

ANALISIS PENGARUH MULTI SUMBER PADA SISTEM KOMUNIKASI BAWAH AIR**EKO SUPRIYANTO¹⁾, ENI DWI WARDIHANI²⁾, ESTI PURBAWATI³⁾**¹⁾ Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang, Semarang, 50275²⁾ Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang, Semarang, 50275³⁾ Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang, Semarang, 50275ekosupriyanto@polines.ac.id, edwardihani@polines.ac.id, estipurbawati@gmail.com**ABSTRACT**

Underwater communications have different characteristics with the characteristics of communication in the air, because the water has a complex With its non-homogeneous nature. The signal used in water communication is an acoustic signal in which the acoustic signal can propagate away on the water medium. Vibration of the acoustic signal on the water medium can carry information. In this paper will be done by sending acoustic signal more than one acoustic signal at the same time and different frequency that is 500Hz, and 1500Hz, then received by hydrophone simultaneously. The result of signal delivery will be processed to identify the received acoustic signal and then identified by using Fast Fourier Transform (FFT) method so that it can know the working frequency of all received acoustic signal so that in this study can identify an object in water using the frequency received by Hydrophone.

Keywords: *Underwater Communication, Fast Fourier Transform (FFT), Acoustic Signal.*

ABSTRAK

Sistem komunikasi bawah air memiliki karakteristik komunikasi yang berbeda dengan komunikasi udara hal ini disebabkan media air memiliki kanal yang begitu kompleks serta tidak homogen. Tidak semua sinyal dapat digunakan pada komunikasi dalam air. Sinyal yang dapat digunakan dalam komunikasi air adalah sinyal akustik. Hal ini dikarenakan sinyal akustik dapat merambat jauh pada media air. Getaran yang dihasilkan oleh sinyal akustik dapat dimanfaatkan untuk mengirimkan dan menerima informasi. Pada penelitian ini dilakukan pengiriman sinyal akustik dengan frekuensi yang berbeda yaitu 500Hz dan 1500Hz secara bersamaan, kemudian kedua sinyal tersebut diterima oleh Hydrophone sebagai receiver secara bersamaan pula. Proses pengiriman sinyal ini ternyata dipengaruhi interferensi akibat arus air. Hasil penerimaan sinyal diproses dengan menggunakan algoritma Fast Fourier Transform (FFT) yang mengubah dari kawasan waktu menjadi kawasan frekuensi sehingga dapat diketahui frekuensi kerja dari semua sumber sinyal akustik. Penerapan penelitian ini mampu mengidentifikasi suatu benda dalam air dengan menggunakan frekuensi yang diterima Hydrophone.

Keywords: *Underwater Communication, Fast Fourier Transform (FFT), Acoustic Signal.*

PENDAHULUAN

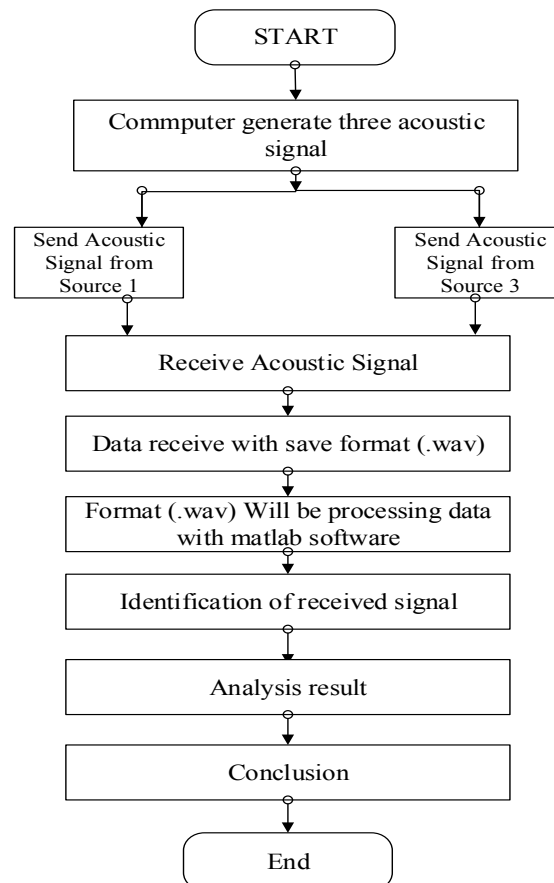
Perkembangan komunikasi saat ini, peranan media kabel perlahan mulai tergantikan oleh media tanpa kabel (wireless), seperti Bluetooth, *Wireless Local Area Network* (WLAN), dan Satelite untuk jarak jauh. Jaringan nirkabel sekarang banyak digunakan dan diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, tidak hanya di udara tapi juga di air. Saat ini komunikasi dalam air telah berkembang, salah satunya di dunia maritim digunakan sebagai deteksi biologis dan non-biologis serta survei populasi ikan menjadi lebih akurat daripada teknologi lain yang sering membahayakan [1]. Komunikasi bawah air memiliki karakteristik yang berbeda dengan di udara karena air memiliki media yang kompleks dan tidak homogen. Dalam komunikasi air digunakan sinyal akustik karena sinyal akustik yang dapat merambat dalam air. Gerakan yang terjadi dalam air dapat dideteksi berdasarkan aliran arus air, gerakan ini bisa menghasilkan emisi sinyal akustik yang membawa informasi akibat perbedaan frekuensi. Frekuensi yang biasa digunakan dalam komunikasi bawah air dari 100 Hz sampai 9500 Hz [2]. Dalam penelitian ini, telah dilakukan pengujian komunikasi bawah laut, dengan mentransmisikan sinyal akustik. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui rambatan dan pengaruh multisumber pada sistem komunikasi bawah air.

Penelitian yang terkait dengan komunikasi bawah air muncul pernyataan "Jika kapal Anda berhenti dan meletakkan kepala pada tabung panjang di air dan menempelkan ke telinga Anda, maka Anda akan mendengar kapal itu jauh dari Anda" [3]. Penelitian yang ada dengan menggunakan teori kinerja, teknologi dan teori kapasitas optimal dianalisis untuk teknik modulasi *Diferensial Phase Shift Keying* (DPSK) non-koheren untuk mengetahui pengaruh penggunaan frekuensi yang paling menguntungkan bila yang digunakan frekuensi tertinggi. Serta teknik modulasi DPSK non-koheren ini memberikan kesederhanaan dalam proses deteksi untuk proses yang sama namun tidak menggunakan lebar frekuensi tertinggi [4]. Penelitian lain menerapkan modul untuk mendeteksi energi akustik yang masuk dari arah horizontal menggunakan empat hydrophone. Konfigurasi modul jenis ini adalah topologi berbentuk bintang, yang isotropik untuk semua arah sinyal akustik yang masuk dan memberikan resolusi yang lebih baik daripada konfigurasi lingkaran pada kondisi jarak tertentu. Untuk mendeteksi sinyal akustik yang masuk dan memperkirakan semua arah secara horizontal yaitu dengan menggunakan algoritma *beamforming* konvensional dan

untuk mendapatkan efisiensi dengan *beam resolution* pada jarak tertentu perlu penyusunan konfigurasi yang diatur ke topologi berbentuk bintang namun memiliki kekurangan yang terjadi yaitu proses transmisi data yang benar-benar rumit [5].

METODE PENELITIAN

Pada sistem komunikasi bawah air, sinyal yang digunakan adalah sinyal akustik yang dihasilkan oleh generator wav dari perangkat lunak Matlab. Alat yang digunakan adalah *speaker* sebagai pengirim informasi (*transmitter*) dan *hydrophone* sebagai penerima informasi (*receiver*). Dengan dua frekuensi yang berbeda dikirim secara bersamaan pada posisi yang juga berubah-ubah dan kemudian diterima *hydrophone* pada posisi *hydrophone* yang tetap. Kemudian sinyal akustik yang diterima oleh *hydrophone* disalurkan melalui kabel *Auxiliary Jack (AUX)* ke komputer dan disimpan dengan perangkat lunak Adobe Cs 5.5 Audio dalam format (.Wav). Perangkat lunak Wav MATLAB yang melakukan proses pengambilan data dan kemudian dilakukan analisis untuk ditarik kesimpulan.



Gambar 1. Diagram proses peneliitian multi sumber komunikasi bawah air

Periode didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk sebuah isyarat atau gelombang mencapai satu gelombang penuh yang dirumuskan dengan[6]

$$T = \frac{t}{n} \tag{1}$$

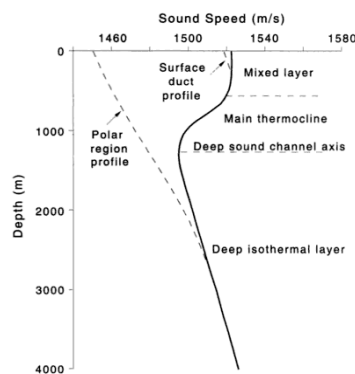
T(s) adalah periode, t (s) adalah waktu sedangkan n merupakan jumlah getaran. Frekuensi merupakan jumlah gelombang tekanan yang melewati titik referensi per satuan waktu dan diukur dalam Hertz (Hz) atau siklus per detik, yang dirumuskan dengan[6]:

$$f = \frac{n}{t} \tag{2}$$

f (hz) adalah frekuensi, n adalah jumlah getaran dan t (s) merupakan waktu. Kecepatan suara c yaitu gerakan longitudinal muka gelombang yang berhubungan dengan frekuensi f dan panjang gelombang dari gelombang dengan persamaan[3]

$$c = f \cdot \lambda \tag{3}$$

Untuk c adalah kecepatan suara (1454,36 m/s), f (Hz) adalah frekuensi dan λ (m) adalah panjang gelombang. Nilai kecepatan suara di suatu titik ditunjukkan dalam bentuk *sound speed profile* berdasarkan kedalaman. Gambar 2 menunjukkan *sound speed profile* yang mengindikasikan variabilitas terbesar yang berada di dekat permukaan sebagai fungsi musim dan waktu pada suatu hari, yaitu siang dan malam. Pada musim yang lebih hangat (atau waktu yang lebih hangat), suhu di permukaan akan meningkat dan sebagai akibatnya, kecepatan suara akan meningkat pada permukaan laut[6].



Gambar 2. Sound speed profile di lautan secara umum

Tegangan merupakan beda potensial atau gaya gerak listrik, yang dapat dinyatakan dalam tegangan efektif (V_{rms}), tegangan maksimal (V_{peak}) serta tegangan *peak to peak* (V_{pp}). Hubungan antara V_{peak} dan V_{rms} dirumuskan [6].

$$V_{peak} = V_{rms} \times \sqrt{2} \quad (4)$$

Dan hubungan antara tegangan puncak ke puncak (*peak to peak*) dengan tegangan maksimum (V_{peak}) adalah sebagai berikut[6].

$$V_{pp} = 2 V_{peak} \quad (5)$$

A. Operasi Dasar Sinyal

Analisis sistem pemrosesan sinyal diskrit, deretnya dapat dimanipulasi dalam beberapa cara. Perkalian (*product*) dan penambahan (*sum*) dari dua deret x dan y dinyatakan sebagai *sample* perkalian dan pembagian [7]

$$x.y = \{x(n)y(n)\} \quad (\text{product}) \quad (6)$$

$$x+y = \{x(n)+y(n)\} \quad (\text{sum}) \quad (7)$$

Perkalian dari deret x dengan sebuah nilai α dinyatakan sebagai

$$\alpha.x = x(n - n_0) \quad (8)$$

Untuk n_0 adalah bilangan *integer*. proses aritmatika pada sinyal yang meliputi penguatan sinyal yang dirumuskan [7]

$$y(t) = \text{amp } x(t) \quad (9)$$

Besar nilai konstanta sinyal $\text{amp} > 1$, pada penguatan sinyal tapi seringkali dinyatakan dalam besaran deciBell (dB), yang didefinisikan dengan [7]

$$\text{amp}_{dB} = 10 \log(\text{output}/\text{input}) \quad (10)$$

Proses aritmatika lain yaitu pelemahan sinyal yang melewati suatu medium mengalami pelemahan energi yang selanjutnya dikenal sebagai *attenuation* (pelemahan atau redaman) sinyal, yang didefinisikan dalam rumus [7].

$$y(t) = \text{att } x(t) \quad (11)$$

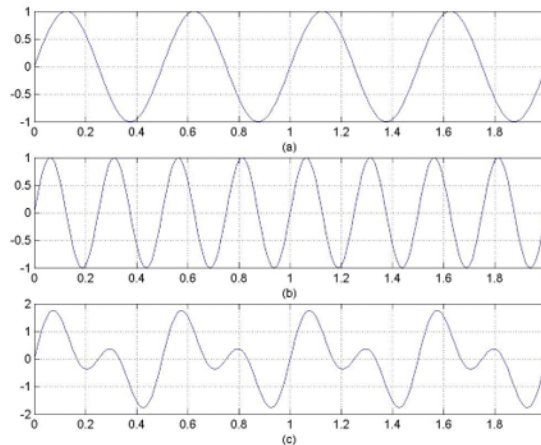
dalam pelemahan sinyal jika nilai $\text{att} < 1$, maka terjadi konstanta pelemahan sinyal yang sering muncul pada sistem transmisi, dan konstanta pelemahan ini dihasilkan oleh proses yang cukup kompleks dalam suatu media tranmisi[7].

Proses aritmatika selanjutnya yaitu penjumlahan, di sini penjumlahan sinyal seringkali terjadi pada peristiwa transmisi sinyal melalui suatu medium. Sinyal yang dikirimkan oleh pemancar setelah melewati medium tertentu seperti udara akan dipengaruhi jumlah kanal sehingga dapat menaikkan level tegangan atau

menurunkan level tegangan tergantung komponen yang dijumlahkan. Pada bagian penerima akan mendapatkan sinyal sebagai hasil jumlahan sinyal asli dari pemancar dengan sinyal yang terdapat pada kanal tersebut, secara matematis dirumuskan[7].

$$y(t) = x_1(t) + x_2(t) \quad (12)$$

Pada setiap komponen sinyal pertama akan dijumlahkan dengan komponen sinyal kedua yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Contoh penjumlahan pada sinyal sinus (a) sinyal input 1 (b) sinyal input 2 (c) sinyal hasil penjumlahan.

B. Fast Fourier Transform (FFT)

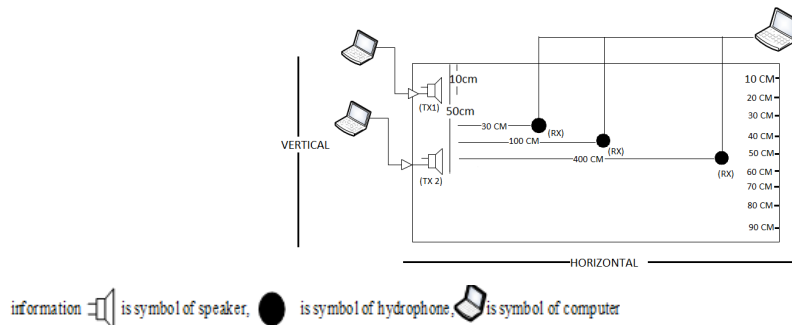
Fast Fourier Transform adalah salah satu metode untuk mengubah sinyal suara dalam domain waktu menjadi sinyal dalam domain frekuensi. Hal ini berarti bahwa proses perekaman suara disimpan dalam bentuk digital dari spektrum suara berbasis suara sehingga lebih mudah menganalisis spektrum frekuensi suara yang telah direkam. FFT adalah algoritma untuk menghitung transformasi Fourier diskrit dengan cepat dan efisien. Kebanyakan sinyal dalam sistem komunikasi bersifat kontinyu, maka untuk kasus sinyal kontinu dapat digunakan Fourier Transform yang didefinisikan dengan rumus[8]:

$$S(f) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) e^{-j2\pi ft} dt \quad (13)$$

Untuk $s(f)$ adalah sinyal dalam domain frekuensi (domain frekuensi), $s(t)$ adalah sinyal dalam domain waktu (domain waktu), dan $e^{-j2\pi ft}$ adalah konstanta dari sebuah sinyal, sedangkan f adalah frekuensi dan t adalah waktu.

C. Penentuan Jarak Antara Transmitter dan Receiver.

Pada pengukuran pertama ditentukan lokasi antara *Transmitter* (TX) dan *Receiver* (RX), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Konfigurasi sistem

Pengujian akan dilakukan tiga kali tiap percobaan untuk tx dan rx diletakan di bawah air, dengan posisi kedua pemancar (tx) berubah posisi dan posisi penerima (rx) tetap, perubahan dilakukan dengan memindahkan posisi secara horisontal seperti pada pada Tabel I, untuk dS1 adalah kedalaman Tx1 dari permukaan air(cm), dS2 adalah kedalaman Tx2 dari permukaan air(cm), dH adalah jarak horisontal antara tx dan rx (cm) dan dV adalah jarak vertikal hydrophone dari permukaan air(cm).

TABEL 1. JARAK TX KE RX PADA PERCOBAAN 1

Pengujian	kedalaman hydrophone (cm)	kedalaman s1 (cm)	kedalaman s2 (cm)	jarak h ke speaker (M)	
		Frekuensi 1500	Frekuensi 500	s1	s2
1	10	20	40	1	1
2	20	20	40	3	1
3	30	20	40	5	1

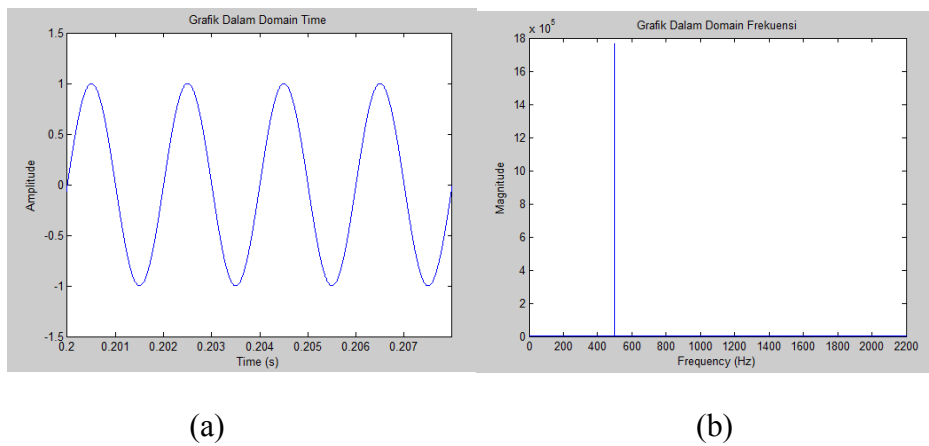
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian ini dilakukan di Pantai Bondo, Ds Mlonggo, Kota Jepara dengan suhu air laut 32 derajat celcius. Pemilihan sinyal suara sebagai masukan berupa *file*

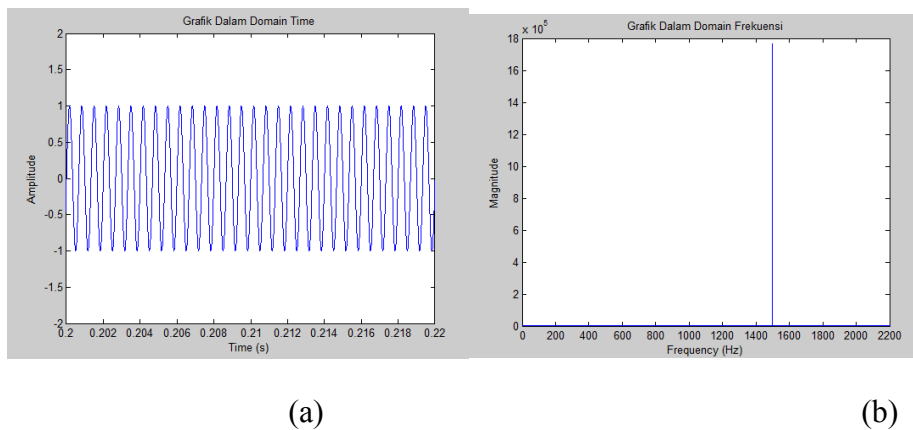
extension (.wav). Sinyal suara dihasilkan dari luaran pembangkit gelombang perangkat lunak matlab. Sinyal akustik dibangkitkan berdasarkan frekuensi sampling sebesar 44100 Hz pada Tabel 2 dan Gambar 5 serta Gambar 6.

Tabel 2. Sinyal Suara Masukan

Voice	Size	Leng th (s)	Frequency (Hz)
Source 1	861 KB	10	500
Source 2	861 KB	10	1500

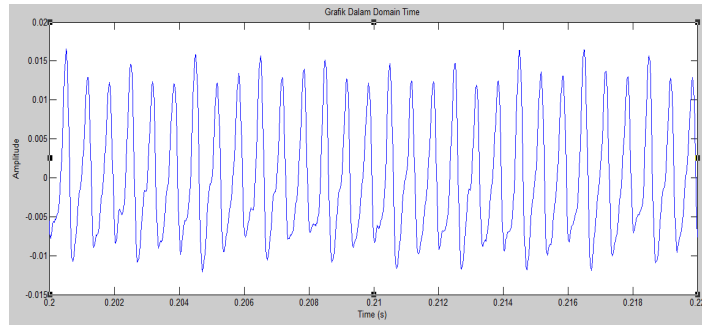


Gambar 5. Sinyal suara masukan 500 Hz (a) domain waktu ; (b) domain frekuensi
 Pada Gambar 5 (a) gelombang sinus dengan panjang satu periode gelombang sinus adalah 0,202 detik. Tinggi amplitudo maksimal 1 dengan nilai Vpp maksimal sebesar 2 Volt itu didapatkan dari nilai Vmax sebesar 1 Volt dan nilai Vmin 1 Volt

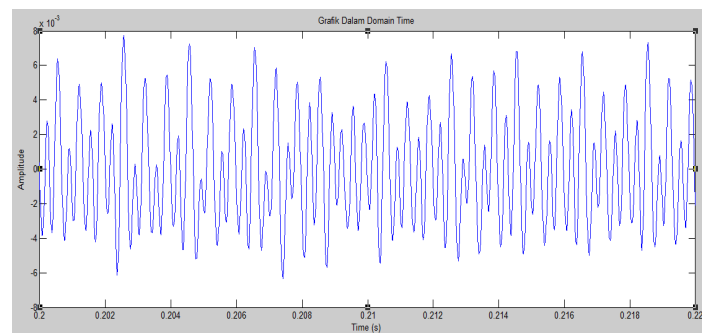


Gambar 6. Sinyal suara masukan 1500 Hz (a) domain waktu ; (b) domain frekuensi

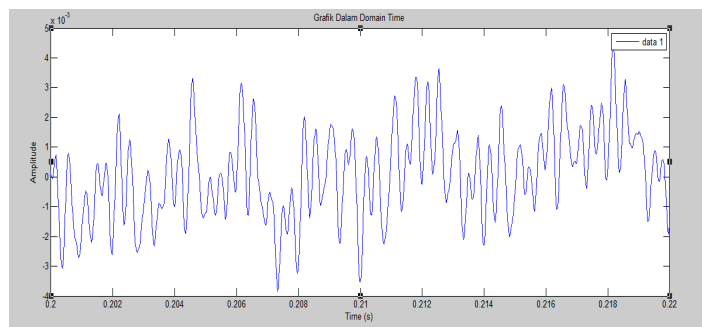
Pada Gambar 6 (a) gelombang sinus dengan panjang satu periode gelombang sinus adalah 0,202 detik. Tinggi amplitudo maksimal 1 dengan nilai Vpp maksimal sebesar 2 Volt itu didapatkan dari nilai Vmax sebesar 1 Volt dan nilai Vmin 1 Volt



Gambar 9. Domain waktu pengujian 1



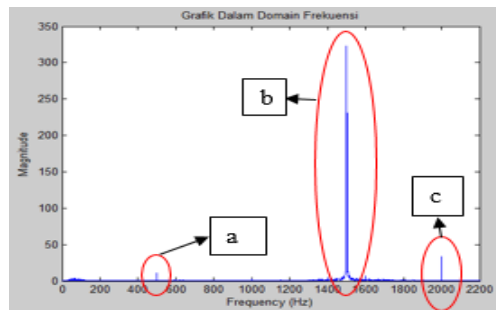
Gambar 10. Domain waktu pengujian 2



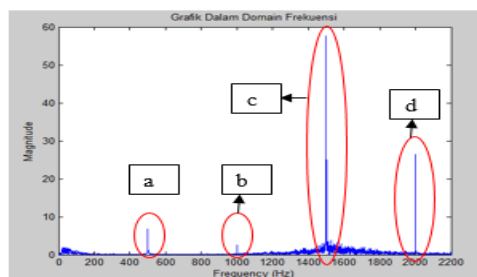
Gambar 11. Domain waktu pengujian 3

Gambar 9 menghasilkan gelombang sinus dengan nilai maksimal amplitudo 0.02249 Volt dengan Vpp 0.452 Volt yang didapatkan dari Vmax 0.0225 Volt dan Vmin 0.0227 Volt. Sedangkan pada Gambar 10 dengan nilai maksimal amplitudo 0.01492 Volt dengan Vpp 0.028 Volt yang didapatkan dari Vmax 0.01492 Volt dan Vmin 0.01309 Volt. Dan pada Gambar 11 menghasilkan gelombang sinus dengan nilai maksimal amplitudo 0.004552 Volt dengan Vpp 0.012242 Volt yang didapatkan dari Vmax 0.004552 Volt dan Vmin 0.01025 Volt. Dari ketiga pengujian penerimaan sinyal

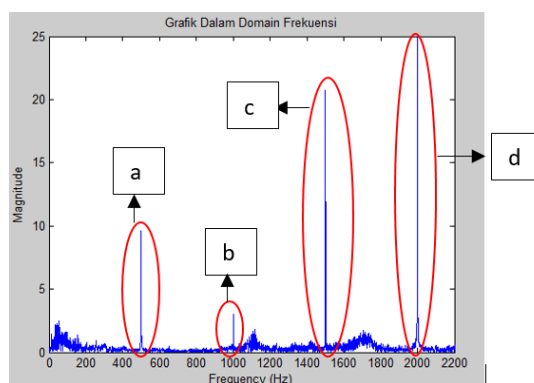
ini mengalami konstanta pelemahan dikarenakan nilai $V_{pp} < 1$ hal ini disebabkan karena proses yang kompleks dalam proses pengiriman data hingga penerimaan data dalam suatu media transmisi. Pada Gambar 9, Gambar 10 dan Gambar 11 masih dalam bentuk domain waktu sinus sehingga sulit untuk dilakukan identifikasi frekuensi karena sinyal sinus yang dihasilkan berubah-ubah.



Gambar 12. Domain frekuensi pengujian 1



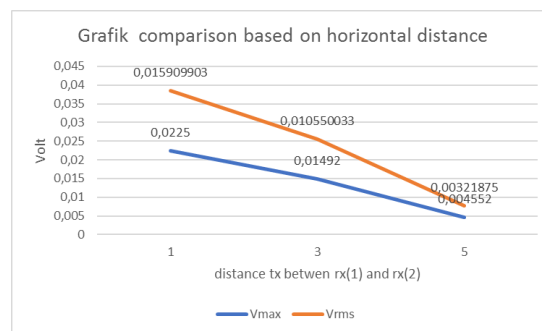
Gambar 13. Domain frekuensi pengujian 2



Gambar 14. Domain frekuensi pengujian 3

Pada Gambar 12, Gambar 13 dan Gambar 14 merupakan hasil dari algoritma *Fast Fourier Transform*. Pada Gambar 12 terdapat tiga garis biru yang menonjol yaitu simbol a frekuensi 500 Hz, simbol b frekuensi 1500 Hz dan simbol c frekuensi 2000 Hz. Sedangkan pada Gambar 13 dan Gambar 14 terdapat 4 garis biru yang menonjol

yaitu simbol a frekuensi 500 Hz, simbol b frekuensi 100 Hz, simbol c frekuensi 1500 Hz dan simbol d frekuensi 2000 Hz. Pada Gambar 12, Gambar 13 maupun Gambar 14 terdapat sinyal tambahan, pada Gambar 12 muncul frekuensi 2000 Hz, Gambar 13 muncul frekuensi 1000 Hz dan 2000 Hz dan pada Gambar 14 muncul frekuensi 1000 Hz dan 2000 Hz, hal ini dikarenakan peristiwa transmisi sinyal melalui medium tertentu sehingga sering menyebabkan penjumlahan sinyal sesuai dengan rumus (12). Pada Gambar 4 dan 5 terdapat garis rapat seperti sekumpulan rumput, itu merupakan sinyal tidak teratur itu sebagai derau. Hasil pengujian dan analisis dari ketiga pengujian yang berdasarkan jarak horisontal dapat dibandingkan untuk mengetahui pengaruh jarak terhadap tx ke rx yang didapatkan hasil berupa data grafik yang dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Grafik berdasarkan Jarak Horisontal

Grafik yang ditunjukkan terlihat penurunan pada nilai maksimal amplitudo, nilai tertinggi amplitudo sebesar 0,0225 Volt pada jarak horisontal tx(1) 1 meter tx (2) 1 meter, sedangkan pada jarak horisontal tx(1) 1 meter tx (2) 3 meter tinggi maksimal amplitudo 0,01492 Volt dan nilai amplitudo terendah pada jarak tx(1) 1 meter tx (2) 5 meter yaitu 0,004552 Volt. Semakin jauh jarak rx terhadap tx nilai amplitudo semakin berkurang atau jauh dari nilai amplitudo yang dikirim oleh tx yaitu sebesar 1 Volt.

KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian dan analisis maka dapat disimpulkan bahwa pada komunikasi bawah air berbeda sifat dengan komunikasi di udara karena sifat yang kompleks pada air serta pengaruh tekanan dan arus pada air sehingga mengakibatkan interferensi yang cukup besar sinyal yang dikirim ke sinyal yang diterima dan algoritma *Fast Fourier Transform* (FFT) terbukti bisa digunakan dalam identifikasi sinyal suara.

DAFTAR PUSTAKA

- Arham dkk, "Laporan Tugas Besar ' Propagasi Akustik Bawah Air ,'" *ITBjournal*, 2014.
- N. M. Sulastriningsih, D. Arifianto, and T. Dhanardono, "Analysis of Grazing Angle and Frequency Dependence on Acoustic Backscattering Pattern," *Procedia Eng.*, vol. 170, pp. 307–312, 2017.
- B. Katnelson, V. Petnikov, and J. Lynch, "Underwater Acoustics," *Fundam. shallow water Acoust.*, pp. 145–193, 2012.
- A. Z. M. Imran, M. Hossen, and T. Islam, "Capacity Optimization of Underwater Acoustic Communication System," *IEEE*, pp. 8–12, 2016.
- S. Oh *et al.*, "Prototype Development of an Underwater Sound Measurement Module Using Four Hydrophones," *IEEE, Signal Process.*, pp. 0–3, 2015.
- Various, "Underwater Acoustics: Noise and the Effects on Marine Mammals," *JASCO Appl. Sci.*, 2011.
- B. huda miftahul., And santosa, "signal and System," pp. 1–14.
- M. Rahman, "Aplication of Fourrier Transform to Generalized Functions." www.witpress.com, 2011.