
A REVIEW - RANCANG BANGUN *HYDROPHONE* SEBAGAI NILAI OPTIMASI ALAT UKUR KOMUNIKASI DIBAWAH AIR LAUT

Muhammad Yuanda Risnadiputra, Asnawi*
Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Surabaya

*E-mail korespondensi: asnawi@unesa.ac.id

ABSTRACT

Hydrophone is devais that can capture acoustic wave with a working principle like a microphone used as an underwater comunication tool. In communicating underwater which has high pressure and density, special methods are needed using acoustic waves can propagate long distances underwater with another characteristics. Acoustic waves are transmitted by transducer. The acoustic signal used as a communication medium has advantages compared to optical fiber which is limited in the leght of the cable used. Based on prototype hydrophone capable of receiving acoustic waves in the frequency range of 100 Hz – 60 kHz. As a result, this prototype can receive acoustic waves with frequencies between 100 Hz – 60 kHz underwater as a communication devais with sensitivity that depends on the communication distance.

Keywords: Hydrophone, Sonar, Acoustic, Underwater.

ABSTRAK

Hydrophone merupakan alat yang dapat menangkap gelombang akustik dengan prinsip kerja seperti microphone yang digunakan sebagai alat komunikasi bawah air. Dalam berkomunikasi di bawah air yang memiliki tekanan dan kerapatan yang tinggi dibutuhkan metode khusus menggunakan gelombang akustik, dikarenakan gelombang akustik dapat merambat dengan jarak yang jauh di bawah air dengan karakteristik yang berbeda beda. Gelombang akustik ditransmisikan oleh transducer. Sinyal akustik yang digunakan sebagai media komunikasi memiliki kelebihan dibandingkan dengan fiber optik yang terbatas pada panjang kabel yang digunakan. Berdasarkan prototipe hydrophone yang mampu menerima gelombang akustik pada rentang frekuensi 100 Hz – 60 kHz. Hasilnya ptototipe ini dapat menerima gelombang akustik dengan frekuensi antara 100 Hz – 60 kHz dibawah air sebagai alat komunikasi dengan nilaikepekaan /optimasiyang bergantung pada jarak komunikasi.

Kata kunci: Hydrophone, Sonar Akustik, Di Bawah Air Laut.

PENDAHULUAN

Teknologi akustik pada bidang komunikasi, pencarian dan pengukuran kedalaman di bawah air telah ada sebelum perang dunia II. Zaman dahulu penggunaan sinyal radio dinilai sulit didalam air, sehingga untuk melakukan pencarian dan pengukuran bawah air dibutuhkan sensor jarak jauh. Akustik bawah air merupakan suatu ilmu yang mempelajari pemanfaatan gelombang akustik sebagai media propagasi di bawah air [1]. Untuk itu, perkembangan teknologi untuk memenuhi kebutuhan akan ilmu bawah air berkembang seiring waktu, banyak perangkat elektronika yang diciptakan untuk

mempelajari dan menganalisa fenomena gelombang di bawah air [2]. SONAR (*Sound and Navigating Ranging*) merupakan sebuah tipe teknologi propagasi suara yang digunakan dan dikaji khusus bagi kepentingan militer, hampir seluruh dunia menggunakan SONAR untuk keperluan navigasi, komunikasi dan menentukan obyek di bawah air [3].

Hydrophone merupakan salah satu perangkat yang dapat digunakan untuk menangkap sinyal - sinyal akustik di dalam air, prinsip kinerja *hydrophone* identik dengan *microphone*, namun penggunaannya didalam air. Air memiliki struktur yang kompleks dan tidak homogen, hal tersebut mengakibatkan adanya perbedaan karakteristik

dalam komunikasi bawah air [4]. Propagasi akustik di bawah air bekerja secara optimal pada rentang frekuensi rendah yaitu antara 10 – 15 Khz. Dalam pengujian komunikasi bawah air dengan *hydrophone* biasanya berada pada frekuensi 100 Hz – 60 Khz [4-6]. Sinyal akustik yang digunakan sebagai media komunikasi memiliki kelebihan dibandingkan dengan fiber optik yang terbatas dengan panjang kabel yang harus digunakan untuk melakukan komunikasi di bawah air. Dalam proses komunikasi, sinyal akustik ditransmisikan oleh transduser. Dimana transmitter sebagai pengirim atau pemberi sinyal serta receiver sebagai penerima sinyal [6].

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Akustik Bawah Air

Akustik bawah air merupakan salah satu ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang pemanfaatan gelombang akustik sebagai media propagasi di dalam air yang cukup sulit digunakan. Propagasi akustik bawah air optimal pada frekuensi rendah dan memiliki lebar pita yang terbatas [7].

Metode akustik dibagi dalam dua jenis yaitu akustik aktif yang berperan dalam mentransmisikan pulsa kemudian dipantulkan oleh objek dan akustik pasif yang merupakan gabungan antara ilmu biologi dan akustik sebagai suatu metode untuk mendeteksi atau merekam sinyal. SONAR yang terdapat pada kapal merupakan salah satu pemanfaatan teknologi akustik yang sering dijumpai [8].

Pada umumnya, akustik bawah air memiliki komponen pemancar dan penerima sinyal akustik yang terbagi dalam tiga bagian yaitu laut dalam (*deep water*), kedalaman sedang (*medium*) dan dangkal (*Shallow Water*). Masing-masing bagian tersebut memiliki karakteristik serta masalah yang berbeda. Apabila posisi sumber suara berada tegak lurus terhadap garis/bidang datar yang melalui dua sensor, maka tidak ada perbedaan waktu tempuh yang dibutuhkan sinyal agar sampai ke penerima. Namun jika sumber suara berada pada sudut tertentu, maka terdapat perbedaan waktu tempuh untuk dapat diterima

oleh alat penerima sinyal (*receiver*) yang dirumuskan dengan:

$$\tau(\theta) = \frac{d \sin \theta}{v} \quad (1)$$

dimana d adalah jarak antar sensor (meter), dan v adalah kecepatan suara dalam air (m/s) [9].

Perhitungan Sistem

pada transmitter menggunakan rangkaian one shot yang berfungsi untuk mengartikan perintah akuisisi menjadi satu bentuk pulsa positif dengan mengatur panjang pulsa. Nilai tersebut didapatkan menggunakan persamaan:

$$\text{Lebar pulsa (ms)} = \frac{1}{2} RC \quad (2)$$

Untuk membangkitkan gelombang sinusoidal digunakan rangkaian *signal generator* dengan frekuensi tertentu. Nilai tersebut didapatkan dari persamaan:

$$\text{Frekuensi (Hz)} = \frac{1}{RC} \quad (3)$$

Pulsa sinyal mengalami penguatan oleh *pre-amplifier* oleh resistor umpan balik dan resistor masukan dengan persamaan:

$$G = V_{in} \left(\frac{R_{in} + R_f}{R_{in}} \right) \quad (4)$$

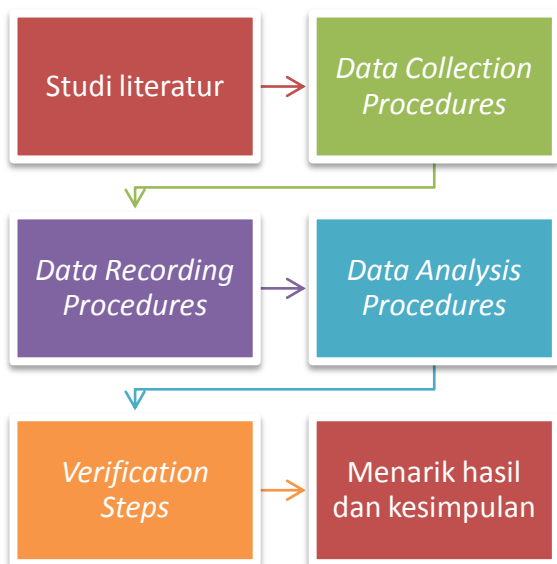
Dalam hal ini satu operasional digunakan sebagai HPF dan lainnya sebagai LPF. Untuk mendapatkan nilai frekuensi filter, digunakan persamaan [10]:

$$f_c (\text{Hz}) = \frac{1}{2\pi RC} \quad (5)$$

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah mereview berbagai studi literatur, baik jurnal nasional dan jurnal internasional dengan kajian khusus pada sistem komunikasi bawah air. Sinyal yang digunakan adalah sinyal akustik yang dihasilkan oleh

gelombang dari generator, alat yang digunakan adalah pembangkit sinyal sebagai pengirim informasi (*transmitter*) dan *hydrophone* sebagai penerima informasi (*receiver*). Ada banyak metode untuk mengukur besaran sensitivitas *hydrophone* tetapi lebih sedikit metode untuk mengukur fase sensitivitasnya [11]. Dalam rangka mengevaluasi nilai optimasi alat ukur bawah air menggunakan *hydrophone*, perlu mempertimbangkan beberapa parameter yang berbeda seperti, frekuensi, jarak, kedalaman, suhu, salinitas dan sebagainya. Beberapa metode menunjukkan bahwa sistem pengukuran *hydrophone* dapat secara akurat dimodelkan sebagai sistem fase minimum. Untuk dapat membangkitkan dan memancarkan gelombang akustik didalam air pada *transmitter* (Tx) harus terdapat bagian pembangkit sinyal pulsa (*pulse signal generator*), pada *low frequency* (LF) band *power amplifier* (penguat daya) untuk memperkuat sinyal pulsa dan *transmit transducer* (transduser pemancar) sebagai pengubah sinyal pulsa menjadi gelombang akustik dan memancarkannya di dalam air [12].



Gambar 1. Diagram proses akuisisi data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

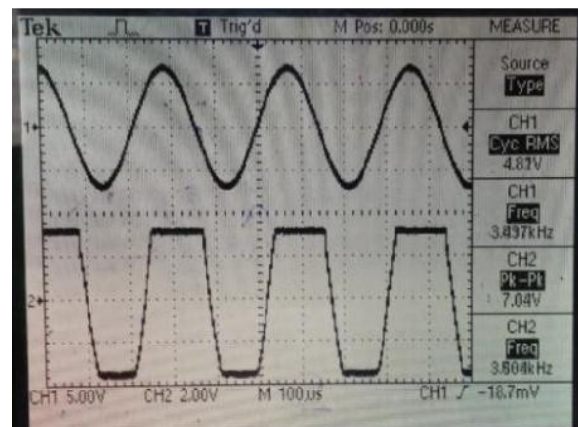
Pengukuran sinyal keluaran pada rangkaian *hydrophone* yang telah dirancang dapat diimplementasikan berupa amplitudo, tegangan

dan frekuensi sinyal yang bersumber dari audio generator yang dipancarkan oleh transmitter.

Tabel 1. Pengaruh frekuensi yang digunakan terhadap nilai V_{p-p} .

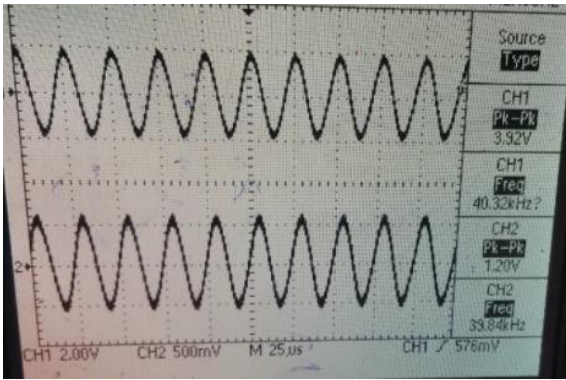
Metode	Frekuensi (kHz)	V_{p-p} out	Referensi
Tanpa Pelindung Anti Air	0,1 – 26	7,04	[1]
Dengan Pelindung Anti Air	0,1 – 20	6,90	
	20 – 63	0,236	

Berdasarkan Tabel 1. terdapat perbedaan metode yang digunakan dalam mencari respon sinyal yang dihasilkan oleh *hydrophone*. Metode pengukuran tanpa pelindung anti air pada rentang frekuensi 100 Hz – 26 kHz dapat diketahui nilai amplitudo maksimum yang dicapai adalah 7,04 V_{p-p} yang didapatkan pada frekuensi 4 kHz. Namun bentuk sinyal yang ditampilkan terpotong pada puncak gelombang. Seperti yang terlihat bentuk sinyal keluaran pada *channel 2* pada Gambar 2.

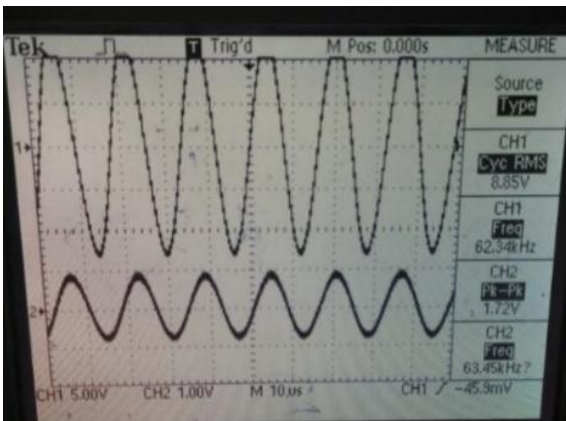


Gambar 2. Gelombang sinyal input dan output pada keadaan maksimum [1].

Pada rentang frekuensi 36 kHz – 42 kHz amplitudo yang dapat dicapai yaitu 1.2 V_{p-p} pada frekuensi 40,2 kHz. Untuk rentang frekuensi 59.4 kHz – 62.9 kHz respon amplitudo maksimum berada pada frekuensi 60,4 kHz sebesar 1,84 V_{p-p} . Pada Gambar 3. memperlihatkan respons sinyal input dan output rangkaian *hydrophone*.

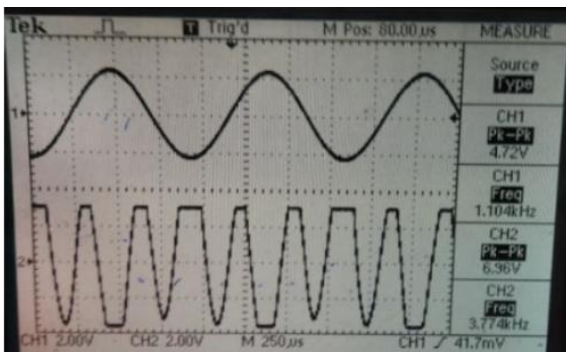


Gambar 3. Sinyal pada frekuensi 40,2 kHz [1].



Gambar 4. Sinyal pada frekuensi 62,4 kHz [1].

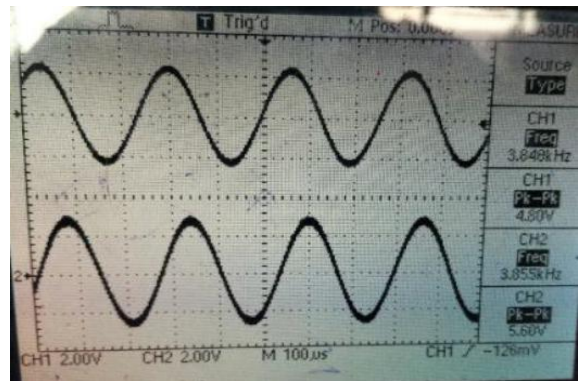
Pada Gambar 3 dan 4 bentuk respon sinyal output terlihat pada *channel* 1. Hal tersebut terdapat keterbatasan alat transmitter yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal pada frekuensi yang cukup tinggi, sehingga pada frekuensi tertentu tidak dapat memancarkan gelombang akustik [1].



Gambar 5. Respon sinyal *hydrophone* dengan pelindung anti air pada frekuensi 1,1 kHz [1].

Metode *hydrophone* menggunakan pelindung anti air menunjukkan respons sinyal akustik yang lebih kecil. Pada rentang frekuensi 100 Hz – 20

kHz amplitudo maksimum yang dicapai adalah 6,96 V_{p-p} yang muncul pada frekuensi 1,1 kHz dengan bentuk grafik terpotong seperti terlihat pada Gambar 5. Namun bentuk sinyal kembali normal pada frekuensi 3,8 kHz yang menghasilkan respons sinyal sebesar 5,6 V_{p-p} seperti pada Gambar 6. Pada rentang frekuensi 20 kHz – 63 kHz besar nilai respon sinyal maksimum berada pada frekuensi 3,8 kHz.



Gambar 6. Respon sinyal *hydrophone* dengan pelindung anti air pada frekuensi 3,8 kHz [1].

Pada pengujian *hydrophone* berdasarkan jarak dari transmitter dapat dilihat pada Tabel 2, dengan memanipulasi jarak dan menggunakan frekuensi tetap, memunculkan nilai magnitudo frekuensi yang dapat diterima oleh *hydrophone* sebesar 20 kHz

Tabel 2. Pengaruh jarak *hydrophone* dengan *Pinger* terhadap magnitudo.

Jarak	Frekuensi	Magnitudo	Referensi
10 cm	20 kHz	100	[13]
30 cm	20 kHz	70,7	
50 cm	20 kHz	63,7	
70 cm	20 kHz	50,7	
90 cm	20 kHz	29,7	
100 cm	20 kHz	18,3	

Pada Tabel 2 dapat diketahui dengan jarak 10 cm, besaran frekuensi adalah tetap dan nilai magnitudo mencapai 100 *magnitude*. Selanjutnya, ketika jarak antara *transmitter* dan *receiver* diperlebar hingga 100 cm besaran frekuensi yang dapat diterima oleh *hydrophone* adalah 20 kHz dengan magnitudo yang mengecil yaitu sebesar 18,3 *magnitude*. Hasil tersebut didapat dari nilai rata – rata pengujian yang dilakukan sebanyak 10 kali pengulangan.

KESIMPULAN

Setelah melakukan kajian dan analisis terhadap data hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa komunikasi bawah air memiliki perbedaan karakteristik yang dipengaruhi oleh tekanan, arus dan salinitas sehingga menyebabkan interferensi yang kuat pada sinyal yang ditransmisikan. Perangkat *hydrophone* dapat digunakan sebagai alat komunikasi bawah air dengan rentang frekuensi 100 Hz – 60 kHz. komunikasi bawah air juga diketahui bahwa semakin tinggi nilai frekuensi dan jarak yang digunakan maka intensitas yang dapat diterima akan semakin kecil.

REFERENSI

1. Rustamaji, R., Sawitri, K., & Hidayat, N. W. (2018). Prototipe Hydrophone untuk Komunikasi Bawah Air. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, **6**(1), 49.
2. Sinaga, O. P. P., Triwiyatno, A., & Sudjadi, S. (2015). Perancangan Sensor Untuk Mengetahui Keberadaan Ikan Dengan Hydrophone. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, **3**(4), 670–676.
3. J. F. Berry, (1991). Introduction to sonar systems. *Vitr. Tech. J.*, **9**(1), 1–11.
4. Supriyanto, E., Wardihani, E. D., & Purbawati, E. (2017). Analisis Pengaruh Multi Sumber pada Sistem Komunikasi Bawah Air. *Prosiding Sentrinov (Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif)*, **3**(1), TE224-TE235.
5. Sulastriningsih, N. M., Arifianto, D., & Dhanardono, T. (2017). Analysis of Grazing Angle and Frequency Dependence on Acoustic Backscattering Pattern. *Procedia engineering*, **170**, 307–312.
6. Priambudi, T. B. (2019). *Implementasi Pembangunan Secret Key Berbasis Received Signal Strength (RSS) untuk Sistem Komunikasi Bawah Air*. Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
7. Stojanovic, M. & Preisig, J. (2009). Underwater acoustic communication channels: Propagation models and statistical characterization. *IEEE Communications Magazine*, **47**(1), 84–89.
8. Randi, Z., Hestirianoto, T., & Pujiyati, S. (2017). Akustik dibandingkan dengan densitas ikan: kombinasi metode aktif dan pasif. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, **8**(2), 187–198.
9. Supartono, R. (2014). Rancang Bangun Beamforming Sensor Pada Sistem Akustik Bawah Air. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, **5**(2), 141–146.
10. Di Cataldo, G. (2006). The Electronics Handbook, [Book Review]. *IEEE Circuits and Devices Magazine*, **22**(2), 31–31.
11. Wear, K. A., Gammell, P. M., Maruvada, S., Liu, Y., & Harris, G. R. (2011). Time-delay spectrometry measurement of magnitude and phase of hydrophone response. *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*, **58**(11), 2325–2333.
12. Sawitri, K., Rustamaji, R., & Putra, R. M. (2018). Perancangan Transmitter Gelombang Akustik pada VLF Band untuk Bawah Air. *TELKA-Jurnal Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi dan Kontrol*, **4**(1), 11–23.
13. Sontonojaya, A. (2018). *Rancang Bangun Kapal Tanpa Awak untuk Mengukur Magnitudo Pinger Dengan Hydrophone Sensor*. Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.