

Deteksi Objek Jamak Menggunakan Dual *Transceiver* Sonar

Multiple Object Detection Using Dual Transceiver Sonar

1st Soni Ramdani Akbar
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
soniramdaniakbar@students.t
elkomuniversity.ac.id

2nd Dharu Arseno
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
darseno@telkomuniversity.ac
.id

3rd Edwar
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
edwarm@telkomuniversity.ac
.id

Abstract—SONAR (Sound Navigation And Ranging) is a method that utilizes sound propagation in the water to determine the presence of objects that are below the surface. SONAR (Sound Navigation And Ranging) is often used in the marine world as a military ship navigation tool. In general, the transducer used for SONAR uses a pulse signal to transmit. Detection of underwater objects takes advantage of the difference in the value of the voltage amplitude for a target object that has a density difference. SONAR will be used to detect multiple objects underwater. In this final project, a simulation of the detection of objects under water will be carried out by utilizing sonar reflections, by firing a wave that has been fired by a transmitter and will be received by a receiver. The data received by the receiver will be analyzed according to the needs of this study. The results obtained in this study, among others, the Underwater Path sonar recording resulted in two (2) targets, the first target with the initial source position at -60m and at -70m the final position at km 1100 occurred two (2) wave reflections, the second target was carried out the final position is at 1300 km and the altitude is -45m with an average of two reflections of two (2) waves. The highest peak recording of the *bellhop path* occurred at km 45 and 90 and the lowest was at km 15 and 75. Furthermore, the recording of Integrated received pulse data where the maximum/highest amplitude occurred at 66.5 seconds..

Keywords: SONAR, underwater, multiple object

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Indonesia memiliki keanekaragaman hayati laut. Pertahanan laut di Indonesia juga masih rawan terhadap kapal-kapal ilegal yang masuk wilayah Indonesia. Sehingga perlu teknologi yang berfungsi di dalam air untuk mengetahui kondisi laut Indonesia dan sebagai pertahanan dalam laut yaitu berupa teknologi SONAR. SONAR (Sound Navigation and Ranging) dapat dikatakan sebagai RADAR untuk bawah laut di mana menggunakan gelombang mekanik atau sinyal suara bukan menggunakan gelombang elektromagnetik atau radio untuk mengetahui objek sekitar. Sinyal suara yang digunakan pada SONAR akan mengalami redaman yang kecil pada medium air, sedangkan gelombang elektromagnetik yang digunakan pada RADAR akan mengalami redaman yang besar di medium air sehingga SONAR lebih sering digunakan di dunia kelautan sebagai alat navigasi di lautan.

Tetapi dengan seiringnya kemajuan zaman, kegunaan SONAR semakin bervariasi seperti untuk mengetahui karakteristik permukaan laut, untuk dunia militer, untuk dunia kesehatan, dan lain-lain [1].

Fungsi utama dari SONAR adalah mendeteksi posisi, kecepatan, dan identitas suatu benda [1]. Cara kerja dari SONAR adalah mengirimkan sinyal suara dan menunggu gelombang pantulan atau *echo* untuk mendeteksi keberadaan suatu target. SONAR dibagi menjadi dua kategori, yaitu SONAR aktif dan SONAR pasif. SONAR aktif adalah ketika SONAR tersebut mentransmisikan sinyal suara dan juga menerima *echo* transmisi sinyal dari suatu target, sedangkan SONAR pasif adalah ketika SONAR tersebut hanya menerima sinyal suara dari suatu target [2].

Sinyal suara yang sampai pada SONAR penerima diubah menjadi sinyal listrik oleh suatu perangkat yang disebut "*transducer*" [1]. Gelombang suara membangkitkan *transducer* untuk mentransmisikan gelombang suara kedalam air dimana *echo* dipantulkan ke *transducer* lagi dan dikonversikan kembali kesinyal listrik. Total waktu transmisi gelombang suara menentukan jarak atau kedalaman [3].

Pada penelitian sebelumnya Hasil dari pengambilan substrat dasar, diketahui bahwa jenis substrat yang terdapat di area survei adalah lumpur dan lumpur berpasir. Nilai pantulan pipa dan objek keras berkisar antara 1-2.5 Voltage/div, nilai pantul substrat lumpur berpasir berkisar antara 0.5-1 Voltage/div, dan nilai pantulan sinyal pada substrat lumpur adalah 0.0-0.5 Voltage/div.

Dari hasil analisis Fast Fourier Transform (FFT), nilai pipa lebih tinggi dibandingkan dengan objek lainnya, yaitu sebesar 1412 Volt/dB. Sedangkan pada unknown objek, lumpur dan lumpur berpasir adalah 834.0728 Volt/dB, 106,2367 Volt/dB, dan 238.9427 Volt/dB. Nilai koefisien refleksi yang terhitung menyatakan bahwa nilai koefisien refleksi pipa sebesar 0.8649 lebih besar dibandingkan dengan target yang terdeteksi lainnya. [4]

SONAR akan digunakan untuk mendeteksi multiple objek yang ada di bawah air. Pada tugas akhir ini akan dilakukan simulasi deteksi objek objek di bawah air dengan memanfaatkan pantulan sonar, dengan cara menembakan gelombang yang telah ditembakkan oleh satu transmitter dan akan diterima oleh receiver. Data yang diterima oleh receiver akan dianalisis sesuai dengan kebutuhan penelitian ini.

B. Rumusan Masalah

Deteksi objek dibawah laut dengan menggunakan gelombang suara memiliki kesulitan tersendiri karena kondisi saluran air laut yang naik turun. Maka dari itu pengetahuan terhadap kondisi saluran air laut perlu dipelajari untuk memahami karakteristik gelombang suara yang merambat melalui udara dari pemancar ke penerima dengan jarak yang luas.

C. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui keakuratan jarak, kecepatan dan ketepatan dari SONAR yang akan dibuat.

2. Memudahkan mendeteksi objek-objek di bawah laut menggunakan sonar.

Manfaat dari penelitian ini adalah

:

1. Mendapatkan informasi keadaan objek – objek yang ada dibawah laut.
2. Mengetahui kondisi laut untuk mendeteksi objek tertentu.
3. Mengetahui informasi simulasi sonar menghasilkan gelombang pantulan untuk ketepatan dan kecepatan jarak suatu objek.

D. Batasan Masalah

1. Mengetahui manfaat penggunaan sonar untuk target.
2. Sensor yang di gunakan dapat mendeteksi objek 2D.
3. Mengetahui target - target objek yang ada di bawah laut.
4. Informasi yang dihasilkan suatu gelombang pantulan dari target objek.
5. Mengetahui parameter air laut yang baik untuk digunakan penelitian.

E. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini adalah:

1. Studi Bahasa

Studi Bahasa bertujuan untuk mempelajari teori dasar tentang SONAR dan pendeteksian objek bawah laut.

2. Perancangan Sistem dan Skenario Percobaan

Merencanakan sistem yang akan dibuat dan merencanakan simulasi menggunakan MATLAB.

3. Realisasi Sistem

Membuat sistem SONAR untuk mendeteksi target objek di bawah air berdasarkan skenario percobaan yang sudah ditentukan.

4. Analisis Data

Dari hasil percobaan akan didapatkan data yang akan dianalisa tingkat akurasi yang didapatkan dari percobaan dan dari data tersebut akan diolah menggunakan MATLAB.

F. Jadwal Pelaksanaan

Sistematika penelitian laporan adalah sebagai berikut:

Bab 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, metode penelitian, jadwal pelaksanaan, dan sistematika penulisan.

Bab 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi penjelasan teori yang berhubungan dengan penelitian seperti Sonar secara umum, sonar aktif, sonar pasif, menentukan kecepatan jarak dan waktu, beserta gambar yang berhubungan dengan alat penelitian.

Bab 3 PERANCANGAN SIMULASI SISTEM

Bab ini berisi penjelasan dari cara nkerja system gambaran ilustrasi system.

Bab 4 PENGUJIAN SISTEM DAN ANALISIS

Bab ini berisi hasil pengujian yang dilakukan dan analisis dari hasil pengujian yang didapat.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

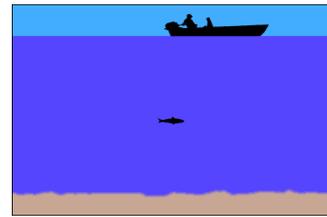
Bab ini berisi kesimpulan berdasarkan data-data hasil pengujian yang telah dilakukan dan saran kedepannya untuk penelitian ini.

II. KAJIAN TEORI

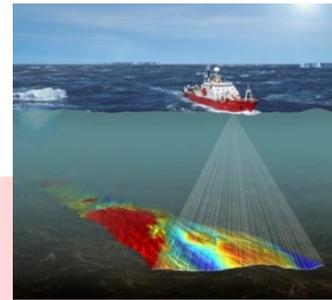
A. SONAR

SONAR (Sound Navigation And Ranging). Tujuan Utama dari SONAR adalah mendeteksi atau karakterisasi dari posisi, kecepatan, dan identitas dari suatu target. SONAR pertamakali dikembangkan pada abad 20, yaitu awalnya dimotivasi oleh pencarian kapal Titanic serta pada saat Perang Dunia untuk melakukan navigasi pada suatu kapal dan mendeteksi kapal yang lain [5]. Pada dasarnya prinsip SONAR sebenarnya meniru dari mamalia laut yaitu lumba-lumba.

Penerapan dari teknologi SONAR sudah sangat bervariasi. Beberapa fungsi dari SONAR adalah untuk mendeteksi ikan, pemetaan dasar laut, pendeteksian kondisi dasar laut apakah batuan atau pasir, untuk mendeteksi kapal selam, dan navigasi bawah air [2].



(a)



(b)

Gambar 2. 1 Aplikasi dari penggunaan SONAR (a) untuk mendeteksi ikan (b) untuk melakukan pemetaan dasar laut

Prinsip kerja dari SONAR adalah mengirimkan sinyal suara dan ada *delay* waktu sebelum gelombang pantul diterima. *Delay* waktu ini akan menjadi variabel utama untuk mengetahui jarak suatu target :

$$d = \frac{vt}{2} \quad (2.1)$$

dimana *d* adalah jarak (m), *t* adalah waktu total gelombang suara kembali lagi ke receiver (s), dan *v* adalah kecepatan suara (m/s) [2].

Kecepatan gelombang suara mengacu pada gerakan longitudinal permukaan gelombang di medium dan berhubungan dengan panjang gelombang dan frekuensi. Hubungan tersebut bisa dilihat pada persamaan 2.2

$$v = f \lambda \quad (2.2)$$

Kecepatan suara tidak terpengaruh dengan kecepatan partikel. Frekuensi dari sinyal suara yang digunakan pada SONAR adalah lebih dari 20 kHz. Kecepatan suara didalam laut tergantung dari suhu, kedalaman laut, dan tingkat kadar garam. Terdapat rumus empiris untuk melakukan perhitungan kecepatan suara yaitu oleh Leroy. Rumus tersebut dapat dilihat pada persamaan 2.3 :

$$v = 1492.9 + 3(t - 10) - 6 \times 10^{-3}(t - 10)^2 - 4 \times 10^2 + 1.2(s - 35) - 10^{-2}(t - 18)(s - 35) + h/61 \quad (2.3)$$

dimana v merupakan kecepatan suara (m/s), t merupakan suhu ($^{\circ}\text{C}$), s merupakan tingkat kadar garam (ppt), dan h merupakan kedalaman (m) [5]. Sedangkan kecepatan suara di medium udara juga terpengaruhi oleh suhu udara dan kondisi atmosfer. Pada saat suhu udara sekitar 20°C dan kondisi atmosfer normal, kecepatan suara adalah 343 m/s. Ada dua kategori SONAR yaitu SONAR aktif dan pasif.

B. SONAR Aktif

SONAR Aktif memiliki dua perangkat yang berfungsi sebagai *transmitter* dan *receiver* sinyal suara. Di mana SONAR aktif dapat mengirimkan sinyal suara, saat sinyal suara tersebut mengenai suatu target maka sinyal suara tersebut akan dipantulkan [1]. Sehingga posisi target dapat diperkirakan dari waktu tunda sinyal suara tersebut diterima kembali. Oleh karena itu dari rentang yang diberikan dapat

ditentukan jarak suatu target dengan persamaan [2].

Transmisi SONAR aktif dikenal sebagai ping di mana interval ping disebut sebagai waktu antara transmisi. Untuk mendapatkan jarak maksimum pada aktif SONAR yang dibutuhkan adalah daya maksimum dan juga frekuensi yang tinggi. Pada SONAR aktif, SONAR mentransmisikan sinyal dengan *source level* (SL), saat sinyal suara menuju sasaran maka sinyal suara tersebut akan mengalami penyebaran dan penyerapan sehingga sinyal suara menjadi lemah. Penurunan tersebut disebut sebagai *transmission loss* (TL) dengan satuan dB. Intensitas *echo* dari target relatif terhadap intensitas suara yang mencapai suatu target disebut dengan *target strength* (TS) dengan satuan dB. *Echo* dari target dasarnya terlihat seperti sinyal dari sumber dengan *source level*, dapat dilihat pada persamaan 2.4

$$Echo\ intensity\ (dB) = (SL - TL) + TS \quad (2.4)$$

Setelah sinyal kembali ke sistem SONAR, intensitas sinyal kembali berkurang akibat *transmission loss* (TL). Persamaan dapat dilihat pada 2.5

$$Returned\ signal\ intensity\ (dB) = (SL - TL) + TS - TL \quad (2.5)$$

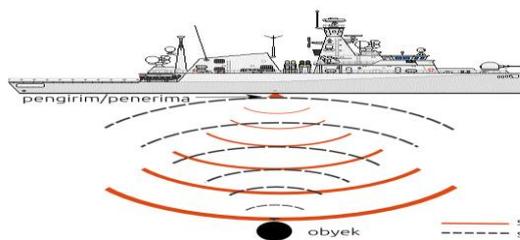
Rasio sinyal terhadap tingkat *noise level* (NL) pada *receiver* disebut *signal to noise ratio* (SNR). Terdapat pada persamaan 2.6

$$SNR (dB) = SL - 2TL + TS - NL \tag{2.6}$$

Sebagian besar penerima yang sering dikonstruksi dengan memasang rangkaian receiver yang lebih kecil, dapat melihat ke arah yang spesifik dan menolak noise dari arah lain. Noise level yang efektif dikurangi oleh array gain (AG). Dapat dilihat pada persamaan 2.7

$$SNR (dB) = SL - 2TL + TS - (NL - AG) \tag{2.7}$$

KRI Bung Tomo

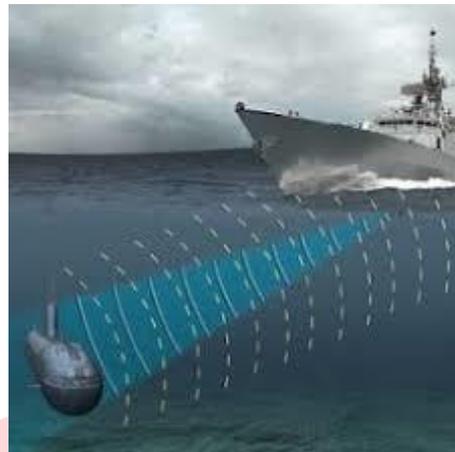


Gambar 2. 2 Cara kerja SONAR aktif

C. SONAR Pasif

SONAR pasif hanya menggunakan receiver, sehingga sinyal yang akan dideteksi adalah sinyal suara yang dipancarkan oleh target saja [1]. Sistem SONAR pasif biasanya digunakan untuk mendengarkan sinyal suara yang diperoleh dari sekitar, misalnya suara dari kapal selam yang memancarkan SONAR kemudian sinyal tersebut diterima oleh kapal yang ada di permukaan atau kapal selam yang dapat menerima sinyal SONAR yang ada dibawah laut seperti ikan yang mengeluarkan gelombang suara ultrasonik sehingga dapat

digunakan untuk mengetahui posisi atau menentukan darimana suatu target berasal [2].



Gambar 2. 3 Cara kerja SONAR pasif

Persamaan SONAR pasif lebih mudah dari SONAR aktif karena SONAR pasif tidak perlu mendengarkan pantulan echo yang dikembalikan dari target [5]. Sehingga transmission loss hanya muncul sekali karena hanya melakukan transmisi satu arah. Berikut persamaan dari SONAR pasif [6]. Dapat dilihat pada persamaan pada 2.8 dan 2.9

$$received\ signal\ intensity\ (dB) = SL - TL \tag{2.8}$$

$$SNR\ (dB) = SL - TL - (NL - AG) \tag{2.9}$$

D. Mentukan kecepatan, jarak dan waktu

Sonar yang akan dirancang untuk menentukan kecepatan, jarak dan waktu dapat dihitung dengan rumus. Dapat dilihat dari rumus 2.10, 2.11, 2.12

$$v = \frac{s}{t} \tag{2.10}$$

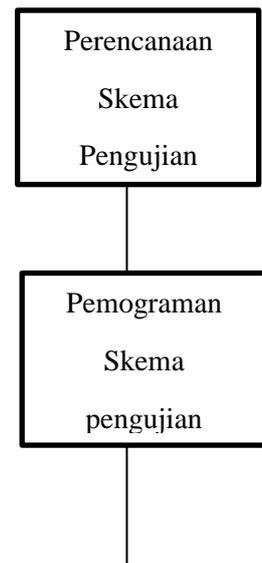
$$s = v . t \tag{2.11}$$

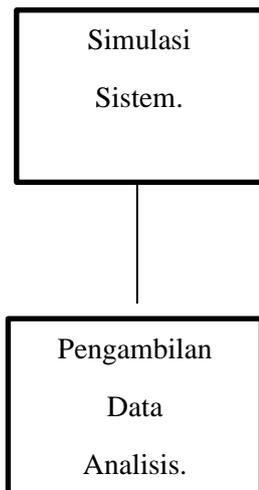
$$t = \frac{s}{v} \quad (2.12)$$

dimana v = Kecepatan, s = Jarak antara sonar dan objek, t = awal waktu ketika sonar mendeteksi objek.

Sensor akan mendeteksi benda besar dan benda kecil dapat dihitung dengan rumus $t = \frac{s}{v}$. Misalnya $v = 4 \text{ m/s}$, $s = 2 \text{ cm}$, jadi $t = \frac{2 \text{ cm}}{4 \text{ m/s}} = 0,005 \text{ sec}$.

Dalam perhitungan kecepatan, jarak dan waktu sensor dapat mendeteksi objek objek di bawah laut. Parameter yang akan diperoleh adalah parameter t . Semakin lama benda dideteksi dalam sonar, t akan semakin besar. Semakin besar t akan semakin besar benda yang dideteksi oleh sonar.





Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem

III. METODE

A. Perancangan Sistem

Pada tugas akhir ini akan dibuat sistem SONAR yang digunakan untuk melakukan pendeteksian terhadap objek objek di bawah laut yang akan diketahui jarak benda tersebut. Sistem SONAR akan menggunakan sensor sonar transduser waterproof untuk mendeteksi jarak benda yang berada di bawah laut. Target akan di simulasikan menggunakan MATLAB pada gambar 3.1 dapat dilihat blok diagram sistem.

B. parameter simulasi

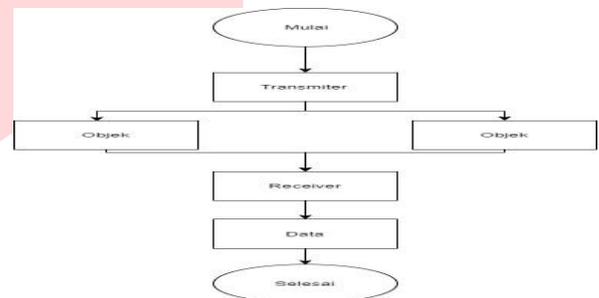
Tabel 3. 1 Parameter Simulasi

No	Parameter	Keterangan
1	Target	3

2	Sonar	1
---	-------	---

Pada tabel 3.1 dapat di lihat bahwa target yang digunakan pada tugas akhir kali ini sebanyak dua target karena sesuai dengan judul saya *multiple* objek berbasis sonar. Sonar yang di gunakan pada tugas akhir ini satu.

C. Skenario perancangan



Tabel 3. 2 Diagram Alir

B. parameter simulasi

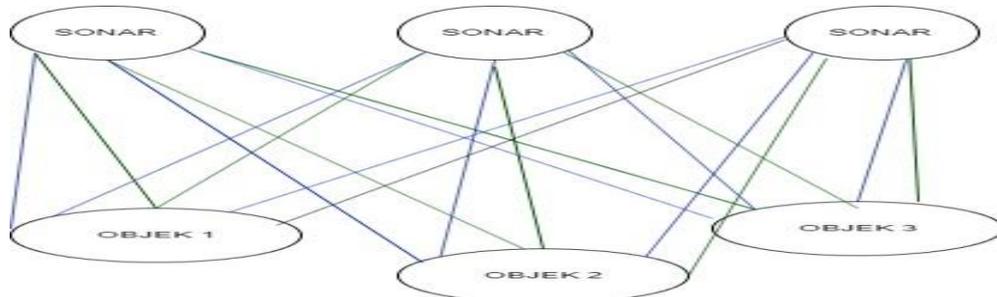
Tabel 3. 1 Parameter Simulasi

No	Parameter	Keterangan
1	Target	3

Dilihat dari gambar 3.2 transmiter menembakan gelombang kelingkuangan, gelombang yang telah di tembakan akan di terima oleh reciver. Data yang diterima oleh

reciver akan dianalisis sesuai dengan kebutuhan penelitian ini.

D. Cara kerja sistem



Tabel 3. 3 Cara Kerja Sistem

Dilihat dari gambar 3.3 transmiter yang memantulkan sonar yang diterima kembali oleh reciver dan pemantulan nya dilakukan secara bergantian yang menghasilkan suatu yang tepat menentukan objek yang berada di dasar air.

Dengan menggabungkan semua rumus dapat diketahui antra amplitude dengan impedansi akustik.

E. Parameter

Parameter yang digunakan ada 2 yaitu koefisien refleksi dan impedansi akustik.

1. Penentuan koefisien refleksi dan impedansi akustik

Koefisien refleksi merupakan perbandingan antara amplitude gelombang sinyal pantul dengan amplitudo gelombang sinyal datang.

$$r = \frac{A_p}{A_d} \tag{3.1}$$

r = koefisien refleksi

Ad = Amplitudo tekanan akustik datang (2000 Psi)

$$r = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} \tag{3.2}$$

$$Z_2 r + Z_1 r = Z_2 - Z_1 \tag{3.3}$$

$$Z_1 + Z_1 r = Z_2 - Z_2 r \tag{3.4}$$

$$Z_1 (1 + r) = Z_2 (1 - r) \tag{3.5}$$

$$Z_2 = \frac{Z_1 (1+r)}{(1-r)} \tag{3.6}$$

$$Z_2 = \frac{Z_1 (1 + \frac{A_p}{A_d})}{(1 - \frac{A_p}{A_d})} \tag{3.7}$$

Dimana, $r = \frac{A_p}{A_d}$ (3.8)

Z_1 =Implementasi akustik air laut

$$Z_1 = \rho_1 \times c_1 \tag{3.9}$$

$$Z_1 = 1,02 \times 10^3 \frac{kg}{m^3} \times 1500 \frac{m}{s} = 1,53 \times 10^6 \frac{kg}{m^2s} \tag{3.10}$$

Z₁ = impedansi akustik sedimen

Dari parameter di atas, dapat diketahui semua hubungan impedansi akustik dengan amplitudo pantul.

F. Spesifikasi SONAR

Tabel 3. 4 Spesifikasi Sonar Klein 3000

Spesifikasi	Keterangan
Frequencies	100 KHz dan 500 KHz
Range Scales	15 setings – 25 to 1,000 meters
Maximum Range	600 meters @ 100 KHz; 150 meters @500 khz
Depth Rating	1,500 meters
Construction	Stainless steel
Size	122 cm long, 8,9 cm diameter
Weight	29 kg in air
Standard sensor	Roll, pitch heading
Beam width	0,7 deg, @100 KHz, 0,21 deg. @ 500 KHz
Beam Tilt	5, 10, 15, 20, 25 deg
Power Supply	120 watt @120/240 VAC,

	50/60 Hz
--	----------

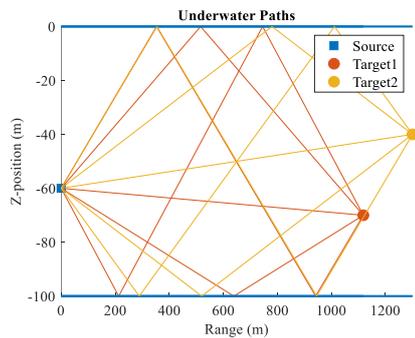
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sonar

Menurut *Bartholoma*, 2006 [8] sonar adalah instrumen yang digunakan dalam survei untukmelakukan pencitraan dasar laut. Side scan sonar (SSS) merupakan pengembangan sonar yang mampu menunjukkan dalam gambar dua dimensional permukaan dasar laut dengan kondisi kontur, topografi, dan target secara bersamaan. Instrumen ini mampu membedakan besar kecil partikel penyusun permukaan dasar laut seperti batuan, lumpur, pasir, kerikil, atau tipe-tipe dasar perairan. Adapun dalam penelitian ini sonar berperan penting sebagai instrument utama yang digunakan untuk mengetahui target objek - objek didalam bawah laut. Percobaan yang dilakukan perancangan sistem dan skenario percobaan merencanakan sistem yang akan dibuat dan merencanakan simulasi menggunakan MATLAB. Membuat sistem SONAR untuk mendeteksi target objek di bawah air berdasarkan skenario percobaan yang sudah ditentukan.

B. Pengujian Sonar *Underwater Path*

Dalam pengujian ini penulis mendapatkan hasil pada Gambar 4.1 :



Gambar 4.1

Hasil Pengujian Sonar *Underwater Path*.

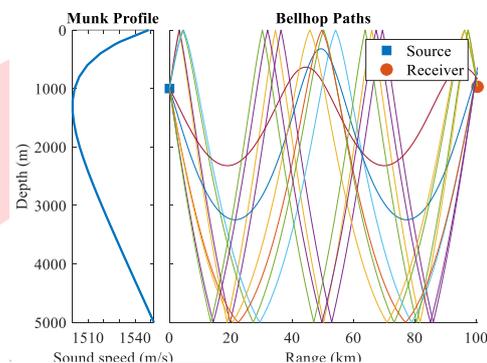
Pada Gambar 4.1 perekaman data *Underwater Path* dengan posisi source awal di -60m, untuk target 1 dilakukan sebanyak lima kali (5) pengukuran dengan posisi akhir di km 1100, selanjutnya dalam ketinggian diposisi -70m dengan rata – rata terjadi dua kali (2) pantulan gelombang, sedangkan untuk target 2 dilakukan posisi akhir di km 1300 dan ketinggian diposisi -45m dengan rata – rata terjadi dua kali pantulan (2) gelombang.

Hasil yang didapatkan pada Gambar (4.1) pengujian sonar *Underwater* tersebut dikarenakan memiliki berbagai kegunaan. dapat melakukan survey bawah air untuk mengidentifikasi komponen biologi dan fisika bawah air [9]. *Underwater* dapat melakukan pekerjaan yang sulit dilakukan penyelam karena batasan kedalaman dan bahaya yang mengancam nyawa penyelam [10]. Kebanyakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi sedimen di daerah pantai dapat merusak ekosistem dan menghancurkan terumbu. Penggunaan *Underwater* dapat menjadi jawaban untuk mengidentifikasi kondisi

bentik perairan pantai [11]. Sensor yang dibawa *Underwater* mencakup ADCP, CTD, echosounder, side scan sonar, dan kamera. Semua sensor ini sangat berguna untuk melakukan survey di perairan [12].

C. Pengujian Sonar *Bellhop Path*

Dalam pengujian ini penulis mendapatkan hasil pada Gambar (4.2)



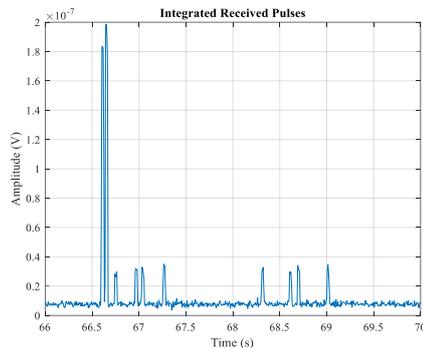
Gambar 4.2

Hasil Pengujian Sonar *Bellhop Path*.

Pada Gambar (4.2) melakukan perekaman data *Bellhop Path* dimana puncak tertinggi untuk source *bellhop* terjadi di km ke 50 dan terendah di km 30 dan 80. Sedangkan untuk data *Bellhop Path* received, puncak tertinggi *bellhop path* terjadi di km ke 45 dan 90 dan terendah di km 15 dan 75.

D. Pengujian Sonar *Integrated Received Pulse*

Dalam pengujian ini penulis mendapatkan hasil pada Gambar 4.3 :



Gambar 4.3

Hasil Pengujian Sonar *Integrated Received Pulse*.

Pada Gambar (4.3) melakukan perekaman data *Integrated received pulse* dimana Amplitudo maximal/ tertinggi terjadi di detik ke 66.5 dan diikuti naik turun amplitudo lainnya di detik ke 67, 67.2, 68.2, 68.7 dan 69 dengan tinggi amplitudo tidak setinggi saat detik 66.5.

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

- 1) Keakuratan jarak, kecepatan dan ketepatan SONAR dilakukan beberapa percobaan yaitu *Underwater Path*, *Bellhop Path* dan *Integrated Received Pulse*.
- 2) Metode percobaan *Underwater Path*, *Bellhop Path* dan *Integrated Received Pulse* memudahkan sonar menghasilkan pantulan dan gelombang.

B. Saran

Saran dari penelitian ini dilakukan penelitian lebih lanjut untuk deteksi objek dibawah laut menggunakan sonar sehingga kita dapat mengembangkan penelitian – penelitian yang sudah ada agar mengetahui lebih banyak manfaat dan kemampuan lebih luas lagi.

REFERENSI

- [1] M. A. Ainslie, Principles of Sonar Performance Modeling, Chichester: Springer, 2010.
- [2] R. E. Hansen, "Introduction to SONAR," vol. 2010, pp. 1-5, 2014.
- [3] O. Mattiat, Ultrasonic Transducer Materials, 1 ed., New York, 1971.
- [4] S. P. Sari, DETEKSI DAN INTERPRETASI TARGET DI DASAR LAUT MENGGUNAKAN INSTRUMEN SIDE SCAN SONAR, Bogogr, 2009.
- [5] A. D. Waite, SONAR for Practising Engineers, 3 ed., Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2002.
- [6] R. Urick, Principles of Underwater Sound, New York: McGraw-Hill, Inc, 1983.
- [7] D. Kurniadi, B. Abidin, D. Ramdhani and E. Juliastuti, "Pengukuran Kedalaman Air dan Deteksi Objek dengan Gelombang Ultrasonik," vol. vol 10 (1), 2018.
- [8] Zaitunt. (2019). Modul Pembelajaran. In Matlab Departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin (p. 2). Makassar.

Kleeman L, Kuc R. Sonar Sensing. In:

Siciliano B, Khatib O, editors. Springer Handbook of Robotics. Springer Berlin Heidelberg; 2008. p. 491–519.

Chang YC, Hsu SK, Tsai CH. Sidescan Sonar Image Processing: Correcting Brightness Variation and Patching Gaps. Journal of Marine Science and Technology. 2010; 18:785–789

Gafurov SA, Klochkov EV. 2015. Autonomous unmanned underwater vehicles development tendencies. Dynamics and Vibroacoustics of Machines (DVM2014). 106(2015): 141-148.

Gonzalez LA. 2004. Design, modelling and control of an Autonomous Underwater Vehicle [Thesis]. Crawley WA (AU): University of Western Australia. 156 pp.

