

Jurnal *Rekayasa Elektrika*

VOLUME 15 NOMOR 3

Desember 2019

Rekayasa Transmitter dan Receiver untuk Sistem Komunikasi Akustik Bawah Air 162-168

Henry M Manik, Susilohadi, dan Billi R. Kusumah

JRE	Vol. 15	No. 3	Hal 157-202	Banda Aceh, Desember 2019	ISSN. 1412-4785 e-ISSN. 2252-620X
-----	---------	-------	-------------	------------------------------	--------------------------------------

Rekayasa Transmitter dan Receiver untuk Sistem Komunikasi Akustik Bawah Air

Henry M Manik¹, Susilohadi², dan Billi R. Kusumah³

¹Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan FPIK IPB University Kampus IPB Dramaga Bogor 16680

²Puslitbang Geologi Laut Balitbang ESDM, Jl. Dr. Djunjunan No. 236 Bandung 40174

³Fakultas Teknologi Kelautan dan Perikanan Universitas Nahdlatul Ulama, Jl. Sisingamangaraja No. 33 Cirebon 45111
e-mail: henrymanik@apps.ipb.ac.id

Abstrak—Sejak tahun 2016 telah dikembangkan teknologi deteksi sumber daya secara akustik yang relatif sederhana dan mutakhir, yaitu teknologi Penginderaan Jauh Pandu Gelombang Akustik Kelautan (*Ocean Acoustic Waveguide Remote Sensing*). Teknologi akustik dapat mendeteksi sumberdaya kelautan secara berkesinambungan tanpa merusak lingkungan. Teknologi akustik berguna untuk monitoring dan kuantifikasi target bawah air seperti sumber daya laut dan lingkungan yang dapat dilakukan secara terus menerus, berkelanjutan, *in-situ*, real time, berbiaya yang murah, dan tidak memerlukan jumlah tenaga kerja yang banyak. Penelitian ini merekayasa teknologi Penginderaan Jauh Akustik Kelautan untuk mendeteksi jarak propagasi sinyal. Langkah yang dilakukan pada penelitian ini adalah merekayasa sistem perangkat akustik seperti *transmitter* dan *receiver* berdasarkan sensor transduser pengirim TR-103 dan transduser penerima Benthos Aq-1. Berdasarkan hasil pengujian, rancangan *transmitter* dan *receiver* telah sesuai dengan spesifikasi besaran piezoelektrik yang terukur. Hasil pengujian pada laut terbuka di Kepulauan Seribu menunjukkan jarak deteksi propagasi sinyal *transmitter* sampai ke *receiver* mencapai 100 m.

Kata kunci: *akustik, transmitter, receiver, komunikasi, bawah air, penginderaan jauh*

Abstract—Since 2016 acoustic detection technology for marine resources had been developed which was relatively simple and sophisticated, namely Ocean Acoustic Waveguide Remote Sensing. The technology was useful for monitoring and quantifying underwater targets such as marine resources and the environment that can be conducted continuously, sustainable, in situ, real time, and low cost. This research had designed Ocean Acoustic Remote Sensing technology instrument to detect signal propagation range. The step taken in this research was to build an acoustic device system such as transmitter and receiver based on TR-103 transmitting transducer sensor and Benthos Aq-1 receiving transducer. Based on the experiment results, the transmitter and receiver designed was confirmed with the measured piezoelectric quantity specifications. The results at open ocean in the Thousand Islands showed the detection range of transmitter signal propagation to the receiver was 100 m.

Keywords: *acoustics, transmitter, receiver, communication, underwater, remote sensing*

Copyright © 2019 Jurnal Rekayasa Elektroika. All right reserved

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan jumlah pulau sebanyak 17.504 buah dan garis pantai sepanjang 81.000 km². Disamping itu terdapat wilayah teritorial dan wilayah Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE). Dengan cakupan yang demikian besar dan luas, potensi sektor maritim diharapkan mampu memberikan kontribusi ekonomi yang signifikan bagi Indonesia. Sumberdaya kelautan terdiri atas sumberdaya hayati dan non hayati laut. Untuk mengoptimalkan sumberdaya kelautan secara berkesinambungan tanpa merusak lingkungan untuk menunjang pembangunan nasional sejak tahun 2016 telah mulai dikembangkan teknologi deteksi sumber daya secara akustik yang relatif sederhana dan mutakhir, yaitu teknologi *Penginderaan Jauh Akustik Kelautan (Ocean Acoustic Waveguide Remote Sensing)* [1]. Teknologi tersebut berguna untuk monitoring dan

kuantifikasi target bawah air seperti sumber daya laut dan lingkungan yang bisa dilakukan secara terus menerus (berkelanjutan), *in situ*, *real time*, berbiaya yang murah, dan tidak memerlukan jumlah tenaga kerja yang banyak. Mengingat sumberdaya kelautan Indonesia yang besar dan perlunya pengembangan sistem pertahanan laut, maka pada penelitian ini dilakukan rancang bangun teknologi akustik bawah air berupa *transmitter*, *receiver*, dan sistem akuisisi akustik pada skala laboratorium/tangki uji dan pengujian di laut.

Penelitian ini menggunakan teknologi *Penginderaan Jauh Akustik Kelautan*. Beberapa kelebihan menggunakan teknologi tersebut dalam mendeteksi target adalah [2]: (1) jarak deteksi jauh (*long range detection*), (2) atenuasi kecil (*little attenuation*), (3) perolehan citra objek lebih luas dan cepat (*much larger image and fast*), (4) perolehan informasi spectral yang lebar (*broad spectral information*), (5) peningkatan deteksi target (*improved target detection*),

(6) peningkatan resolusi jarak (*improved range resolution*), dan (7) stabil dalam mengestimasi sinyal akustik (*stable estimate of acoustic signal*).

State of the art dari bidang yang diteliti adalah penggunaan teknologi *Penginderaan Jauh Akustik Kelautan* untuk deteksi suara mamalia paus sejauh 100 km dengan *hydrophone array* [3]. Hasil riset ini dikaitkan dengan pengelolaan ekosistem laut. Perkembangan sensor pada instrumen tersebut dapat digunakan untuk pemetaan jenis ikan yang mempunyai gelembung renang [4]. Pengamatan ekosistem laut dan populasi ikan secara *instantaneous imaging* di areal *continental shelf* merupakan aplikasi dari teknologi akustik [5]. Pada awal pengembangan metode akustik dilakukan untuk pengamatan populasi dan tingkah laku ikan secara jarak jauh [6]. Hal ini didasari perkembangan teknologi *Broadband* yang digunakan hanya mampu mendeteksi ikan pada arah vertikal ke arah dasar laut, sedangkan pada zona horizontal sensor tersebut tidak mampu untuk mendeteksi target. Dengan merekam energi gelombang yang kembali ini maka objek tersebut diketahui atau dideteksi [7]. Secara umum dapat dikatakan bahwa energi gelombang akustik yang diterima ini sebanding dengan tingkat kepadatan ikan yang ada dalam kolom air [8]. Semakin padat atau tinggi konsentrasi target seperti ikan dan dasar laut tersebut maka akan semakin kuat energi yang dikembalikannya [9].

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Transduser

Gambar 1 menunjukkan Transduser TR-09 dengan disertai dengan spesifikasi yang digunakan.

B. Sensor Benthos AQ-1 (Piezoelektrik silinder)

Piezoelektrik adalah bahan utama yang digunakan pada bagian ini. Piezoelektrik yang digunakan berupa silinder panjang yang terbuat dari kandungan pelat logam kuningan. Peneliti menggunakan piezoelektrik Benthos aq-1 (Gambar 2) berbentuk silinder dengan asumsi beam pattern dari sinyal tersebar secara omni-directional.

Transduser sebagai penerima signal adalah bahan piezoelektrik, menerima signal gelombang tekan yang



Gambar 1. Transduser TR-09



Gambar 2. Piezoelektrik jenis silinder (Elemen receiver Benthos AQ-1)

berasal dari *transmitter* atau yang telah terpantul oleh beberapa obyek. Transduser yang dipergunakan dalam disain ini adalah Benthos AQ-1 yang dimasukkan kedalam tabung pendedap untuk menghindarkan kontak langsung dengan air.

C. Pehitungan transmitter

Rangkaian *one shot* berfungsi menterjemahkan perintah dari Sistem Akuisisi menjadi satu bentuk pulsa positif dengan panjang pulsa yang dapat diatur. Adapun persamaan yang digunakan untuk mengatur nilai lebar pulsa adalah [10].

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

Rangkaian *Signal Generator* berfungsi sebagai sumber sinyal yang akan digunakan. Dalam rancang bangun hanya akan dimanfaatkan untuk membangkitkan gelombang sinusoidal dengan besaran frekuensi tertentu. Adapun persamaan yang digunakan untuk mengatur nilai frekuensi generator adalah sebagai berikut [11]:

$$\text{Frekuensi (Hz)} = \frac{1}{RC} \quad (2)$$

D. Perhitungn receiver

Nilai penguatan *Pre-Amplifier* ditentukan oleh perbandingan resistor *feed back* dan resistor masukan. Adapun persamaan penguat yang diperlukan adalah sebagai berikut:

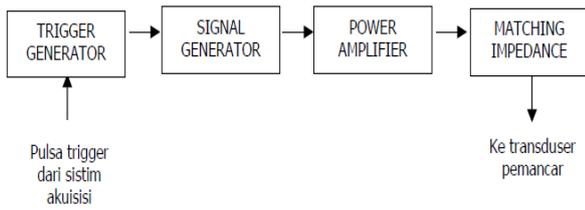
$$G = V_{in} \left(\frac{R_{in} + R_f}{R_{in}} \right) \quad (3)$$

IC LM1458 merupakan *dual operational amplifier* sehingga dapat dimanfaatkan sebagai perangkat BPF. Satu *operational* digunakan sebagai HPF dan lainnya sebagai LPF. Adapun persamaan filter yang digunakan seperti berikut:

$$f_c (\text{Hz}) = \frac{1}{2\pi RC} \quad (4)$$

Tabel 1. Spedifikasi Benthos AQ-1

Spesifikasi	Deskripsi
Kapasitansi	14.5 nF
Respon frekuensi	1 Hz hingga 10 kHz
Kedalaman	1732 m
Dimensi	4.5 cm (Panjang) x 1.6 cm (diameter)
Berat	17.3 g



Gambar 3. Diagram alir sistem transmitter akustik



Gambar 5. Hasil rekayasa transmitter

III. METODE

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain:

A. Pengembangan Sistem Transmitting dan Receiving

Perancangan sistem sensor transmitting dan receiving Penginderaan Jauh Akustik Kelautan dilakukan di Laboratorium Pemrosesan Sinyal Akustik Bawah Air Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan FPIK-IPB dan Laboratorium Instrumentasi Maritim Pusat Penelitian Geologi Laut, Balitbang ESDM.

a. Transmitter

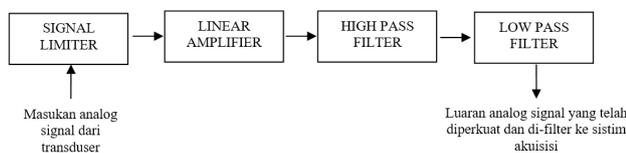
Pada bagian ini terdapat beberapa komponen penting yang tidak bisa dipisahkan satu sama lain. Bagian ini merupakan pengambil data analog berupa besaran fisik yang diindra oleh sensor. Sensor yang akan digunakan menggunakan *underwater transducer*. Pada kondisi ini besaran yang diterima oleh sensor masih bersifat analog, yakni berupa pulsa listrik (*ping*) dari hasil perubahan vibrasi sensor sonar pada bagian pengirim pulsa yang kemudian akan dikembalikan lagi oleh target dalam bentuk pulsa yang membawa informasi sesuai dengan karakteristik target. *Programmable transmit power* telah dirancang pada sistem kerja *transmitter* (Gambar 3).

b. Receiver

Data yang dikirimkan oleh *transmitter* kemudian diterima oleh *receiver*. Data yang diterima itu kemudian diidentifikasi oleh mikrokontroler dimana data tersebut harus mempresentasikan kondisi di lapangan, artinya dapat memberikan informasi target yang diamati oleh sistem *transmitter*. Data yang diterima tersebut kemudian diolah oleh *personal computer* (PC) dengan merancang terlebih dahulu *interface* atau antar muka antara PC dan sistem *receiver* (Gambar 4).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rancang Bangun Transmitter Akustik



Gambar 4. Diagram alir sistem receiver akustik

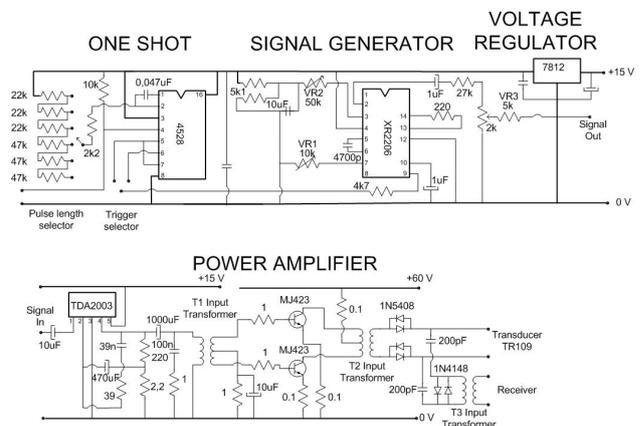
Transmitter Penginderaan Jauh Akustik Kelautan merupakan perangkat pemancar signal akustik bawah air sederhana, signal akustik dipancarkan melalui satu atau beberapa buah transduser akustik. Hasil rekayasa *transmitter* ditunjukkan pada Gambar 5.

Signal akustik *sinusoidal* dibangkitkan oleh sebuah *signal generator* yang dapat dirancang untuk memberikan luaran pada beberapa frekuensi tertentu. Pembangkitan sinyal ini dikontrol oleh *Trigger Generator* yang mendapatkan perintah dari Sistim Akuisisi. Oleh karena daya dari *Signal Generator* masih cukup rendah untuk menggerakkan *Piezoelectric Transducer* sehingga diperlukan sebuah *Power Amplifier* dan *Matching Impedance* agar transfer daya dapat terjadi dengan baik.

Detail disain *transmitter* hasil perancangan terlihat pada Gambar 6. *Transmitter* secara umum hanya membutuhkan 4 buah *Integrated Circuit* (IC), yang masing-masing berfungsi sebagai *Trigger Generator*, *Signal Generator*, dan *Amplifier* berikut *Matching Impedance Transformer* [12].

One Shot generator berfungsi menerjemahkan perintah dari Sistem Akuisisi menjadi satu bentuk pulsa positif dengan panjang pulsa yang dapat diatur. Tugas ini dilakukan oleh IC CMOS 4528 dan rangkaian RC sebagai penentu lebar pulsa. Dengan nilai kapasitor $C = 0,047 \mu\text{F}$ dan nilai resistor tetap agar dapat memberikan panjang pulsa tetap pada 0,5 ms, 1 ms, 2 ms, 3 ms, 4 ms, dan 5 ms (*Pulse length selector*). Nilai lebar pulsa tersebut sesuai dengan persamaan $\frac{1}{2} RC$. Pulsa dikeluarkan pada pin 6 atau 7, dan dipergunakan untuk mengaktifkan IC XR2206 *Signal Generator* pada pin 9.

Signal Generator menggunakan IC XR2206 yang merupakan *monolithic function generator* yang mampu menghasilkan bentuk gelombang *sinusoidal*, persegi,



Gambar 6. Skematik rangkaian transmitter

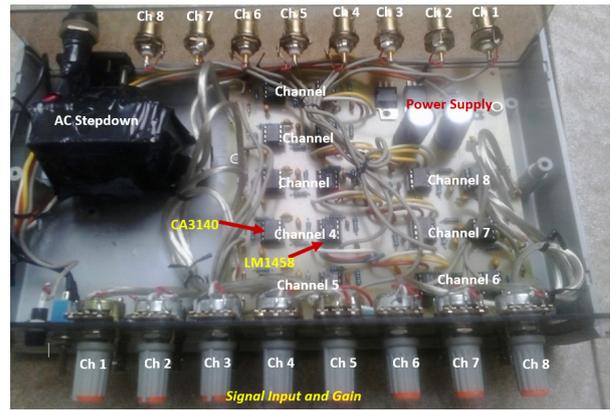
segitiga dan gigi gergaji. Namun dalam rancang bangun ini hanya dimanfaatkan kemampuannya untuk membangkitkan gelombang *sinusoidal*. Frekuensi dari gelombang ditentukan oleh kapasitor yang dihubungkan ke pin-pin 5 dan 6, dan resistor (VR2) yang dihubungkan antara 7 atau 8 dengan *massa/ground* atau catu daya negatif, dengan persamaan $F = 1/(RC)$. Dalam disain ini nilai kapasitor dibuat tetap pada $0,0047 \mu\text{F}$, sedangkan nilai resistor dibuat variabel sesuai dengan kebutuhan frekuensi antara 500 Hz hingga 20 kHz melalui sebuah variabel potensiomete. Luaran XR2206 pada pin 2, setelah melalui rangkaian pembagi tegangan dan potensio meter 5 kohm dialirkan kepada rangkaian Power Amplifier yang didasarkan pada 2 buah *power transistor* MJ423 atau MJ15015 dengan konfigurasi *push-pull*. Rangkaian tersebut didisain untuk dapat mendorong signal pada transduser TR109 yang mempunyai impedansi 125 ohm.

Sebagaimana terlihat pada Gambar 8, rangkaian Power Amplifier memerlukan Input Transformer (T1) untuk menyalurkan daya dari amplifier IC TDA2003 yang dimanfaatkan sebagai pendorong (driver amplifier) bagi 2 buah power transistor MJ 423 atau MJ15015. Power Amplifier juga memerlukan Output Transformer (T2) untuk menyalurkan daya dari kedua transistor ke transduser TP109. Adapun tegangan DC yang diperlukan oleh kedua transistor untuk menghasilkan daya >100 watt adalah antara 60-70 volt DC, dengan arus > 2 ampere.

Dalam disain ini digunakan power transistor MJ15015 yang banyak terdapat dipasaran Indonesia dengan kemampuan daya luaran maksimum 180 watt pada tegangan maksimum 120 volt DC dengan tegangan antara basis dan emiter transistor tidak melebihi 7 volt. Dengan demikian jumlah lilitan sekunder transformator input (T1) adalah tidak jauh berbeda dengan jumlah lilitan primer. Oleh karena daya output yang diharapkan adalah >100 watt (300 watt maksimum) dengan tegangan emiter-kolektor MJ15015 sebesar 70 volt, maka arus yang mengalir melalui transistor dapat mencapai 4,3 ampere, atau impedansi output sekitar 16 ohm.

Jumlah lilitan primer yang diperlukan adalah 2×15 gulung, sedangkan jumlah lilitan sekunder sesuai dengan perbandingan akar kuadrat impedansi transduser TR109 (125 ohm) dan impedansi output transistor (16 ohm), yaitu sebanyak 84 gulung. Pada saat daya maksimum, hasil pengukuran tegangan jatuh pada resistor 0,1 ohm yang tersambung antara tegangan positif 60/70 volt DC dengan titik tengah output transformer (CT) diperoleh nilai 0,6 volt. Hal ini berarti bahwa arus yang mengalir melalui kedua transistor MJ 15015 adalah 6 ampere, sehingga daya output transistor mencapai 420 watt.

Dari hasil-hasil pengujian Sistem komunikasi akustik bawah air terjadi reverberasi yang berlebihan. Hal ini kemungkinan disebabkan bahwa panjang pulsa yang dibangkitkan terlalu panjang pada lingkungan yang terbatas (tangki uji berbentuk lingkaran dengan diameter 4 meter). Reverberasi yang terjadi kemungkinan merupakan interaksi antara signal-signal terpantul dan yang dibangkitkan.



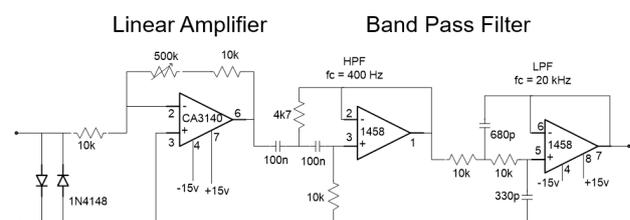
Gambar 7. Hasil rekayasa receiver

B. Perancangan receiver sinyal akustik bawah air

Seluruh komponen elektronika dirakit pada sebuah *single sided* PCB ukuran $12 \times 12,5$ cm, kecuali potensiometer pengatur gain, konektor dan transformator penurun tegangan untuk catu daya rangkaian. Untuk mengurangi *noise* (derau) shielded cable digunakan sebagai penyambung antara konektor *input/output* BNC dengan PCB, dan antara PCB dengan potensiometer. Gambar 7 memperlihatkan modul *receiver*.

Detail skematik rangkaian *receiver* hasil perancangan terlihat pada Gambar 8. Rangkaian *receiver* tersusun oleh 3 komponen aktif.

Signal dari transduser penerima dimasukkan ke Linear Amplifier melalui rangkaian pembatas tegangan yang berupa *diode ring* dan resistor 10 kohm. Dioda tersebut berfungsi membatasi tegangan signal agar tidak lebih dari 0,7 volt. IC CA3140 dikonfigurasi sebagai linear amplifier melalui resistor *feed back* 10 kohm dan potensiometer 500 kohm. Nilai penguatan ditentukan oleh perbandingan resistor *feed back* dan resistor masukan, dalam disain ini penguatan dapat diatur antara 1 hingga 500 kali. IC LM1458 merupakan dual operational amplifier (opamp) sehingga dapat dimanfaatkan sebagai BPF orde kedua, satu opamp sebagai HPF dan lainnya sebagai LPF. Rangkaian High dan *Low pass filter* didisain untuk memberikan lolos frekuensi antara 400 Hz hingga 20 kHz (sesuai dengan disain *transmitter*) dengan penguatan datar satu, disamping itu filter juga dimaksudkan untuk menekan derau akibat frekuensi 50 Hz yang berasal dari jala-jala listrik. Untuk itu rangkaian menggunakan konfigurasi Butterworth dengan nilai lolos frekuensi HPF ditentukan oleh nilai-nilai kapasitor 100 nF dan resistor 4,7 kohm dan 10 kohm. Nilai lolos frekuensi LPF ditentukan oleh nilai-



Gambar 8. Skematik rangkaian receiver

nilai kapasitor 680 pF dan 330 pF, dan resistor 10 kohm.

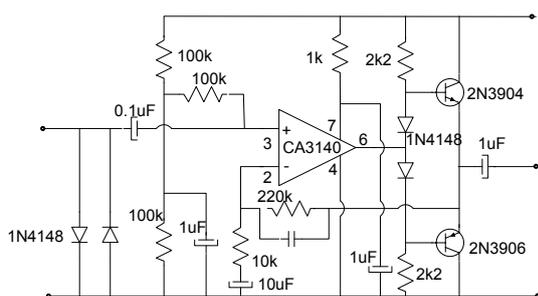
Pengujian *receiver* ditujukan untuk mengetahui unjuk kerja dan kemungkinan perlunya modifikasi rangkaian maupun disain PCB agar *receiver* dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian bersifat statis dengan fokus pengujian pada: 1) Pengujian tegangan masukan yang diperlukan oleh IC CA3140 dan LM1458 pada semua saluran, yaitu: 0, +12, dan -12 volt. 2) Pengujian besaran gain dari IC CA3140 dengan menginjeksikan signal sinusoidal dari signal generator. 3) Pengujian tanggap frekuensi HPF dan LPF dengan menginjeksikan signal sinusoidal dari signal generator pada frekuensi < 400 Hz hingga > 20 kHz. Pengujian tank test dilakukan secara terintegrasi lengkap dengan Sistim Akuisisi, *Transmitter* dan *Receiver*.

C. Modifikasi Receiver (Pre-amplifier Ekstensi)

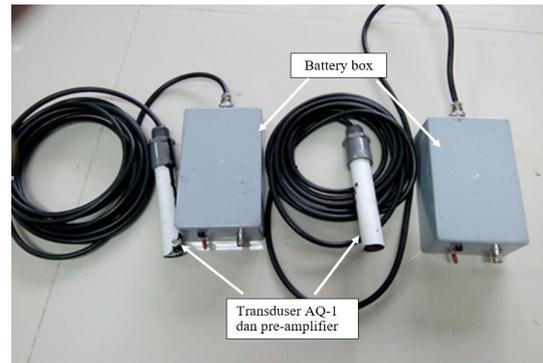
Perancangan ini dilakukan setelah diketahui kurangnya sensitifitas transduser akustik yang digunakan. Transduser yang berupa bahan piezoelektrik, menerima signal gelombang tekan yang berasal dari *transmitter* atau yang telah terpantul oleh beberapa obyek. Dalam rancangan ini transduser yang dipergunakan adalah Benthos AQ-1.

Sebuah rangkaian preamplifier kemudian ditambahkan memperkuat signal akustik dibawah 20 mVolt, sesuai dengan sensitifitas transduser piezoelektrik. Preamplifier dibuat dengan menggunakan sebuah operational amplifier yang mempunyai unjuk kerja bagus dan menghasilkan derau (noise) yang rendah. Dalam hal ini IC CA3140 digunakan mengingat impedansi masukan yang cukup tinggi sehingga tidak membebani transduser [13]. Preamplifier juga dimaksudkan untuk bisa mendorong signal yang telah diperkuat untuk mengatasi resistansi dan impedansi dari kabel transmisi yang cukup panjang. Untuk itu diperlukan penguat diskrit berupa 2 buah transistor yang saling berpasangan, 2N3904 dan 2N3906. Adapun disain preamplifier adalah seperti terlihat pada Gambar 9.

Receiver diletakkan dibawah air sehingga diperlukan *housing* agar dapat bekerja dan terhindar dari kontak langsung dengan air atau ait laut. Housing berupa pipa PVC yang dapat memuat transduser dan rangkaian preamplifier sekaligus. Rangkaian preamplifier memerlukan catu daya 9-12 volt DC yang berasal dari rangkaian beberapa buah baterai kering ukuran AA. Rangkaian baterai diletakkan di atas air dengan menggunakan sebuah *Battery Box* plastik.



Gambar 9. Rangkaian preamplifier ekstensi



Gambar 10. Hasil rekayasa preamplifier ekstensi

Hasil perakitan dapat dilihat pada Gambar 10.

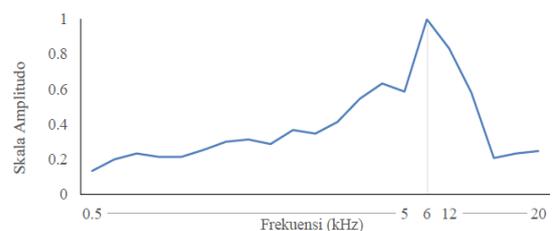
D. Hasil uji efektifitas alat

Pengujian ini dilakukan melalui pengaturan variabel resistor pada rangkaian signal generator *transmitter*. Resistor variabel pada rangkaian generator signal *transmitter* digunakan untuk mengubah nilai frekuensi. Hasil pengujian yang dilakukan pada frekuensi 500 Hz sampai dengan 20 kHz dengan jumlah pulsa tetap, menunjukkan bahwa transduser memiliki daerah kerja efektif pada kisaran frekuensi 6 kHz (Gambar 11). Merujuk pada informasi lembaran data piezoelektrik Benthos Aq-1 mengenai respon frekuensi, nilai 6 kHz masuk pada kisaran rentang respon sensor. Hal ini menjelaskan bahwa rekayasa perangkat *transmitter* dan *receiver* telah sesuai dengan spesifikasi transduser [13-14].

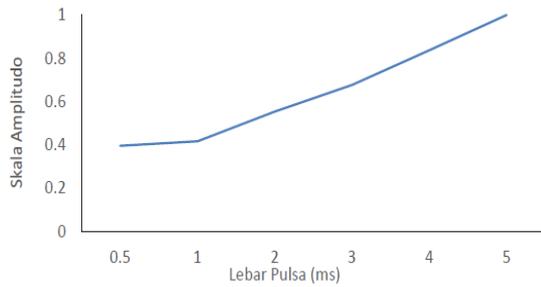
Pengujian efektifitas lebar pulsa dilakukan untuk mengetahui jumlah pulsa paling efektif, ditandai dengan amplitudo tertinggi. Pada penelitian ini dilakukan variasi lebar pulsa pada frekuensi optimal yang telah diuji sebelumnya, untuk mengetahui pulsa paling efektif (Gambar 12).

E. Uji tank test

Pengujian ini dilakukan melalui pengaturan variabel resistor pada rangkaian *one shot transmitter*. Variabel resistor digunakan untuk mengubah variasi lebar pulsa. Hasil menunjukkan bahwa lebar pulsa yang memiliki efektifitas tertinggi adalah 5 ms. Saat rancangan lebar pulsa diperbesar, ada kemungkinan akan memberikan amplitudo lebih tinggi. Namun, hal ini akan menyebabkan model reverberasi signal pada area percobaan kolam terbatas (Gambar 13).



Gambar 11. Uji respon hidrofona terhadap frekuensi



Gambar 12. Pengujian lebar pulsa efektif

Pengujian propagasi sinyal transduser bertujuan untuk melihat jangkauan jarak transmisi. Pengujian ini dilakukan pada skala laboratorium (*acoustic tank test*) dan skala tak terbatas (laut kepulauan seribu). Pengujian dilakukan pada kolam diameter 6 m, dan kedalaman air 2.8 m. Transduser (Tx) dan hidrofon (Rx) diletakan pada kedalaman yang sama (1.5 m). Instalasi antara jarak transduser (*transmitter*) dengan hidrofon (*receiver*) pada pengujian skala *tank test* sejauh 5 m. Lebar pulsa yang digunakan pada skala *tank test* hanya menggunakan lebar pulsa sebesar 1 ms. Pengaturan tersebut ditentukan dari dimensi *tank test* yang sangat terbatas, sehingga diasumsikan jika menggunakan lebar pulsa yang terlalu besar maka dampak reverberasi sinyal akan semakin besar (Gambar 13)

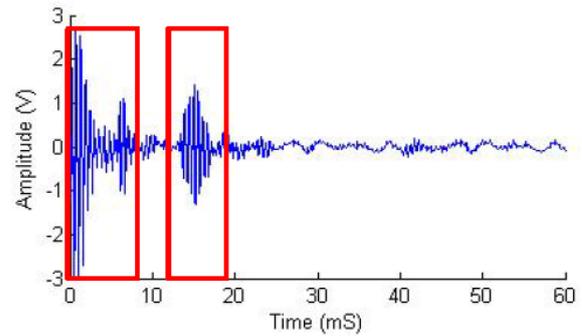
Hasil penerimaan sinyal akustik. Sinyal yang ditandai dengan kotak merah adalah hasil penerimaan sinyal suara yang dikirim oleh transduser dengan pengaturan lebar pulsa 1 ms. Lebar sinyal suara yang diterima oleh hidrofon tercatat lebih dari 1 ms, hal ini mengindikasikan bahwa sebagian besar sinyal yang diterima oleh hidrofon adalah sinyal dari proses reverberasi *tank test* yang terbatas (Gambar 14). Fenomena reverberasi terjadi pada ujicoba ruang terbatas. Sinyal akustik yang diterima oleh *receiver* adalah sinyal dari hasil pantulan-pantulan dinding ruang terbatas[7]. Sehingga lebar sinyal akustik yang diterima lebih panjang dari pulsa akustik yang dikirim.

F. Pengujian Propagasi Akustik di Kepulauan Seribu

Pengujian lapang dilakukan di laut terbuka di mana Transduser (Tx) dan hidrofon (Rx) diletakan pada kedalaman yang sama (2 m). Pengujian yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 15. Instalasi antara jarak



Gambar 13. Pengujian transmitter (kiri) dan receiver (kanan) di acoustic test tank Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan IPB

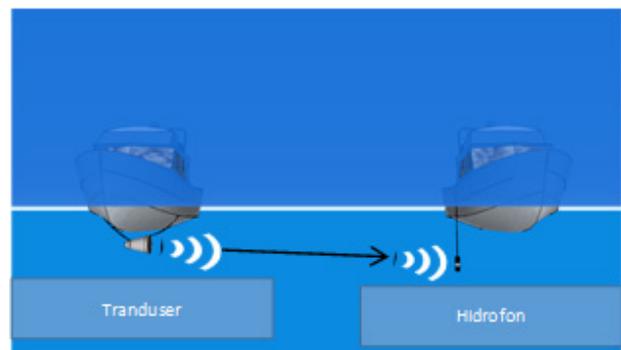
Gambar 14. Sinyal penerimaan akustik pada percobaan perairan tertutup (*tank test*)

transduser (*transmitter*) dengan hidrofon (*receiver*) pada pengujian di perairan terbuka (Laut Kepulauan Seribu) sejauh 3 m dan 75 m. Lebar pulsa yang digunakan pada skala area terbuka menggunakan lebar pulsa optimum. Pengaturan tersebut ditentukan dari dimensi area uji yang tidak terbatas, sehingga diasumsikan proses reverberasi tidak akan terjadi saat menggunakan lebar pulsa optimum.

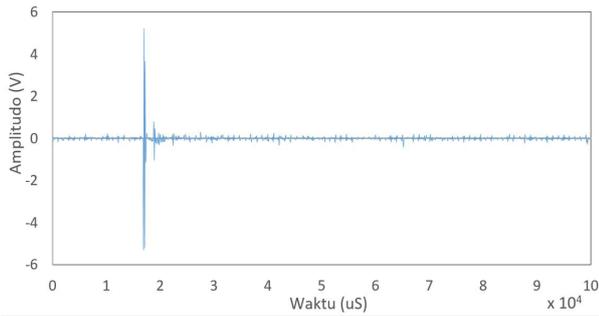
Hasil penerimaan sinyal akustik pada jarak 3 m ditunjukkan pada Gambar 15. Sinyal yang ditandai dengan kotak merah adalah hasil penerimaan sinyal suara yang dikirim oleh transduser dengan pengaturan lebar pulsa optimum (Gambar 16). Hasil penerimaan sinyal akustik pada jarak 75 m. Sinyal yang ditandai dengan kotak merah adalah hasil penerimaan sinyal suara pada ping pertama dan sinyal yang ditandai dengan kotak hijau adalah hasil penerimaan sinyal suara pada ping kedua (Gambar 17). Sinyal akustik yang dipancarkan transduser (*transmitter*) masih dapat dideteksi oleh hidrofon (*receiver*) hingga jarak 100 m. Saat jarak lebih besar dari 100 m, sinyal transduser yang diterima hidrofon akan sama bahkan lebih kecil dari sinyal lingkungan (Gambar 18).

V. KESIMPULAN

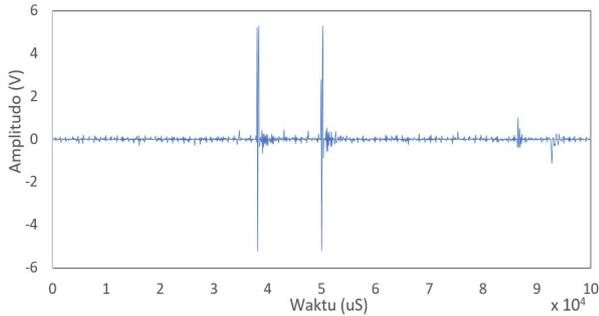
Rancang bangun sistem *transmitter*, akusisi data, dan sistem *receiver* telah berhasil dilakukan dengan baik. Rancangan *transmitter* dan *receiver* telah sesuai dengan spesifikasi besaran piezoelektrik yang terukur. Hasil pengujian di *acoustic test tank* dan di Kepulauan Seribu menunjukkan jarak deteksi propagasi sinyal *transmitter*



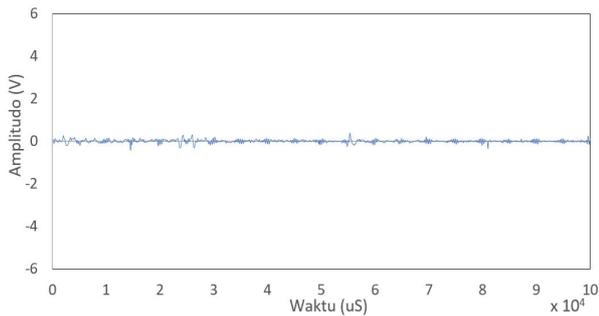
Gambar 15. Pengujian transmitter (kiri) dan receiver (kanan) di perairan terbuka



Gambar 16. Sinyal penerimaan akustik pada perairan terbuka jarak 3 m



Gambar 17. Sinyal penerimaan akustik pada perairan terbuka jarak 75 m



Gambar 18. Sinyal penerimaan akustik pada perairan terbuka jarak 100 m

sampai ke *receiver* mencapai 100 m. Untuk mendapatkan jarak yang lebih jauh diperlukan power *transmitter* yang lebih besar. Penguatan sinyal (*gain*) diperlukan dalam memperkuat sinyal yang dikirim. Respon optimum berada pada resonansi frekuensi 6 kHz dan pulsa efektif berada pada 5 ms.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kementerian Ristek Dikti yang telah membiayai kegiatan penelitian. Laboratorium Pemrosesan Sinyal Akustik Bawah Air Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan FPIK IPB dan Tim Reviewer yang memberikan komentar/saran terhadap paper tersebut.

REFERENSI

- [1] H.M. Manik, Susilohadi, B.R. Kusumah, A.Dwinovantyo, S.Solikin, "Designing ocean acoustic waveguide remote sensing for target detecting and tracking". *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series*, vol. 1075 pp. 012058, 2018.
- [2] H.M. Manik, "Acoustical measurement and Biot model for coral reef detection and quantification." *Advances in Acoustics and Vibration*, 2016.
- [3] Z. Gong, A.D. Jain, D. Tran, D. H. Yi, F. Wu, A. Zorn, P Ratilal, and N. Makris, "Ecosystem Scale Acoustic Sensing Reveals Humpback Whale Behavior Synchronous with Herring Spawning Processes and Re-Evaluation Finds No Effect of Sonar on Humpback Song Occurrence in the Gulf of Maine." 2006. *PLoS ONE* 9, no.10, pp. e104733.
- [4] H.M. Manik, "Seabed identification and characterization using sonar". *Advances in Acoustics and Vibration*, 2012.
- [5] I.Jagannathan, D. Bertsatos, T. Symonds, H.T. Chen, A. Nia, M. Jain, Z Andrews, R. Gong, L. Nero, M. Ngor, M., Jech, O. R., Godo, S., Lee, P. Ratilal, & N. Makris, "Ocean Acoustics Waveguide Remote Sensing (OAWRS) of Marine Ecosystems. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 2009. (395), pp. 137-160.
- [6] N. Makris, P., Ratilal, D., Symonds, S., Jagannathan, S., Lee, & Nero, R. W. "Fish Population and Behavior Revealed by Instantaneous Continental-Shelf-Scale Imaging". *Science*, 2006. 311, pp. 660-663.
- [7] W.S. Burdic. *Underwater Acoustic System Analysis*. 1991. New York: Springer-Verlag.
- [8] H.M. Manik, "Underwater acoustic detection and signal processing near the seabed". *Sonar System*, 2011, pp. 255-274.
- [9] Exar, XR-2206. (1997). Monolithic Function Generator. Exar Corporation, Fremont.
- [10] Fink D. *Electronics Engineers' Handbook*. McGraw Hill. 1975.
- [11] Exar. *Monolithic Function Generator*. Exar Corporation: Fremont. 1997.
- [12] B.R. Kusumah, I. Jaya, H.M. Manik, Susilohadi, "Engineering of acoustic technology for underwater positioning object". *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, vol. 10, hal. 629 – 637, Desember 2018.
- [13] Stage, MOSFET Input, et al., "4.5 MHz, BiMOS Operational Amplifier with MOSFET Input/Bipolar Output", 1998.

Penerbit:

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7, Banda Aceh 23111

website: <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JRE>

email: rekayasa.elektrika@unsyiah.net

Telp/Fax: (0651) 7554336

