sistem Keseluruhan [2]

Pulsa generator berfungsi untuk menghasilkan Pulsa-pulsa secara kontinyu. Kemudian Pulsa-pulsa tersebut dihubungkan dengan rangkaian osilator yang berfungsi membangkitkan gelombang pembawa secara kontinyu dengan frekuensi 50 kHz dan atau 200 kHz.

Transduser pemancar dan transduser penerima yang digunakan dari GARMIN dengan frekuensi 200 kHz dengan *beam* 10° dan 50 kHz dengan *beam* 40°. Adapun spesifikasi transduser dapat dilihat pada pada Tabel 3.1

Tabel 3.1. Spesifikasi Transducer yang Digunakan

Transducer	TYPE	Z	Beam Width	POWER MAKS.
Fishfinder 160	GARMIN	10k Ω	40°/ 10°	100 W

Blok osilator digunakan untuk membangkitkan gelombang akustik pada frekuensi tertentu. Pada penelitian ini frekuensi yang dibangkitkan adalah 50 kHz dan 200 kHz.

Blok penguat daya digunakan untuk memperkuat daya yang keluar dari osilator. Daya pancar yang dibutuhkan tergantung dari kemampuan transducer dan jarak jangkauan yang diinginkan.

Blok amplifier penerima berfungsi untuk menyesuaikan impedansi input rangkaian dengan impedansi transducer penerima dan menguatkan tegangan transducer untuk mencapai tegangan yang dapat diolah oleh *amplitudo detector*.

Blok amplitudo detector berfungsi untuk mendeteksi perubahan amplitude dari sinyal gelombang yang dipantulkan.

Pada konfigurasi *echo sounder*, penggabungan data dari penerima yang berbeda dapat menjadi suatu masalah yang kritis. Oleh karena itu diperlukan standarisasi atau format bahasa yang mendukung pada peralatan yang berbeda. *National Marine Electronics Association (NMEA) 0183* merupakan standar bahasa yang dipakai pada peralatan pengukuran kedalaman air *echo sounder*.

NMEA adalah suatu badan yang menerbitkan spesifikasi yang mendeskripsikan berbagai perlengkapan pengukuran kedalaman air agar dapat berkomunikasi satu sama lain melalui koneksi serial RS-232 atau emulasinya (misalnya USB port). NMEA menggunakan file data ASCII dalam pentransmisian system informasi *echo sounder* dari *receiver* ke *hardware* yang berfungsi sebagai *input* dari posisi dan merupakan *real time* untuk navigasi dibidang kelautan.

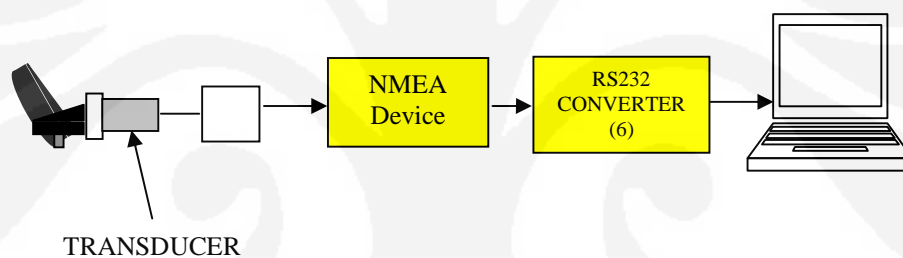
Ada beberapa generasi spesifikasi NMEA. yang dipakai sekarang adalah NMEA 0183 versi 2.0 *echo sounder receiver* menggunakan berbagai jenis rotokol komunikasi. Beberapa protokol bersifat *proprietary* dan untuk keperluan khusus, sedangkan yang bersifat publik dan didukung oleh banyak *echo sounder receiver* adalah protokol NMEA 0813. Suatu *echo sounder receiver* dimana NMEA-

compliant mem-broadcast informasi yang disebut *NMEA Sentences* melalui *port* serial.

Setiap *NMEA-Sentence* diawali dengan \$ yang diikuti oleh lima karakter yang mendefinisikan piranti sumbernya serta jenis *sentence* itu sendiri. *Sentence* yang berbeda ditujukan untuk pemakaian yang berbeda pula dan berisi *field* informasi yang berbeda pula.

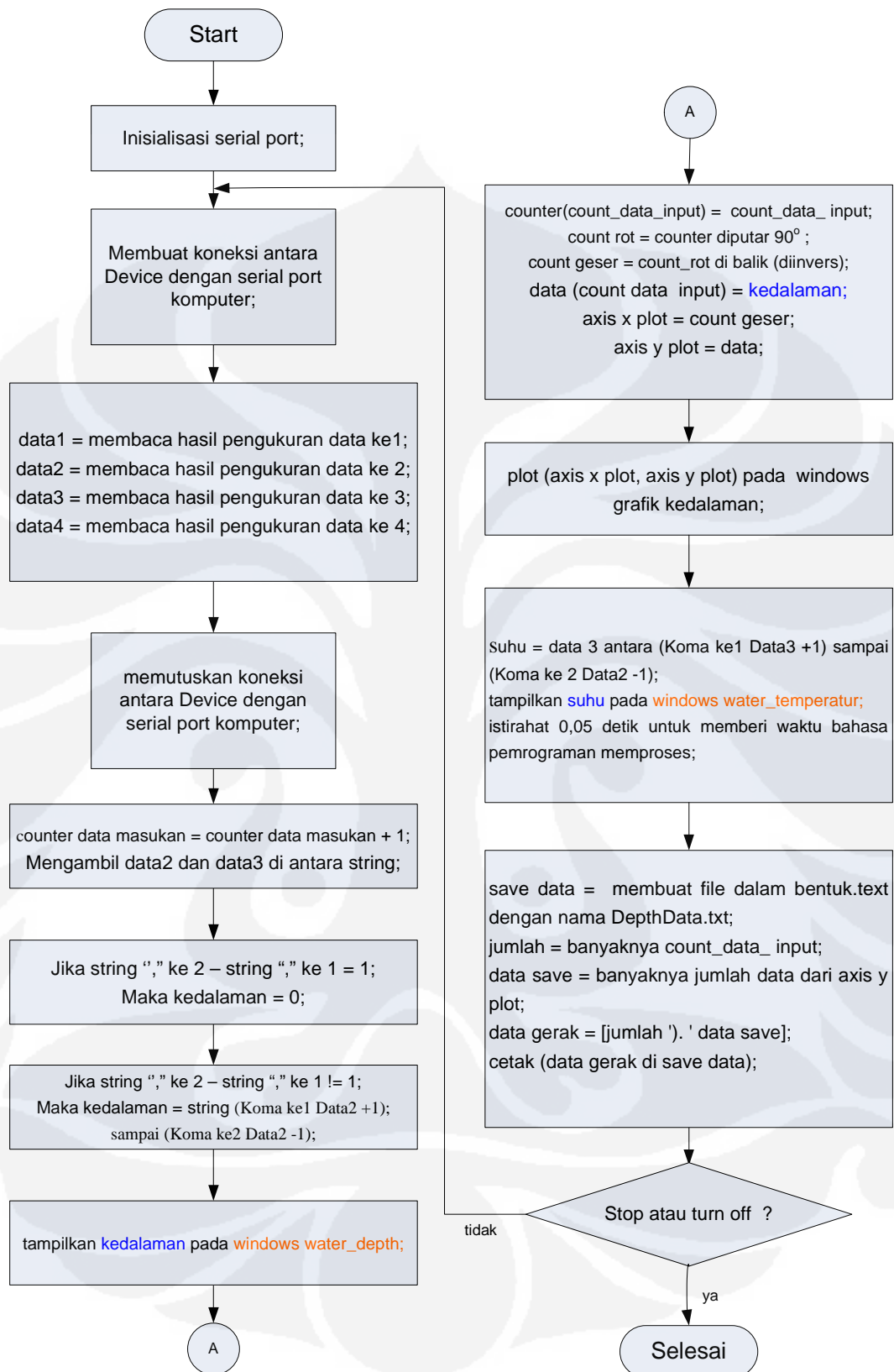
3.1.2 Perancangan Sistem Penerima

Pada sistem penerima perangkat yang digunakan adalah komputer. Data yang diterima oleh komputer telah dikonversi oleh konverter RS 232, yang berasal dari GARMIN Fishfinder 160 Blue berupa NMEA 0180 Protokol. Skematik tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.3 di bawah ini.



Gambar 3.3. Sketsa Proses Pengambilan Informasi Data dari Echo Sounder ke Layar Komputer [3].

Adapun cara agar komputer mampu membaca setiap masukan dari peralatan *echo sounder* adalah dengan adanya penggunaan NMEA yang telah dijelaskan sebelumnya. Proses pengambilan informasi dengan cara menghubungkan komputer dengan perangkat pengukuran kedalaman echo sounder dimana NMEA-compliant memberikan informasi melalui *port* serial. Data yang dikeluarkan dari NMEA Device ini kemudian akan di proses dengan menggunakan bahasa pemrograman. Dari hasil pemrosesan oleh komputer tersebut akan ditampilkan di layar monitor. Aliran komunikasi antara echo sounder dengan komputer secara satu arah (Half duplex) karena komputer hanya menerima masukan informasi tetapi tidak melakukan proses respon keluaran menjadi masukan bagi *echo sounder*.



Gambar 3.5. Diagram Alir Perangkat Lunak Program Utama

3.3 Algoritma

3.3.1 Koneksi Serial Port Ke Alat Eksternal

Sebelum Komputer melaksanakan operasi *write* atau *read*, komputer harus terkoneksi ke alat. Fungsi *fopen (obj)* adalah membuat koneksi sebuah serial port obyek ke *device*. Seandainya obyek telah terkoneksi ke *device* maka akan terjadi:

- a) Data yang menetap di dalam *input buffer* terbilas.
- b) Status kepemilikan serial port obyek terbuka.

Contoh :

fopen (s) (membuat koneksi antara Device dengan serial port komputer)

Isue yang ada dalam membuat koneksi pada serial port adalah :

1. COM = COM 1
2. BaudRate = 4800 kbps
3. DataBits = 8

3.3.2 Membaca Data Dari Device

Sebelum data dibaca dari device, obyek harus terkoneksi dengan menggunakan fungsi *fopen*. Sebuah serial port objekt yang telah terkoneksi mempunyai status nilai yang terbuka.

Contoh:

fscanf (s) (membaca hasil pengukuran dari device)

3.3.3 Putus Koneksi (*Disconnect*)

Memutuskan koneksi sebuah obyek serial port dari device. Jika sebuah obyek serial port telah berhasil terputus, kemudian *status property* terkonfigurasi *to closed*.

Contoh :

fclose(s) (memutuskan koneksi antara Device dengan serial port komputer)

3.3.4 Algoritma untuk program utama

```

Inisialisasi : s = serial('COM1','BaudRate',4800,'DataBits',8);

Looping (untuk satu kali ping)
membuat koneksi antara Device dengan serial port komputer;
data1 = membaca hasil pengukuran data ke 1;
data2 = membaca hasil pengukuran data ke 2;
data3 = membaca hasil pengukuran data ke 3;
data4 = membaca hasil pengukuran data ke 4;

memutuskan koneksi antara Device dengan serial port komputer;

counter data masukan = counter data masukan + 1;
koma data 2 = menemukan satu string "," (koma) pada data 2 ;
KomaKelData2 = koma pertama pada data 2;
KomaKe2Data2 = koma ke 2 pada data 2;
Koma data 3 = menemukan satu string "," (koma) pada data 3;
KomaKelData3 = koma pertama pada data 3;
KomaKe2Data3 = koma ke 2 pada data 3;

Value = KomaKe2Data2 - KomaKelData2;
if value =1
    kedalaman = 0;
    tampilkan kedalaman pada windows water_depth;
elseif value tidak = 1
    kedalaman = banyak string antara (Koma kel Data2 +1) sampai
(Koma ke2 Data2 -1);
    tampilkan kedalaman pada windows water_depth;
end

counter(count_data_input) = count_data_input;
count rot = counter diputar 90° ;
count geser = count_rot di balik (diinvers);
data (count data input) = kedalaman;
axis x plot = count geser;
axis y plot = data;

plot (axis x plot, axis y plot) pada windows grafik kedalaman;

```

```

suhu = data 3 antara (Koma ke1 Data3 +1) sampai (Koma ke 2 Data2 -
1);
tampilkan suhu pada windows water_temperatur;
istirahat 0,05 detik untuk memberi waktu bahasa pemrograman
memproses;
end looping;

```

3.3.5 Algoritma untuk menyimpan data

```

save data = membuat file dalam bentuk text dengan nama
DepthData.txt;
jumlah = banyaknya count_data_input;
data save = banyaknya jumlah data dari axis y plot;
data gerak = [jumlah ']. ' data save];
cetak (data gerak di save data);

```

3.3.6 Algoritma untuk mengubah skala kedalaman pada windows

Range kedalaman 3 meter:

Windows depth_graph dengan koordinat y: mulai dari kanan bawah ke kiri dalam 100 *fixel* ; x: mulai dari kanan atas ke bawah 0 sampai 3 meter;

Range kedalaman 5 meter:

Windows depth_graph dengan koordinat y: mulai dari kanan bawah ke kiri dalam 100 *fixel* ; x: mulai dari kanan atas ke bawah 0 sampai 5 meter;

Range kedalaman 10 meter:

Windows depth_graph dengan koordinat y: mulai dari kanan bawah ke kiri dalam 100 *fixel* ; x: mulai dari kanan atas ke bawah 0 sampai 10 meter;

Range kedalaman 20 meter:

Windows depth_graph dengan koordinat y: mulai dari kanan bawah ke kiri dalam 100 *fixel* ; x: mulai dari kanan atas ke bawah 0 sampai 20 meter;

Range kedalaman 30 meter:

Windows depth_graph dengan koordinat y: mulai dari kanan bawah ke kiri dalam 100 *fixel* ; x: mulai dari kanan atas ke bawah 0 sampai 30 meter;

Range kedalaman 40 meter:

Windows depth_graph dengan koordinat y: mulai dari kanan bawah ke kiri dalam 100 *fixel* ; x: mulai dari kanan atas ke bawah 0 sampai 40 meter;

Range kedalaman 50 meter:

Windows depth_graph dengan koordinat y: mulai dari kanan bawah ke kiri dalam 100 *fixel* ; x: mulai dari kanan atas ke bawah 0 sampai 50 meter;

Range kedalaman 60 meter:

Windows depth_graph dengan koordinat y: mulai dari kanan bawah ke kiri dalam 100 *fixel* ; x: mulai dari kanan atas ke bawah 0 sampai 60 meter;

Range kedalaman 70 meter:

Windows depth_graph dengan koordinat y: mulai dari kanan bawah ke kiri dalam 100 *fixel* ; x: mulai dari kanan atas ke bawah 0 sampai 70 meter;

Range kedalaman 100 meter:

Windows depth_graph dengan koordinat y: mulai dari kanan bawah ke kiri dalam 100 *fixel* ; x: mulai dari kanan atas ke bawah 0 sampai 100 meter;

Range kedalaman 150 meter:

Windows depth_graph dengan koordinat y: mulai dari kanan bawah ke kiri dalam 100 *fixel* ; x: mulai dari kanan atas ke bawah 0 sampai 150 meter;

Range kedalaman 200 meter:

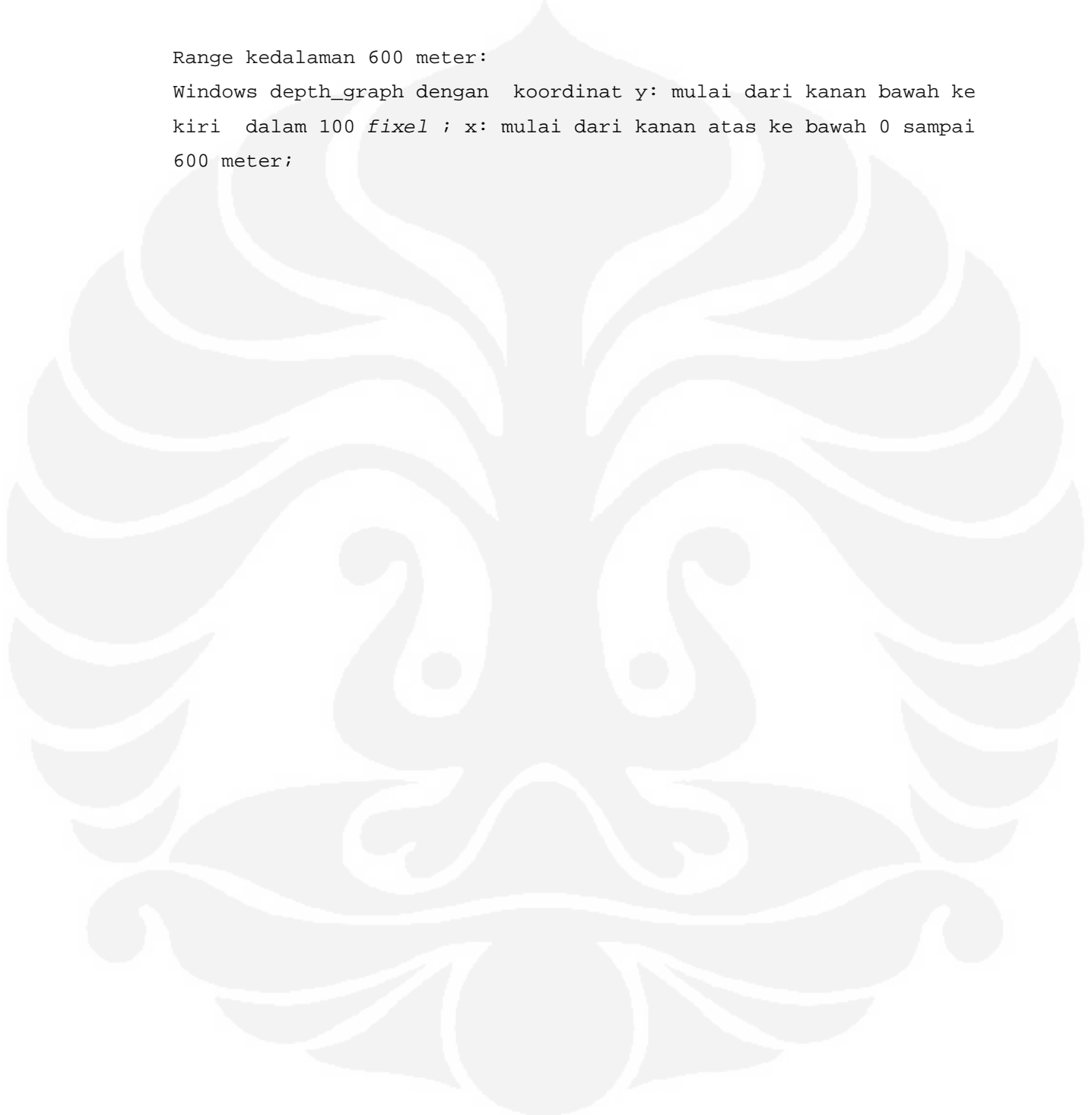
Windows depth_graph dengan koordinat y: mulai dari kanan bawah ke kiri dalam 100 *fixel* ; x: mulai dari kanan atas ke bawah 0 sampai 200 meter;

Range kedalaman 300 meter:

Windows depth_graph dengan koordinat y: mulai dari kanan bawah ke kiri dalam 100 *fixel* ; x: mulai dari kanan atas ke bawah 0 sampai 300 meter;

Range kedalaman 600 meter:

Windows depth_graph dengan koordinat y: mulai dari kanan bawah ke kiri dalam 100 *fixel* ; x: mulai dari kanan atas ke bawah 0 sampai 600 meter;



BAB 4

HASIL UJI COBA DAN ANALISIS

Pengujian dan analisis sistem dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

1. Pada bagian sistem pengirim
2. Pada bagian sistem penerima

4.1 Pengujian dan Analisis Sistem pada Bagian Sistem Pengirim

Pengujian sistem pada bagian pengirim bertujuan untuk mengetahui akurasi dari hasil pengukuran alat yang dipakai.

4.1.1 Hasil Pengujian Sistem pada Saat Posisi Diam

Pengujian dan pengambilan data untuk posisi diam dilakukan di danau Bumi Perkemahan Pramuka Cibubur. Secara garis besar prinsip kerja dari bagian sistem pengirim yaitu, mengambil data kedalaman air dari dasar ke permukaan air dengan menggunakan GARMIN Fishfinder 160 Blue.

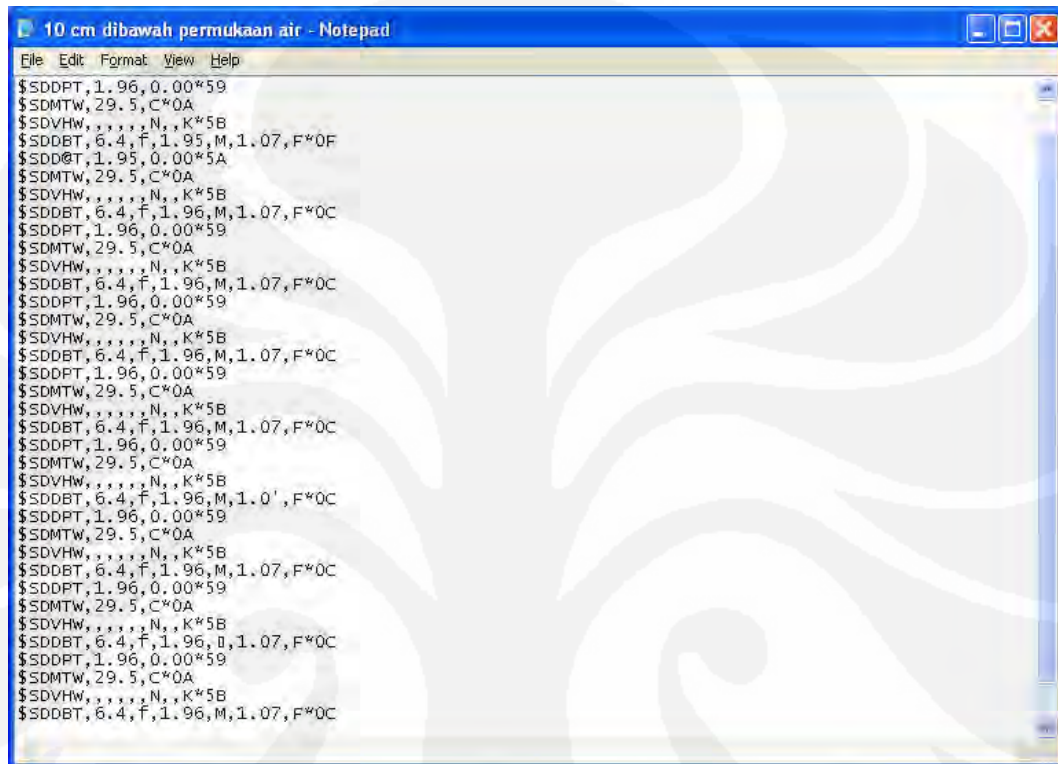
Sebelum dilakukan pengambilan data dengan GARMIN Fishfinder 160 Blue, dilakukan pengukuran secara manual dengan menggunakan pipa paralon yang dimasukkan ke dalam air seperti yang terlihat pada Gambar 4.1, yang menunjukkan kedalaman air 2,15 meter.



Gambar 4.1. Data Pengambilan Kedalaman air 2,15 meter dengan Pipa

Kemudian dilakukan pengukuran kedalaman air dengan menggunakan GARMIN Fishfinder 160 Blue seperti di bawah ini:

- a. Pada saat posisi transduser dengan kedalaman 10 cm di bawah permukaan air (Offset vertikal), hasil diperoleh seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Data Pengambilan Kedalaman air dengan Menggunakan Fishfinder 160 Blue pada *Offset* vertikal 10 cm di bawah Permukaan Air

Pada Gambar 4.1 Data pengambilan kedalaman air dengan pipa terlihat 2,15 meter dengan batas ukuran yang tertulis pada pipa 2,25 meter. Diasumsikan pipa masuk kedalam lumpur danau sedalam 5 cm, maka nilai kedalaman air dari transduser sampai dasar dengan *offset* vertikal 10 cm dengan cara manual adalah (berlaku untuk ketiga pengukuran secara manual berikutnya):

$$H_{\text{air}} = H_{\text{pipa}} - \text{offset} - H_{\text{lumpur}}$$

$$H_{\text{air}} = 215 \text{ cm} - 10 \text{ cm} - 5 \text{ cm} = 200 \text{ cm}$$

Di mana :

H_{air} = Kedalaman air

H_{pipa} = Kedalaman air yang terbaca pada pipa

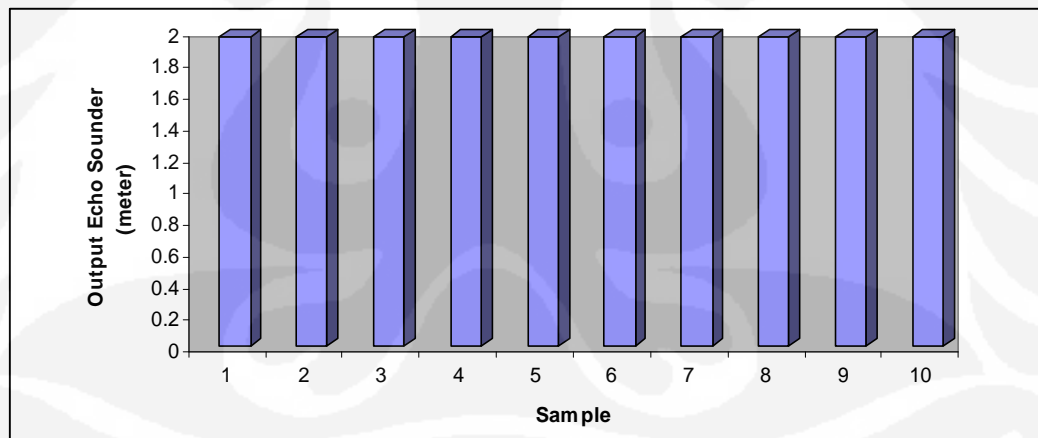
H_{lumpur} = Kedalaman lumpur

Dari data di atas maka hasil diolah seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

$$\text{Kesalahan} = \frac{\text{Pengukuran manual} - \text{Pengukuran EchoSounder}}{\text{Pengukuran manual}} \times 100\%$$

Tabel 4.1. Tabel Hasil Pengukuran Kedalaman dengan Offset 10 cm di bawah Permukaan Air

No	Offset vertikal (cm)	Pengukuran secara manual (meter)	Pengukuran dengan Echo Sounder (meter)	Error (%)
1	10	2	1,96	2
2	10	2	1,96	2
3	10	2	1,96	2
4	10	2	1,96	2
5	10	2	1,96	2
6	10	2	1,96	2
7	10	2	1,96	2
8	10	2	1,96	2
9	10	2	1,96	2
10	10	2	1,96	2
Rata-rata			1,96	2



Gambar 4.3. Grafik Data Pengukuran Kedalaman air dengan Offset 10 cm

Dari Tabel 4.1 Hasil pengukuran kedalaman air pada offset 10 cm di bawah permukaan air dan Gambar 4.3 Grafik data pengukuran di atas terlihat data yang diperoleh dalam 10 kali *ping* konstant. Kesalahan rata-rata antara data yang diukur secara manual dan menggunakan GARMIN Fishfinder 160 Blue adalah 2%.

- b. Data pada Gambar 4.4 adalah saat posisi transduser dengan kedalaman 20 cm di bawah permukaan air.

```

File Edit Format View Help
$SDVHW, , , , N, , K*5B
$SDDPT, 6.2, F, 1.89, M, 1.03, F*00
$SDPT, 1.89, 0.00*57
$SDMTW, 29.6, C*09
$SDVHW, , , , N, , K*5B
$SDDPT, 6.2, F, 1.88, M, 1.03, F*01
$SDPT, 1.88, 0.00*56
$SDMTW, 29.6, C*09
$SDVHW, , , , N, , K*5B
$SDDPT, 6.2, F, 1.88, M, 1.03, F*01
$SDPT, 1.88, 0.00*56
$SDMTW, 29.6, C*09
$SDVHW, , , , N, , K*5B
$SDDPT, 6.1, F, 1.85, M, 1.01, F*0D
$SDPT, 1.85, 0.00*5B
$SDMTW, 29.6, C*09
$SDVHW, , , , N, , K*5B
$SDDPT, 6.0, F, 1.84, M, 1.01, F*0D
$SDPT, 1.84, 0.00*5A
$SDMTW, 29.6, C*09
$SDVHW, , , , N, , K*5B
$SDDPT, 6.0, F, 1.83, M, 1.00, F*0B
$SDPT, 1.83, 0.00*5D
$SDMTW, 29.6, C*09
$SDVHW, , , , N, , K*5B
$SDDPT, 6.0, F, 1.84, M, 1.00, F*0C
$SDPT, 1.84, 0.00*5A
$SDMTW, 29.6, C*09
$SDVHW, , , , N, , K*5B
$SDDPT, 6.0, F, 1.83, M, 1.00, F*0B
$SDPT, 1.83, 0.00*5D
$SDMTW, 29.6, C*09
$SDVHW, , , , N, , K*5B
$SDDPT, 6.0, F, 1.84, M, 1.01, F*0D
$SDPT, 1.84, 0.00*5A
$SDMTW, 29.6, C*09

```

Gambar 4.4. Data Pengambilan Kedalaman air dengan Menggunakan Fishfinder 160 Blue pada Offset 20 cm di bawah Permukaan Air

Hasil perhitungan kedalaman secara manual adalah

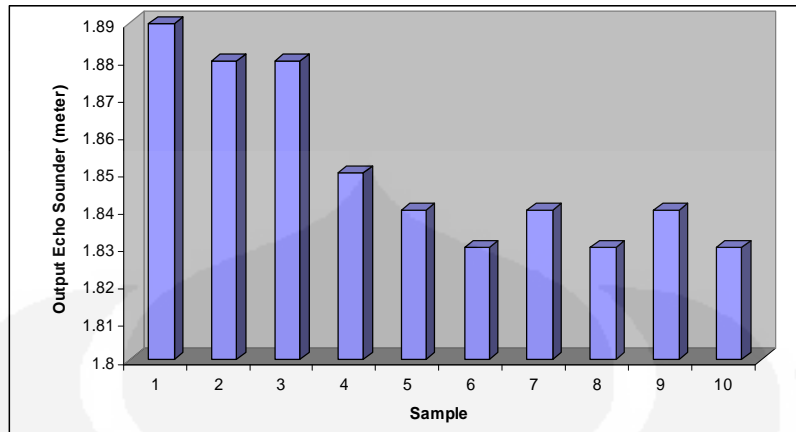
$$H_{\text{air}} = H_{\text{pipa}} - \text{offset} - H_{\text{lumpur}}$$

$$H_{\text{air}} = 215 \text{ cm} - 20 \text{ cm} - 5 \text{ cm} = 190 \text{ cm}$$

Dari data di atas akan didapat tabel sebagai berikut:

Tabel 4.2. Tabel Hasil Pengukuran Kedalaman dengan Offset 20 cm di bawah Permukaan Air

No	Offset vertikal (cm)	Pengukuran secara manual (meter)	Pengukuran dengan Echo Sounder (meter)	Error (%)
1	20	1,9	1,89	0,53
2	20	1,9	1,88	1,05
3	20	1,9	1,88	1,05
4	20	1,9	1,85	2,63
5	20	1,9	1,84	3,16
6	20	1,9	1,83	3,68
7	20	1,9	1,84	3,16
8	20	1,9	1,83	3,68
9	20	1,9	1,84	3,16
10	20	1,9	1,83	3,68
Rata-rata			1,851	2,58



Gambar 4.5. Grafik Data Pengukuran Kedalaman air dengan Offset 20 cm

Dari Tabel 4.2 Hasil pengukuran kedalaman air pada offset 20 cm di bawah permukaan air dan Gambar 4.5 Grafik data pengukuran di atas terlihat data yang diperoleh dalam 10 kali *ping* tidak konstant. Hal ini disebabkan oleh angin atau faktor manusia yang bergerak dalam perahu saat pembacaan atau pengambilan data, yang mengakibatkan perahu bergoyang-goyang. Kesalahan rata-rata antara data yang diukur secara manual dan menggunakan GARMIN Fishfinder 160 Blue adalah 2,58 %.

- c. Data pada Gambar 4.6 adalah saat posisi transduser dengan kedalaman 30 cm di bawah permukaan air

```

30 cm dibawah permukaan air - Notepad
File Edit Format View Help
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
$SDDBT,5.9,F,1.79,M,0.98,F*04
$SDDPT,1.79,0.00*58
$SDMTW,29.5,C*0A
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
$SDDBT,5.9,F,1.79,M,0.98,F*04
$SDDPT,1.79,0.00*58
$SDMTW,29.5,C*0A
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
$SDDBT,5.9,F,1.78,M,0.98,F*05
$SDDPT,1.78,0.00*59
$SDMTW,29.5,C*0A
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
$SDDBT,5.9,F,1.80,M,0.99,F*03
$SDDPT,1.8,0.00*5E
$SDMTW,29.5,C*0A
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
$SDDBT,6.0,F,1.82,M,0.99,F*0B
$SDDPT,1.82,0.00*5C
$SDMTW,29.5,C*0A
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
$SDDBT,6.0,F,1.83,M,1.00,F*0A
$SDDPT,1.83,0.00*5D
$SDMTW,29.5,C*0A
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
$SDDBT,6.0,F,1.83,M,1.00,F*0B
$SDDPT,1.83,0.00*5D
$SDMTW,29.5,C*0A
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
$SDDBT,5.9,F,1.80,M,0.99,F*03
$SDDPT,1.80,0.00*5E
$SDMTW,29.5,C*0A

```

Gambar 4.6. Data Pengambilan Kedalaman air dengan Menggunakan Fishfinder 160 Blue pada Offset vertikal 30 cm di bawah Permukaan Air

Hasil perhitungan kedalaman air secara manual adalah

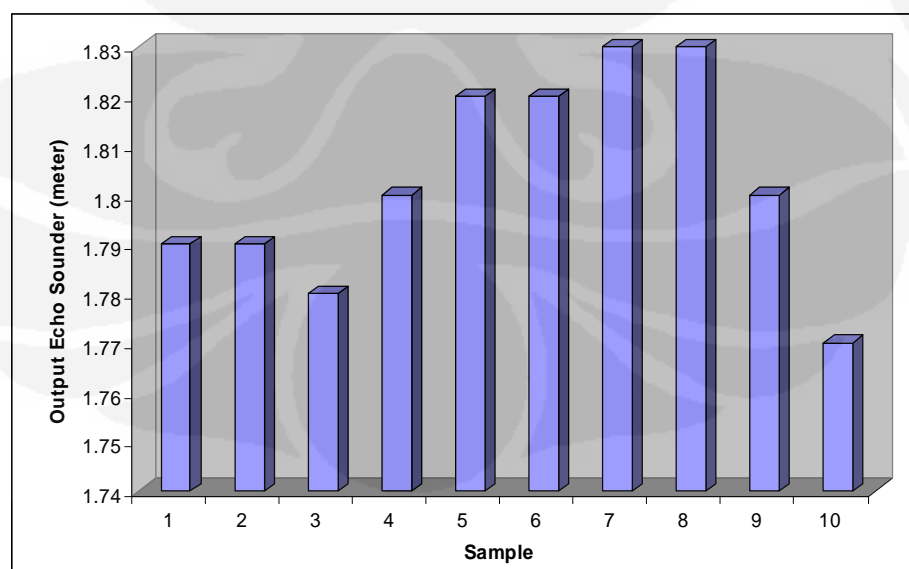
$$H_{\text{air}} = H_{\text{pipa}} - \text{offset} - H_{\text{lumpur}}$$

$$H_{\text{air}} = 215 \text{ cm} - 30 \text{ cm} - 5 \text{ cm} = 180 \text{ cm}$$

Dari data di atas akan didapat tabel sebagai berikut:

Tabel 4.3. Tabel Hasil Pengukuran Kedalaman air dengan *Offset* vertikal 30 cm di bawah Permukaan Air

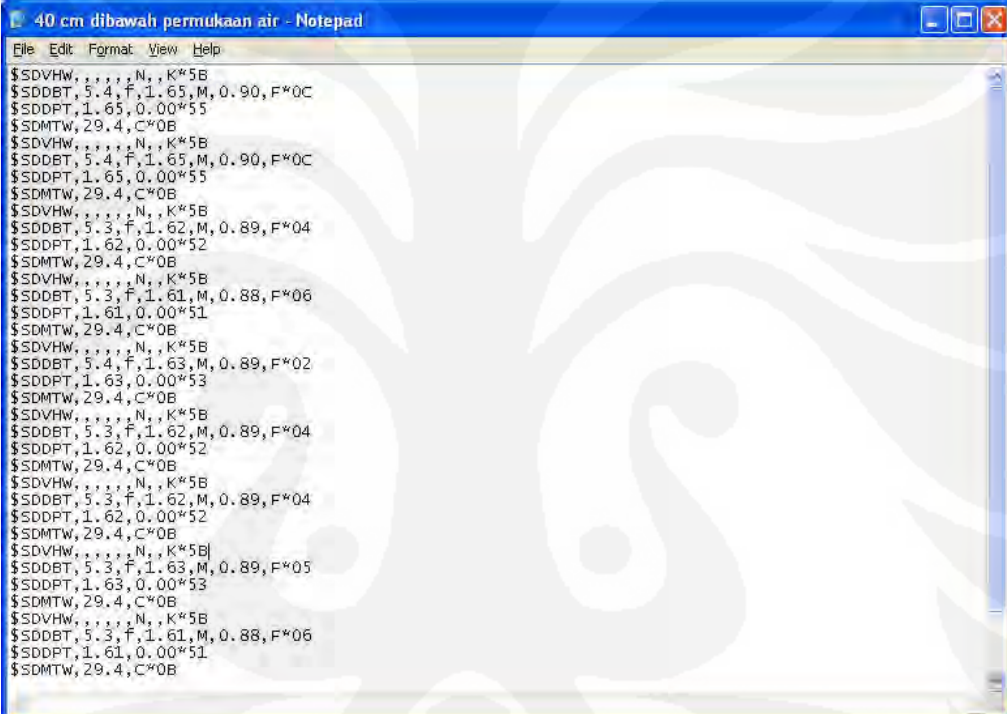
No	Offset vertikal (cm)	Pengukuran secara manual (meter)	Pengukuran dengan Echo Sounder (meter)	Error (%)
1	30	1,8	1,79	0,56
2	30	1,8	1,79	0,56
3	30	1,8	1,78	1,11
4	30	1,8	1,8	0
5	30	1,8	1,82	1,11
6	30	1,8	1,82	1,11
7	30	1,8	1,83	1,67
8	30	1,8	1,83	1,67
9	30	1,8	1,8	0
10	30	1,8	1,77	1,67
Rata-rata			1,803	0,94



Gambar 4.7. Grafik Data Pengukuran Kedalaman Air dengan *Offset* vertikal 30 cm

Dari Tabel 4.3 Hasil pengukuran kedalaman air pada *offset* vertikal 30 cm di bawah permukaan air dan Gambar 4.6 Grafik data pengukuran di atas terlihat data yang diperoleh dalam 10 kali *ping* relatif konstant. Kesalahan rata-rata antara data yang diukur secara manual dan menggunakan GARMIN Fishfinder 160 Blue sekitar 0,94 %.

- d. Data pada Gambar 4.7 adalah saat posisi transduser dengan kedalaman 40 cm di bawah permukaan air



```

40 cm dibawah permukaan air - Notepad
File Edit Format View Help
$SDVHW, . . . , N, , K*5B
$SDBT, 5.4, f, 1.65, M, 0.90, F*0C
$SDDPT, 1.65, 0.00*55
$SDMTW, 29.4, C*0B
$SDVHW, . . . , N, , K*5B
$SDBT, 5.4, f, 1.65, M, 0.90, F*0C
$SDDPT, 1.65, 0.00*55
$SDMTW, 29.4, C*0B
$SDVHW, . . . , N, , K*5B
$SDBT, 5.3, f, 1.62, M, 0.89, F*04
$SDDPT, 1.62, 0.00*52
$SDMTW, 29.4, C*0B
$SDVHW, . . . , N, , K*5B
$SDBT, 5.3, f, 1.61, M, 0.88, F*06
$SDDPT, 1.61, 0.00*51
$SDMTW, 29.4, C*0B
$SDVHW, . . . , N, , K*5B
$SDBT, 5.4, f, 1.63, M, 0.89, F*02
$SDDPT, 1.63, 0.00*53
$SDMTW, 29.4, C*0B
$SDVHW, . . . , N, , K*5B
$SDBT, 5.3, f, 1.62, M, 0.89, F*04
$SDDPT, 1.62, 0.00*52
$SDMTW, 29.4, C*0B
$SDVHW, . . . , N, , K*5B
$SDBT, 5.3, f, 1.62, M, 0.89, F*04
$SDDPT, 1.62, 0.00*52
$SDMTW, 29.4, C*0B
$SDVHW, . . . , N, , K*5B
$SDBT, 5.3, f, 1.63, M, 0.89, F*05
$SDDPT, 1.63, 0.00*53
$SDMTW, 29.4, C*0B
$SDVHW, . . . , N, , K*5B
$SDBT, 5.3, f, 1.61, M, 0.88, F*06
$SDDPT, 1.61, 0.00*51
$SDMTW, 29.4, C*0B

```

Gambar 4.8. Data Pengambilan Kedalaman Air dengan Menggunakan Fishfinder 160 Blue pada *Offset* vertikal 40 cm di bawah Permukaan Air

Hasil perhitungan kedalaman air secara manual adalah

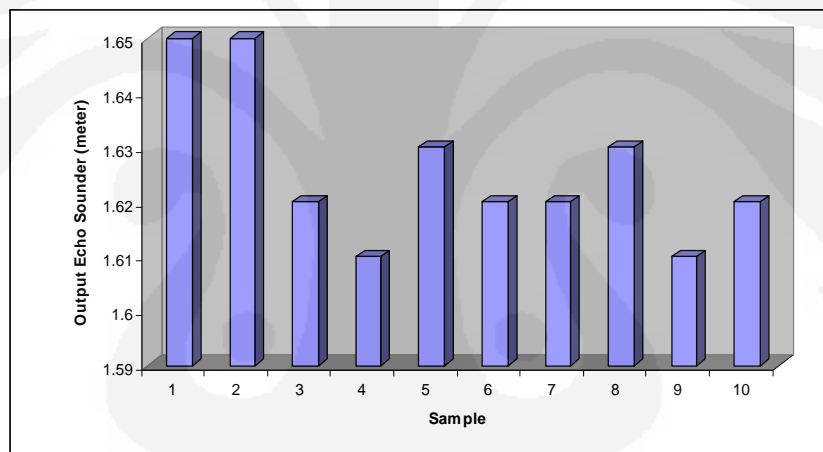
$$H_{\text{air}} = H_{\text{pipa}} - \text{offset} - H_{\text{lumpur}}$$

$$H_{\text{air}} = 215 \text{ cm} - 40 \text{ cm} - 5 \text{ cm} = 170 \text{ cm}$$

Dari data di atas akan didapat tabel sebagai berikut:

Tabel 4.4. Tabel Hasil Pengukuran Kedalaman Air dengan *Offset* vertikal 40 cm di bawah Permukaan Air

No	Offset vertikal (cm)	Pengukuran secara manual (meter)	Pengukuran dengan Echo Sounder (meter)	Error (%)
1	40	1,7	1,65	2,94
2	40	1,7	1,65	2,94
3	40	1,7	1,62	4,71
4	40	1,7	1,61	5,29
5	40	1,7	1,63	4,11
6	40	1,7	1,62	4,71
7	40	1,7	1,62	4,71
8	40	1,7	1,63	4,12
9	40	1,7	1,61	5,29
10	40	1,7	1,62	4,71
Rata-rata			1,626	4,35



Gambar 4.9. Grafik Data Pengukuran Kedalaman Air dengan *Offset* vertikal 40 cm

Dari Tabel 4.4 Hasil pengukuran kedalaman pada *offset* vertikal 40 cm di bawah permukaan air dan Gambar 4.8 Grafik data pengukuran kedalaman air, data yang diperoleh dalam 10 kali *ping* relatif konstant. Kesalahan rata-rata antara data yang diukur secara manual dan menggunakan GARMIN Fishfinder 160 Blue sekitar 4,35%. Nilai ini tentunya masih dianggap kesalahan yang sangat kecil untuk dapat melanjutkan riset selanjutnya dengan menggunakan GARMIN Fishfinder 160 Blue.

Berdasarkan dari data yang didapat dari tabel 4.1 sampai tabel 4.4 terdapat kesalahan atau *error* yang relatif kecil. Hal ini juga disebabkan karena naik

turunnya permukaan air oleh pengaruh gelombang di sekitar daerah pengujian. Selanjutnya untuk melakukan riset dengan menggunakan GARMIN Fishfinder 160 Blue dapat dilakukan.

Perhitungan kedalaman secara rinci dapat menggunakan Formula Medwin:

$$V = 1449.2 + (4,6*T) - (0.055*T*T) + (0.00029*T*T*T) + ((1.34 - (0.01*T))*(S - 35)) + (0.016*D) \quad (4.1)$$

Dimana :

V = Velocity of sound in the water (m/s)

T = Water Temperature (°C)

S = Salinity (ppm)

D = Water Depth (m)

Namun, diperlukan informasi yang akurat dari parameter-parameter diatas (T dan S) karena kesalahan sebesar 0.07 m/s pada *sound velocity* akan menyebabkan perbedaan water depth sebesar 0.5 m (sumber: Medwin Formula Error Type cause by T and S error). Untuk memperoleh nilai T dan S menggunakan alat berupa TS-Dip atau CTD Velocity Profile Probe.

4.1.2 Hasil Pengujian Sistem pada saat posisi bergerak

Pengujian dan pengambilan data untuk posisi bergerak dilakukan di danau Situ Citayam Depok Jawa Barat. Pengambilan data pada saat posisi kapal bergerak bertujuan untuk membandingkan ketepatan atau kebenaran data kedalaman air yang diambil dengan gambar yang ditampilkan pada perangkat lunak yang telah dibangun. Untuk pengujian ini pertama dilakukan pengukuran kedalaman air pada 4 (empat) titik dengan posisi diam. Pengukuran ini dengan cara manual (pipa paralon) dan juga alat GARMIN Fishfinder 160 Blue. Setelah itu dilakukan pengambilan data dengan posisi bergerak dengan lintasan lurus yang melalui 4 (empat) titik yang sebelumnya telah diukur kedalaman air tersebut.

Hasil pengukuran kedalaman air pada 4(empat) titik secara manual (dengan pipa paralon) tersebut adalah :

- a. Titik 1 = 0,6 meter
- b. Titik 2 = 1 meter
- c. Titik 3 = 0,8 meter
- d. Titik 4 = 0,8 meter.

Dengan menggunakan offset vertikal 10 cm, maka kedalaman masing-masing titik adalah:

- a. Titik 1 = 0,5 meter
- b. Titik 2 = 0,9 meter
- c. Titik 3 = 0,7 meter
- d. Titik 4 = 0,7 meter.

Pada Tabel 4.5 terlihat data pengambilan 4 (empat) titik saat posisi diam. Nilai pengukuran dengan alat echo sounder ini hasil perhitungan rata-rata yang terdapat pada lampiran di halaman belakang.

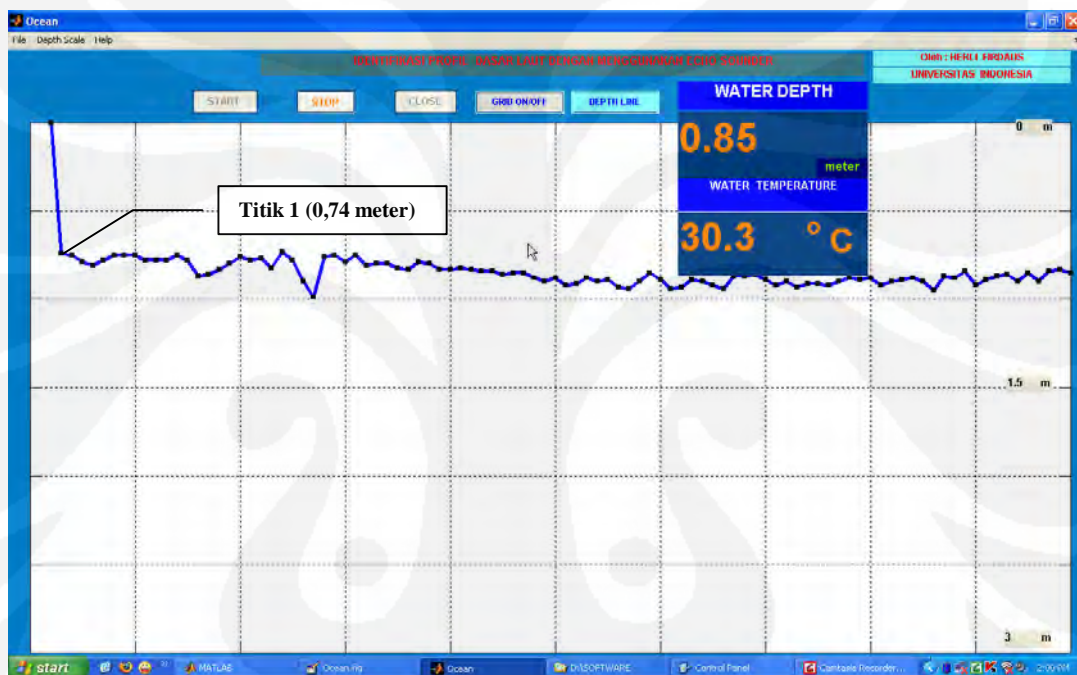
Tabel 4.5. Tabel Perhitungan Kedalaman air pada 4 (empat) Titik

No	Offset vertikal (cm)	Pengukuran secara manual pada posisi diam (meter)	Pengukuran dengan Echo Sounder pada posisi diam (meter)	Error Posisi Diam (%)
Titik 1	10	0,5	0,74	49,6
Titik 2	10	0,9	0,87	3,55
Titik 3	10	0,7	0,79	12,86
Titik 4	10	0,7	0,87	24,29
			Rata-rata	22,57

Pada pengambilan data kedalaman air di titik1 antara pengukuran secara manual dan alat Echo Sounder terlihat perbedaan yang sangat besar. Itu disebabkan oleh jenis material (lumpur) yang terdapat pada dasar danau di titik itu. Echo yang di refleksikan ke air setelah gelombang akustik menembus lumpur hingga menemukan material yang keras (dasar tanah keras). Di titik 2 perbedaan antara pengukuran manual dan alat GARMIN Fishfinder 160 Blue relatif sangat kecil. Hal itu dikarenakan gelombang akustik yang mencapai permukaan dasar air

langsung direfleksikan kembali ke air dalam bentuk echo (material keras). Untuk titik 3 dan titik 4 perbedaan pengukuran manual dan pengukuran alat GARMIN Fishfinder 160 Blue terlihat perbedaan yang tidak terlalu kecil dan tidak terlalu besar. Hal ini disebabkan oleh material yang berada di dasar air tidak terlalu lunak dan tidak terlalu keras.

Pada Gambar 4.9. Terlihat Profil dasar air Situ Citayam. Profil ini diambil saat kapal dalam keadaan bergerak melintasi 4 (empat) titik yang sebelumnya telah diukur kedalaman air tersebut.



Gambar 4.9.a. Tampilan Profil Dasar Laut Pada Posisi Bergerak (Sesi 1)

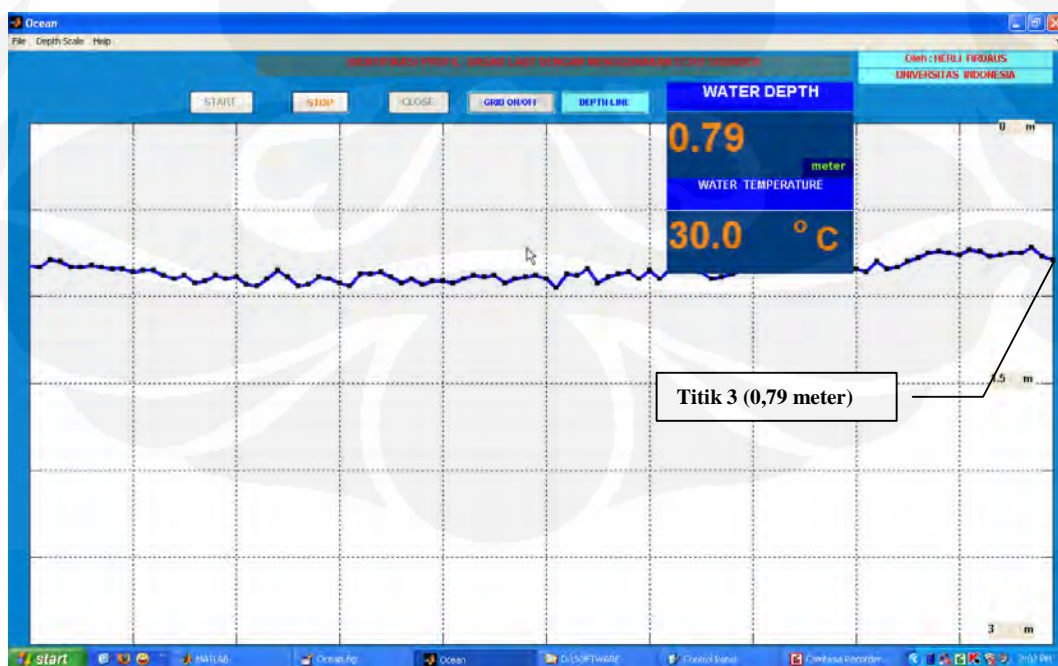
Pada Gambar 4.9.a terlihat titik awal kapal bergerak dari Dermaga (titik 1) dengan kedalaman air 0,74 meter. Pada Plot titik pertama kali start (paling kiri) terlihat pada kedalaman air null, hal itu disebabkan oleh keterlambatan perangkat lunak mengambil data yang melewati port serial RS 232. Pada pemrograman ini apabila terjadi kesalahan data yang diambil, maka perangkat lunak akan menyatakan data itu adalah null. Posisi paling kanan dan atas pada layar kedalaman air ini diasumsikan sebagai kapal yang sedang bergerak maju di atas permukaan air ke arah kanan. Nilai kedalaman air yang sedang ditunjukkan pada layar "WATER DEPTH" 0,85 meter tersebut diplot pada titik yang paling kanan

(tepat di bawah kapal). Nilai Suhu air yang sedang ditunjukkan Pada layar ” WATER TEMPERATURE” adalah suhu air dimana kapal sedang berada.



Gambar 4.9.b. Tampilan Profil Dasar Laut Pada Posisi Bergerak (Sesi 2)

Pada Gambar 4.9.b terlihat kapal sedang melewati titik 2 (kedalaman air 0,87 meter yang telah diukur sebelumnya pada Tabel 4.5) terlihat pada titik ke 2 dari paling kanan.



Gambar 4.9.c. Tampilan Profil Dasar Laut Pada Posisi Bergerak (Sesi 3)

Pada Gambar 4.9.c terlihat kapal sedang melewati titik 3 (kedalaman air 0,79 meter yang telah diukur sebelumnya pada Tabel 4.5) terlihat pada titik paling kanan.



Gambar 4.9.d. Tampilan Profil Dasar Laut Pada Posisi Bergerak (Sesi 4)

Pada Gambar 4.9.d terlihat kapal sedang melewati titik 4 (kedalaman air 0,87 meter yang telah diukur sebelumnya pada Tabel 4.5) terlihat pada titik paling kanan.

Nilai data kedalaman air yang didapatkan pada saat kapal bergerak sesuai dengan nilai kedalaman air yang ditampilkan pada layar GARMIN Fishfinder 160 Blue. Hasil data pengukuran kedalaman air pada tabel 4.5, sesuai dengan yang digambarkan pada Gambar 4.9.a sampai 4.9.d.

Pada saat kapal mulai bergerak dari titik awal (titik 1) perangkat lunak yang dibangun mulai dihidupkan. Kapal bergerak lurus melewati 4 titik yang telah diukur kedalaman air tersebut. Tabel 4.6 adalah sebagian (36 pertama) data kedalaman air pada setiap *ping* yang dikirimkan saat kapal mulai bergerak. Data ini dihasilkan oleh Perangkat lunak yang dibangun dalam bentuk file DepthData.txt yang otomatis membuat nama File ini yang berada pada Folder dimana perangkat lunak tersebut berada dan dijalankan.

Tabel 4.6. Data Matrik Kedalaman Saat Kapal Bergerak

Data	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30	P31	P32	P33	P34	P35	P36	
1	0																																				
2	0	0.74																																			
3	0	0.74	0.75																																		
4	0	0.74	0.75	0.79																																	
5	0	0.74	0.75	0.79	0.81																																
6	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78																															
7	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75																														
8	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75																													
9	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.75																												
10	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78																											
11	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78	0.78																										
12	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78	0.78	0.78																									
13	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78	0.78	0.75	0.78																								
14	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78	0.78	0.75	0.78	0.87																							
15	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78	0.78	0.75	0.78	0.87	0.86																						
16	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78	0.78	0.75	0.78	0.87	0.86	0.83																					
17	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78	0.78	0.75	0.78	0.87	0.86	0.83	0.83																				
18	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78	0.78	0.75	0.78	0.87	0.86	0.83	0.83	0.83																			
19	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78	0.78	0.75	0.78	0.87	0.86	0.83	0.83	0.76	0.76																		
20	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78	0.78	0.75	0.78	0.87	0.86	0.83	0.83	0.76	0.78	0.78																	
21	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78	0.78	0.75	0.78	0.87	0.86	0.83	0.83	0.76	0.78	0.77	0.77																
22	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78	0.78	0.75	0.78	0.87	0.86	0.83	0.83	0.76	0.78	0.77	0.82	0.82															
23	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78	0.78	0.75	0.78	0.87	0.86	0.83	0.83	0.76	0.78	0.77	0.82	0.73	0.78														
24	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78	0.78	0.75	0.78	0.87	0.86	0.83	0.83	0.76	0.78	0.77	0.82	0.73	0.78	0.9													
25	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78	0.78	0.75	0.78	0.87	0.86	0.83	0.83	0.76	0.78	0.77	0.82	0.73	0.78	0.9	0.99												
26	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78	0.78	0.75	0.78	0.87	0.86	0.83	0.83	0.76	0.78	0.77	0.82	0.73	0.78	0.9	0.99	0.76											
27	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78	0.78	0.75	0.78	0.87	0.86	0.83	0.83	0.76	0.78	0.77	0.82	0.73	0.78	0.9	0.99	0.76	0.76										
28	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78	0.78	0.75	0.78	0.87	0.86	0.83	0.83	0.76	0.78	0.77	0.82	0.73	0.78	0.9	0.99	0.76	0.75	0.79									
29	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78	0.78	0.75	0.78	0.87	0.86	0.83	0.83	0.76	0.78	0.77	0.82	0.73	0.78	0.9	0.99	0.76	0.75	0.79	0.75								
30	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78	0.78	0.75	0.78	0.87	0.86	0.83	0.83	0.76	0.78	0.77	0.82	0.73	0.78	0.9	0.99	0.76	0.75	0.79	0.75	0.81							
31	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78	0.78	0.75	0.78	0.87	0.86	0.83	0.83	0.76	0.78	0.77	0.82	0.73	0.78	0.9	0.99	0.76	0.75	0.79	0.75	0.81	0.8						
32	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78	0.78	0.75	0.78	0.87	0.86	0.83	0.83	0.76	0.78	0.77	0.82	0.73	0.78	0.9	0.99	0.76	0.75	0.79	0.75	0.81	0.8	0.8					
33	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78	0.78	0.75	0.78	0.87	0.86	0.83	0.83	0.76	0.78	0.77	0.82	0.73	0.78	0.9	0.99	0.76	0.75	0.79	0.75	0.81	0.8	0.8	0.8				
34	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78	0.78	0.75	0.78	0.87	0.86	0.83	0.83	0.76	0.78	0.77	0.82	0.73	0.78	0.9	0.99	0.76	0.75	0.79	0.75	0.81	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8		
35	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78	0.78	0.75	0.78	0.87	0.86	0.83	0.83	0.76	0.78	0.77	0.82	0.73	0.78	0.9	0.99	0.76	0.75	0.79	0.75	0.81	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
36	0	0.74	0.75	0.79	0.81	0.78	0.75	0.75	0.78	0.78	0.78	0.75	0.78	0.87	0.86	0.83	0.83	0.76	0.78	0.77	0.82	0.73	0.78	0.9	0.99	0.76	0.75	0.79	0.75	0.81	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.79

Pada Tabel 4.10 terlihat data kedalaman air pada *ping* pertama adalah null, hal itu dikarenakan data yang melewati serial port RS 232 tidak diambil pada waktu yang tepat oleh Perangkat lunak (karena *interrupt* pada saat windows digunakan oleh program lain). Ping kedua terlihat bernilai 0,70 meter, nilai ini adalah titik awal kapal bergerak (titik 1). Artinya pengambilan data kedalaman air dengan menggunakan software yang dibangun sama dengan pengambilan data oleh *Hyperterminal* milik Microsoft Windows.

Untuk keterangan membaca data ini, bahwa nilai yang berada paling atas dari setiap kolom adalah nilai kedalaman air pada saat *Ping* dikirimkan (P1, P2, ... artinya ping1, ping2, ...). Kemudian pada setiap baris dalam kolom yang sama mempunyai nilai yang sama. Ini mengartikan bahwa nilai dari setiap kedalaman air sebelumnya digeser ke arah kiri pada saat nilai kedalaman air yang baru didapat dan di plot pada layar.

BAB 5

KESIMPULAN

Setelah sistem dianalisa dan diuji, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perangkat lunak yang dibangun dari hasil perancangan sesuai dengan yang diharapkan dalam hal ketepatan dan menggambarkan titik kedalaman, sehingga dapat membentuk Profil dasar laut dengan skala yang dibuat.
2. Dari hasil pengujian alat Echo Sounder (GARMIN Fishfinder 160 Blue) pada saat diam, kesalahan pengukuran relatif sangat kecil, di bawah 5 %. Artinya alat ini masih dapat digunakan untuk keperluan riset.
3. Pada saat pengujian perangkat lunak terjadi kelambatan (delay) untuk menampilkan profil dasar situ, dibandingkan dengan GARMIN Fishfinder 160 Blue. Hal ini dikarenakan 2 kemungkinan yaitu
 - a. Performan komputer yang digunakan terlalu rendah
 - b. Proses pengambilan data oleh bahasa pemrograman ini lambat.
4. *Ping rate* dari alat GARMIN Fishfinder 160 Blue lebih cepat dibandingkan dengan kinerja Bahasa pemrograman yang digunakan, sehingga kadang-kadang terjadi pengambilan data yang tidak benar.
5. Pengambilan data kedalaman air saat bergerak yang melewati 4 (empat) titik mempunyai kesamaan nilai kedalaman air pada 4 (empat) titik yang sebelumnya telah diukur memakai Hyperterminal.

DAFTAR ACUAN

- [1] COMMUNICATIONS SeaBeam Instruments, *Multibeam Sonar Theory of Operation* (141 Washington Street East Walpole, MA 02032-1155, USA) Copyright © 1999, Hal. 1-1
- [2] GARMIN Fishfinder 160 Blue ,”owner’s manual”
- [3] Arman D.Diponegoro., “*Penentuan jenis ikan dengan menggunakan hidden markov model dari penditeksian fasa penerimaan sinyal akustik*”, disertasi, Program Studi Teknologi Kelautan Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor, 2004.
- [4] DALLAS SEMIKONDUKTOR, *Fundamentals of RS-232 Serial Communications*
- [5] INTERSIL, Dual RS-232 Transmitter/Receiver

DAFTAR PUSTAKA

- [1] COMMUNICATIONS SeaBeam Instruments, *Multibeam Sonar Theory of Operation* (141 Washington Street East Walpole, MA 02032-1155, USA) Copyright © 1999, Hal. 1-1
- [2] MATLAB HELP

LAMPIRAN

1. Data Hasil Pengukuran Kedalaman Air Untuk 4 (Empat) Titik saat Posisi Bergerak

```

TITIK1 - Notepad
File Edit Format View Help
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
$SDDBT,2.5,F,0.76,M,0.42,F*06
$SDDPT,0.76,0.00*56
$SDMTW,29.7,C*08
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
$SDDBT,2.4,F,0.74,M,0.41,F*06
$SDDPT,0.74,0.00*54
$SDMTW,29.7,C*08
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
$SDDBT,2.4,F,0.74,M,0.41,F*06
$SDDPT,0.74,0.00*54
$SDMTW,29.7,C*08
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
$SDDBT,2.4,F,0.74,M,0.40,F*07
$SDDPT,0.74,0.00*54
$SDMTW,29.7,C*08
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
$SDDBT,2.4,F,0.74,M,0.40,F*07
$SDDPT,0.74,0.00*54
$SDMTW,29.7,C*08
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
$SDDBT,2.5,F,0.75,M,0.41,F*06
$SDDPT,0.75,0.00*55
$SDMTW,29.7,C*08
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
$SDDBT,2.5,F,0.75,M,0.41,F*06
$SDDPT,0.75,0.00*55
$SDMTW,29.7,C*08
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
$SDDBT,2.4,F,0.74,M,0.41,F*06
$SDDPT,0.74,0.00*54
$SDMTW,29.7,C*08
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
$SDDBT,2.6,F,0.78,M,0.43,F*0A
$SDDPT,0.78,0.00*58
$SDMTW,29.7,C*08
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
    
```

Gambar 6.1. Data Hyperterminal dengan *Offset* Vertikal 10 cm Titik ke-1 dimana Pengukuran secara Manual 0,5meter

Tabel 6.1. Tabel Hasil Pengukuran Kedalaman Air dengan *Offset* Vertikal 10 cm di bawah Permukaan Air untuk Titik ke-1

No	Offset vertikal (cm)	Pengukuran secara manual (meter)	Pengukuran dengan Echo Sounder (meter)	Error (%)
1	10	0,5	0,76	52
2	10	0,5	0,74	48
3	10	0,5	0,74	48
4	10	0,5	0,74	48
5	10	0,5	0,74	48
6	10	0,5	0,74	48
7	10	0,5	0,75	50
8	10	0,5	0,75	50
9	10	0,5	0,74	48
10	10	0,5	0,78	56
Rata-rata			0,748	49,6

```

TITIK2 - Notepad
File Edit Format View Help
$SDMTW,29.5,C*0A
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
$SDDBT,2.8,F,0.85,M,0.47,F*02
$SDDPT,0.85,0.00*5A
$SDMTW,29.5,C*0A
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
$SDDBT,2.8,F,0.86,M,0.47,F*01
$SDDPT,0.86,0.00*59
$SDMTW,29.5,C*0A
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
$SDDBT,2.8,F,0.86,M,0.47,F*01
$SDDPT,0.86,0.00*59
$SDMTW,29.5,C*0A
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
$SDDBT,2.9,F,0.88,M,0.48,F*01
$SDDPT,0.88,0.00*57
$SDMTW,29.5,C*0A
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
$SDDBT,2.9,F,0.88,M,0.48,F*01
$SDDPT,0.88,0.00*57
$SDMTW,29.5,C*0A
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
$SDDBT,2.9,F,0.87,M,0.48,F*0E
$SDDPT,0.87,0.00*58
$SDMTW,29.5,C*0A
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
$SDDBT,2.9,F,0.87,M,0.48,F*0E
$SDDPT,0.87,0.00*58
$SDMTW,29.5,C*0A
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
$SDDBT,2.9,F,0.87,M,0.48,F*0E
$SDDPT,0.87,0.00*58
$SDMTW,29.5,C*0A
$SDVHW,,,,,N,,K*5B
$SDDBT,2.9,F,0.87,M,0.48,F*0E
$SDDPT,0.87,0.00*58
$SDMTW,29.5,C*0A

```

Gambar 6.2. Data Hyperterminal dengan *Offset* Vertikal 10 cm Titik ke-2 dimana Pengukuran Secara Manual 1 Meter

Tabel 6.2. Tabel Hasil Pengukuran Kedalaman Air dengan *Offset* Vertikal 10 cm di bawah Permukaan Air untuk Titik ke-2

No	Offset vertikal (cm)	Pengukuran secara manual (meter)	Pengukuran dengan Echo Sounder (meter)	Error (%)
1	10	0,9	0,85	5,5
2	10	0,9	0,86	4,4
3	10	0,9	0,86	4,4
4	10	0,9	0,88	2,2
5	10	0,9	0,88	2,2
6	10	0,9	0,87	3,3
7	10	0,9	0,87	3,3
8	10	0,9	0,87	3,3
9	10	0,9	0,87	3,3
10	10	0,9	0,87	3,3
Rata-rata			0,868	3,56

```

TITIK3 - Notepad
File Edit Format View Help
$SDVHW, , , , , N, , K*5B
$SDDBT, 2.6, F, 0.79, M, 0.43, F*0B
$SDDPT, 0.79, 0.00*59
$SDMTW, 29.3, C*0C
$SDVHW, , , , , N, , K*5B
$SDDBT, 2.6, F, 0.80, M, 0.44, F*0A
$SDDPT, 0.80, 0.00*5F
$SDMTW, 29.3, C*0C
$SDVHW, , , , , N, , K*5B
$SDDBT, 2.7, F, 0.81, M, 0.44, F*0A
$SDDPT, 0.81, 0.00*5E
$SDMTW, 29.3, C*0C
$SDVHW, , , , , N, , K*5B
$SDDBT, 2.6, F, 0.80, M, 0.44, F*0A
$SDDPT, 0.80, 0.00*5F
$SDMTW, 29.3, C*0C
$SDVHW, , , , , N, , K*5B
$SDDBT, 2.6, F, 0.79, M, 0.43, F*0B
$SDDPT, 0.79, 0.00*59
$SDMTW, 29.3, C*0C
$SDVHW, , , , , N, , K*5B
$SDDBT, 2.6, F, 0.79, M, 0.43, F*0B
$SDDPT, 0.79, 0.00*59
$SDMTW, 29.3, C*0C
$SDVHW, , , , , N, , K*5B
$SDDBT, 2.6, F, 0.78, M, 0.43, F*0A
$SDDPT, 0.78, 0.00*58
$SDMTW, 29.3, C*0C
$SDVHW, , , , , N, , K*5B
$SDDBT, 2.6, F, 0.78, M, 0.43, F*0A
$SDDPT, 0.78, 0.00*58
$SDMTW, 29.3, C*0C
$SDVHW, , , , , N, , K*5B
$SDDBT, 2.6, F, 0.78, M, 0.43, F*0A
$SDDPT, 0.78, 0.00*58
$SDMTW, 29.3, C*0C
$SDVHW, , , , , N, , K*5B
$SDDBT, 2.6, F, 0.78, M, 0.43, F*0A
$SDDPT, 0.78, 0.00*58
$SDMTW, 29.3, C*0C
$SDVHW, , , , , N, , K*5B

```

Gambar 6.3. Data Hyperterminal dengan *Offset* Vertikal 10 cm Titik ke-3 dimana Pengukuran Secara Manual 0,8 Meter

Tabel 6.3. Tabel Hasil Pengukuran Kedalaman Air dengan *Offset* Vertikal 10 cm di bawah Permukaan Air untuk Titik ke-3

No	Offset vertikal (cm)	Pengukuran secara manual (meter)	Pengukuran dengan Echo Sounder (meter)	Error (%)
1	10	0,7	0,79	12,86
2	10	0,7	0,80	14,29
3	10	0,7	0,81	15,71
4	10	0,7	0,80	14,29
5	10	0,7	0,79	12,86
6	10	0,7	0,79	12,86
7	10	0,7	0,78	11,43
8	10	0,7	0,78	11,43
9	10	0,7	0,78	11,43
10	10	0,7	0,78	11,43
Rata-rata			0,79	12,86

```

TITIK4 - Notepad
File Edit Format View Help
$SDDPT, 0.87, 0.00*58
$SDMTW, 29.5, C*0A
$SDVHW, , , , , N, , K*5B
$SDDBT, 2.8, F, 0.87, M, 0.47, F*00
$SDDPT, 0.87, 0.00*58
$SDMTW, 29.5, C*0A
$SDVHW, , , , , N, , K*5B
$SDDBT, 2.8, F, 0.87, M, 0.47, F*00
$SDDPT, 0.87, 0.00*58
$SDMTW, 29.5, C*0A
$SDVHW, , , , , N, , K*5B
$SDDBT, 2.8, F, 0.86, M, 0.47, F*01
$SDDPT, 0.86, 0.00*59
$SDMTW, 29.5, C*0A
$SDVHW, , , , , N, , K*5B
$SDDBT, 2.8, F, 0.87, M, 0.47, F*00
$SDDPT, 0.87, 0.00*58
$SDMTW, 29.5, C*0A
$SDVHW, , , , , N, , K*5B
$SDDBT, 2.8, F, 0.87, M, 0.47, F*00
$SDDPT, 0.87, 0.00*58
$SDMTW, 29.5, C*0A
$SDVHW, , , , , N, , K*5B
$SDDBT, 2.8, F, 0.87, M, 0.47, F*00
$SDDPT, 0.87, 0.00*58
$SDMTW, 29.5, C*0A
$SDVHW, , , , , N, , K*5B
$SDDBT, 2.9, F, 0.88, M, 0.48, F*01
$SDDPT, 0.88, 0.00*57
$SDMTW, 29.5, C*0A
$SDVHW, , , , , N, , K*5B
$SDDBT, 2.9, F, 0.87, M, 0.48, F*0E
$SDDPT, 0.87, 0.00*58
$SDMTW, 29.5, C*0A
$SDVHW, , , , , N, , K*5B
$SDDBT, 2.8, F, 0.86, M, 0.47, F*01
$SDDPT, 0.86, 0.00*59

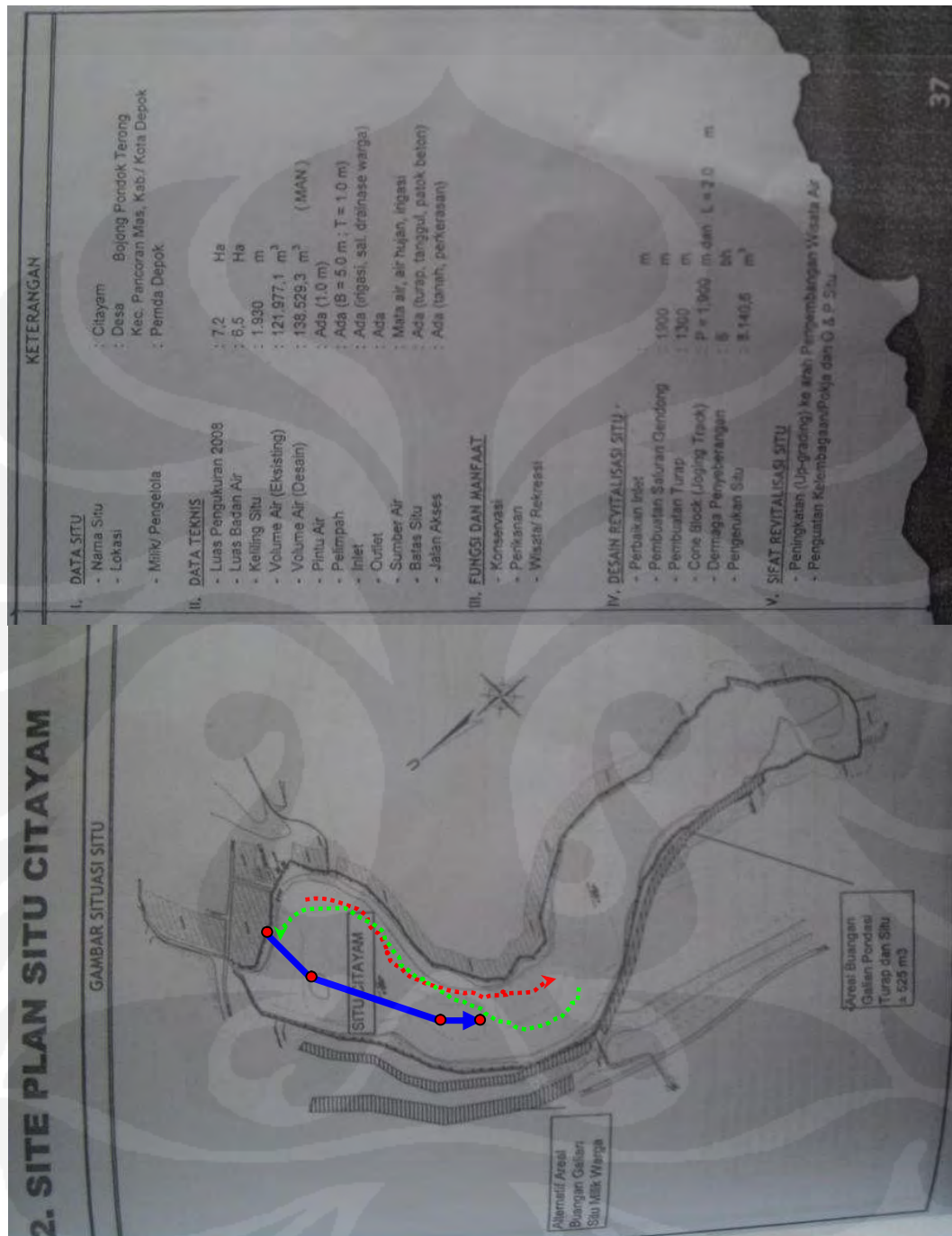
```

Gambar 6.4. Data Hyperterminal dengan *Offset* Vertikal 10 cm Titik ke-4 dimana Pengukuran Secara Manual 0,8 Meter

Tabel 6.4. Tabel Hasil Pengukuran Kedalaman Air dengan *Offset* Vertikal 10 cm di bawah Permukaan Air untuk Titik ke-4

No	Offset vertikal (cm)	Pengukuran secara manual (meter)	Pengukuran dengan Echo Sounder (meter)	Error (%)
1	10	0,7	0,87	24,29
2	10	0,7	0,87	22,86
3	10	0,7	0,86	24,29
4	10	0,7	0,87	24,29
5	10	0,7	0,87	24,29
6	10	0,7	0,87	24,29
7	10	0,7	0,87	24,29
8	10	0,7	0,88	25,71
9	10	0,7	0,87	24,29
10	10	0,7	0,86	22,86
Rata-rata			0,868	24,14

2. Peta Situ Citayam



.....➔ Jalur keberangkatan perahu pada saat bersamaan data kedalaman diambil dan diplot

.....➔ Jalur kembali perahu pada saat bersamaan data kedalaman diambil dan diplot.