

PENERAPAN METODE BANDPASS FILTER PADA DATA SEISMIC SINGLE CHANNEL 2D DI PERAIRAN KRAKATAU

APPLICATION OF BANDPASS FILTER METHOD ON SINGLE CHANNEL 2D SEISMIC DATA IN KRAKATAU WATERS

Fredrich Simanungkalit¹, Henry M. Manik², Haqqu Ramdhani³

¹Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University, Bogor, 16680, Indonesia

²Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University, Bogor, 16680, Indonesia

³OC Enviro, Komplek Bukit Cimindi Raya Blok J No 12, Cimahi, 40513, Indonesia

*Corresponding author email: fredrichsimanungkalit46@gmail.com

Submitted: 17 June 2023 / Revised: 25 March 2024 / Accepted: 02 April 2024

<http://doi.org/10.21107/jk.v17i1.20539>

ABSTRAK

Seismik menjadi salah satu metode yang menggunakan akustik kelautan untuk mengetahui struktur di bawah permukaan laut. Penampang seismik hasil akuisisi data biasanya terdapat noise yang merupakan gelombang atau sinyal yang tidak dikehendaki dan harus dibuang dari data utama. Untuk mengidentifikasi noise pada data seismik tersebut, dalam penelitian ini digunakan fungsi FFT atau Fast Fourier Transform. Penelitian ini bertujuan untuk memisahkan sinyal akustik objek dan noise pada data seismik dengan menggunakan fungsi FFT dan metode Bandpass Filter pada data SeismicSingle Channel 2D di Perairan Krakatau. Akuisisi data seismik yang digunakan pada penelitian ini menggunakan peralatan single-channel high resolution Seismic berupa EG&G Multi Electrode Sparker dan hidrofon 16 elemen merek EG&G sebagai receiver. Pengolahan data seismik dalam bentuk *.segy pada penelitian ini menggunakan perangkat lunak Seissee dan Matlab. Frekuensi tepi optimal pada penelitian ini berkisar antara 7 Hz hingga 29 Hz, dan frekuensi 2400 Hz untuk tepi atas. Frekuensi cut-off optimal bergantung pada nilai frekuensi pada tiap trace dengan nilai frekuensi cut-off bawah menggunakan frekuensi pada kisaran 200 Hz hingga 400 Hz dan nilai frekuensi cut-off atas menggunakan frekuensi 1500 Hz.

Kata kunci: Bandpass Filter, FFT, Frekuensi, Noise, Seismik.

ABSTRACT

Seismic is one method that uses marine acoustics principle to determine the structure below the sea surface. Seismic cross-sections resulting from data acquisition usually contain noise which is an unwanted wave or signal and must be removed from the main data. To identify noise in the seismic data, this study used the Fast Fourier Transform. This study aimed to separate the object's acoustic signal and noise in seismic data by using the FFT function and Bandpass Filter method on single channel 2D seismic data in Krakatau waters. Seismic data acquisition used in this study was a single-channel high resolution seismic form of EG&G Multi Electrode Sparker and EG&G 16 elements hydrophone as receiver. Seismic data processing in the form of *.segy in this study were Seissee and Matlab software. The optimal edge frequency in this study ranges from 7 Hz to 29 Hz, and the frequency was 2400 Hz for the top edge. The optimal cut-off frequency depends on the frequency value in each trace, with the lower cut-off frequency value using a frequency in the range of 200 Hz to 400 Hz and the upper cut-off frequency value using a frequency of 1500 Hz.

Keywords: Bandpass Filter, FFT, Frequency, Noise, Seismic

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan wilayah laut yang luas dan memiliki potensi sumber daya alam berlimpah.

Kekayaan alam seperti minyak bumi, batu bara dan mineral lain banyak terkandung di bawah permukaan laut Indonesia. Perkembangan teknologi di bidang kelautan dapat digunakan

untuk melakukan eksplorasi sumber daya alam yang terdapat di bawah permukaan laut.

Akustik kelautan merupakan sebuah bidang kelautan yang menggunakan media gelombang suara yang dipancarkan dan dipantulkan kembali untuk mendeteksi target kolom perairan dan dasar perairan. Akustik kelautan menggunakan kecepatan suara, waktu tempuh gelombang, dan kedalaman perairan dalam mendeteksi target di kolom perairan dan dasar perairan (Urlick, 1983). Beberapa metode akustik kelautan dapat diaplikasikan dalam eksplorasi sumber daya alam dibawah permukaan laut, salah satunya adalah metode seismik.

Metode seismik adalah metode yang digunakan untuk eksplorasi berdasarkan pengukuran pantulan dan pembiasan gelombang bunyi yang merambat dalam suatu medium sepanjang lapisan sedimen yang berbeda (Permana *et al.*, 2015). Metode seismik dapat memberikan gambaran struktur geologi dibawah permukaan laut dengan cukup baik dan dapat menampilkan hasil lapisan batuan dibawah permukaan dasar laut secara detail dan akurat (Guspriandoko *et al.*, 2017). Metode seismik dibagi menjadi dua bagian menurut arah penjarannya, yaitu metode seismik refraksi dan metode seismik refleksi. Metode seismik refraksi digunakan untuk menentukan struktur dan lapisan bawah permukaan serta tingkat kekerasan batuan, sedangkan metode seismik refleksi digunakan untuk menentukan struktur bawah permukaan yang lebih dalam dan kompleks (Syifa *et al.*, 2020).

Metode seismik refleksi adalah metode geofisika yang menggunakan pancaran gelombang dari sumber getaran berupa pistol udara, boomer atau sparker yang dipantulkan oleh batas lapisan. Prinsip perambatan gelombang seismik selama survei didasarkan pada hukum Snell, prinsip Huygens, dan prinsip Fermat (Darmawan, 2015). Metode seismik refleksi dibagi menjadi dua jenis, yaitu seismik refleksi Single Channel yang mencakup hanya satu kali pada satu titik refleksi dan seismik refleksi Multi-Channel yang mencakup berkali-kali tergantung pada jumlah saluran yang digunakan pada satu titik (Muliadi & Muttaqin, 2021).

Data seismik cenderung mengalami gangguan berupa noise. Noise dalam rekaman seismik

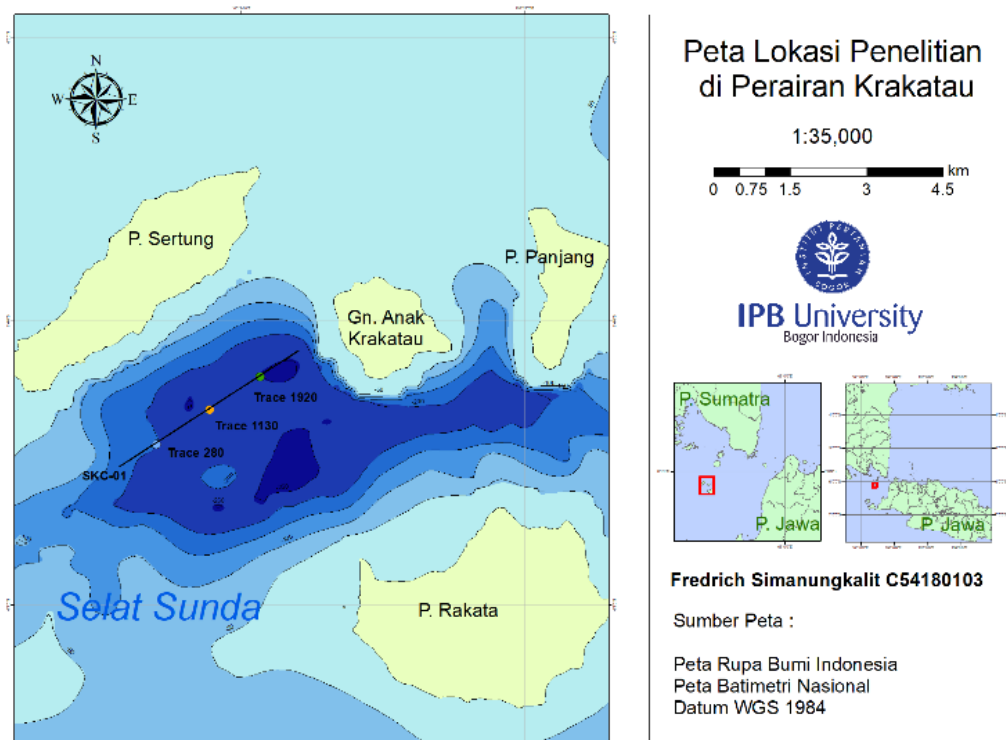
merupakan gelombang yang tidak diinginkan dan harus dihilangkan dari data utama. Untuk mengidentifikasi data utama dan noise pada data seismik, dapat digunakan tampilan grafik spektrum, yaitu grafik yang menampilkan frekuensi dan amplitudo hasil Fast Fourier Transform (FFT) untuk mengubah gelombang seismik dalam domain waktu menjadi domain frekuensi (Hidayat *et al.*, 2018). Dalam menghadapi noise yang mengganggu informasi data seismik, perlu dilakukan pengurangan atau penghilangan noise dengan cara filtering dalam pengolahan data. Proses filtering dilakukan dengan melewati data yang dibutuhkan dan memfilter serta menghilangkan noise. Filter pada data seismik terbagi menjadi Lowpass, Highpass, dan Bandpass (Hiadayat *et al.*, 2018).

Penelitian ini menggunakan metode Bandpass filter karena lebih umum digunakan dalam pengolahan data seismik dan jenis noise yang ada pada data seismik umumnya adalah noise frekuensi rendah seperti ground roll dan noise frekuensi tinggi seperti ambient noise sehingga Bandpass filter merupakan metode yang tepat untuk membersihkan data utama dari noise (Permana *et al.*, 2015). Bandpass filter adalah metode yang melewati frekuensi antara frekuensi cut-off atas dan cut-off bawah, untuk menghilangkan noise atau komponen frekuensi yang tidak diinginkan dalam data seismik (Hidayat *et al.*, 2018). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memisahkan sinyal akustik objek dan noise pada data seismik menggunakan fungsi FFT dan metode Bandpass filter pada data Seismik 2D Single Channel di Perairan Krakatau, guna meningkatkan kualitas data seismik Single Channel menggunakan Bandpass metode filter untuk menghilangkan noise yang tidak perlu, sehingga resolusi bagian seismik menjadi lebih berkualitas.

MATERI DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di Laboratorium Akustik dan Instrumentasi Kelautan, Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University pada bulan Mei – November 2022. Akuisisi data seismik dilakukan pada bulan Agustus 2018 oleh OC Enviro pada lokasi penelitian yang berada di Perairan Krakatau dengan letak posisi akuisisi trackline SKC-01 seperti pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam proses pengolahan data adalah laptop, perangkat lunak *Matlab*, *Seisee*, *Microsoft Office* dan *ArcGIS* dan bahan yang digunakan adalah data hasil akuisisi seismik *Single Channel 2D* dalam bentuk *SEG-Y*. Alat yang digunakan dalam proses akuisisi data adalah *Capacitor Bank*, *Power Supply*, *Sparker Array*, *Hidrophone*, *Band Pass Filter*, dan perangkat lunak *SonarWiz* dengan keterangan alat dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Daftar alat yang digunakan saat akuisisi data

No	Nama Alat	Merk	Spesifikasi
1	Capacitor Bank	EG&G	Trigger Input: Contact closure or 12 VDC positive pulse Capacitance: 150 microfarad Energy storage: 1000 wat-seconds at 3,8 kV
2	Power Supply	EG&G	Input voltage: 110, 120, 220, 230 and 240 VAC, 50-60 Hz Single phase Output Power: average 3.3 kV, peak 14.4 kVA Output voltage: 3.8 kV, peak 14.4 kVA Charging Rate: 0.5 second per 1000 watt-second
3	Sparker Array	EG&G	Multitip Sparker Array: 96 tip Working frequency: 50Hz-3kHz Power: 200 Joule-700 Joule Sensitivity: -201 dBv re 1 μ Pa @20 Sensitivity: 8.9 V/Bar @ 20C Capacitance: 14.5 nF @ 20C
4	Hidrophone	Benthos aq 1	Frequency Response: 1 Hz to 10 kHz (+/- 1.5 dB) Depth: 1732 meter Dimension: 4.5 cm (length) x 1.6 cm (diameter) Weight: 17.3 g Leads: Solder pins

No	Nama Alat	Merk	Spesifikasi
5	Band Pass Filter	Khorn Hite	Frequency Range: 20 Hz to 2 MHz
			Hum and Noise: 100 mikro V rms
			Insertion Loss: 0 dB
			Attenuation Slope: 24 dB/octave (each channel)
			DC Couple in Low Pass
			Maximum Attenuation: 80 dB
			Floating (Ungrounded) Operation
			64,32 or 20 kHz sampling rate with 16-bit resolution 1 Or 2 channels
			Real-time seismic data display and playback with QC tools
			Playback logic supports VCR style fast-forward, reverse, pause and stop option
6	Sonar Wizz	Chesapeake Sonarwiz Shuttle	Amplitude scope trace monitor
			Spectrum display and band-cut filter
			Digital recording in 16-bit SEG-Y format
			Compatible with any analog sub-bottom profiler
			Flexible triggering options allowing either internal or external trigger source
			Flexible internal or external event generation
			Text annotation support stored in user-defined area of SEG-Y trace header for subsequent playback
			Redundant data recording option
			Color and contrast controls
			Compitable with most SEG-Y post processing systems and SonarWeb
Support for EPC-1086, 980x HSP-100, ODEC TDU-850, TDU-1200 and TDU-2000, Alden 9315 CTP, lsys 850e, Ultra 120, and Ultra 200 in real-time and playback			

(sumber: OC Enviro Ocean Engineering Services)

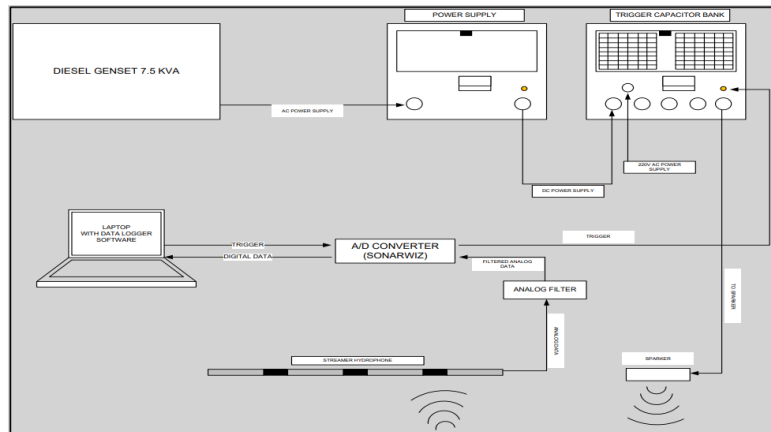
Prosedur Pra Lapangan dan Lapangan (Akuisisi Data)

Data seismik refleksi dangkal direkam menggunakan peralatan seismik resolusi tinggi satu kanal berupa EG&G Multi Electrode Sparker dengan sumber energi dari EG&G Power Supply Model 232 dan EG&G Triggered Capacitor Bank model 231. Generator di kapal survei menghasilkan energi listrik yang dibutuhkan untuk survei kira-kira. hingga 7,5 kVA pada 220 AC dan disesuaikan dengan kebutuhan survei. Receiver yang digunakan dalam merekam data seismik refleksi dangkal adalah hydrophone 16 elemen merk EG&G yang mengapung netral pada jarak kurang lebih

4 meter dari sumber suara (sparker) dan jarak antara receiver dengan sumber suara dapat diatur sesuai kebutuhan. Sinyal yang diterima oleh hidrofون diteruskan ke Khron Hite model 3700 Band Pass Filter, kemudian direkam menggunakan Chesapeake SonarWiz Shuttle. Perangkat lunak perekaman SonarWiz 4.0 yang terhubung ke Chesapeake SonarWiz Shuttle digunakan untuk menghasilkan data digital. Parameter kerja sinyal dalam kegiatan perekaman data seismik refleksi dangkal dapat dilihat pada **Tabel 2**. Adapun peralatan operasional pada perekaman data seismik dan hubungan antar peralatan *single-channel high resolution Seismic* dapat dilihat pada **Gambar 2**.

Tabel 2. Parameter kerja sinyal akustik dalam perekaman data

Frekuensi kerja Band Pass Filter	300 – 3000 Hz
Firing rate (selang peledakan) sparker	0.5 detik
Sweep rate (Sapuan perekaman)	0.25 detik



Gambar 2. Skema peralatan perekaman data (sumber: OC Enviro Ocean Engineering Services)

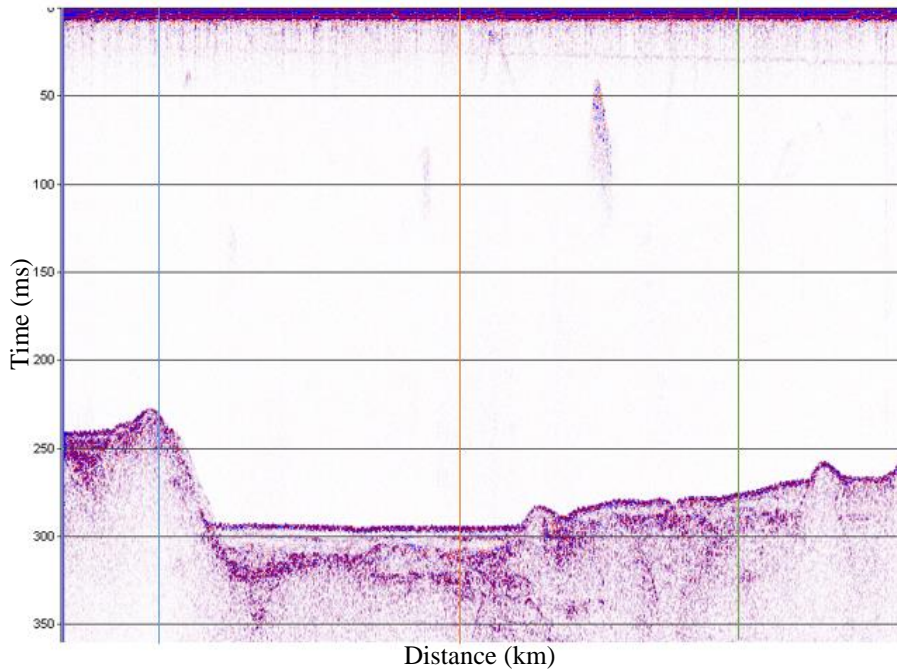
Prosedur Pasca Lapangan

Pengolahan data seismik dalam bentuk *segy pada penelitian ini menggunakan software Seisee dan Matlab. Seisee digunakan untuk menampilkan data seismik secara digital dan mengkonversi data tersebut ke dalam bentuk *.txt, sedangkan Matlab digunakan untuk menganalisis data hasil konversi untuk mendapatkan hasil berupa penampang seismik. Tahapan pengolahan data seismik dibagi menjadi beberapa tahapan sebagai berikut: Tahap pertama menggunakan software Seisee untuk membuka data seismik dalam bentuk *segy agar data seismik tersebut dapat didigitalkan, kemudian memilih trace yang akan digunakan dalam penelitian dan menyimpan seismic trace data dalam bentuk *.txt menggunakan fungsi save as. Kemudian data dalam bentuk *.txt dibuka pada software Microsoft Excel untuk merapikan data agar dapat terbaca pada proses selanjutnya. Proses selanjutnya menggunakan software Matlab dengan memasukkan data seismik berupa *.txt yang telah dirapikan menggunakan sintaks, kemudian menggunakan Fast Fourier Transform (FFT) untuk menganalisis spektrum frekuensi dari data seismik tersebut sehingga diperoleh grafik frekuensi. dan hubungan amplitudo (Riyanto *et al.*, 2009). Kemudian dilakukan proses filtering menggunakan Bandpass filter pada software Seisee dengan menggunakan sinyal frekuensi yang diperoleh dari pengolahan data pada Matlab. Penyaringan menggunakan Bandpass filter

dilakukan untuk menghilangkan noise berupa frekuensi yang tidak perlu sehingga diperoleh penampang dengan resolusi yang baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Trackline SKC-01 yang digunakan dalam penelitian menunjukkan profil dasar laut dengan kedalaman berkisar antara 228.5 ms atau 171 m hingga 291.9 ms atau 219 m dibawah permukaan laut (**Gambar 4**). Gambar 7 juga menunjukkan tingkat penetrasi sinyal secara visual pada *trace* 280, *trace* 1130, *trace* 1920 dimana terlihat bahwa pada *trace* 280 sinyal yang dipantulkan bernilai lebih rendah karena adanya absorpsi oleh sedimen bertekstur lunak atau halus pada dasar perairan *trace* 280. Sedangkan pada *trace* 1130 dan *trace* 1920 menunjukkan penetrasi sinyal yang lebih dalam jika dibandingkan dengan hasil penetrasi sinyal pada *trace* 280. Dari perbandingan tersebut terlihat bahwa sedimen yang terdapat pada dasar perairan *trace* 1130 dan *trace* 1920 bertekstur cenderung kasar atau keras sehingga dasar perairan terlihat lebih jelas dari hasil pantulan sinyal pada penampang seismik sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa nilai pantulan sinyal yang dihasilkan dari dasar perairan yang memiliki tipe substrat keras atau kasar seperti pasir akan bernilai lebih kuat dan akan semakin melemah seiring dengan perubahan tekstur dasar perairan menjadi lebih lunak atau halus (Ayuningtyas & Cahyono, 2021).

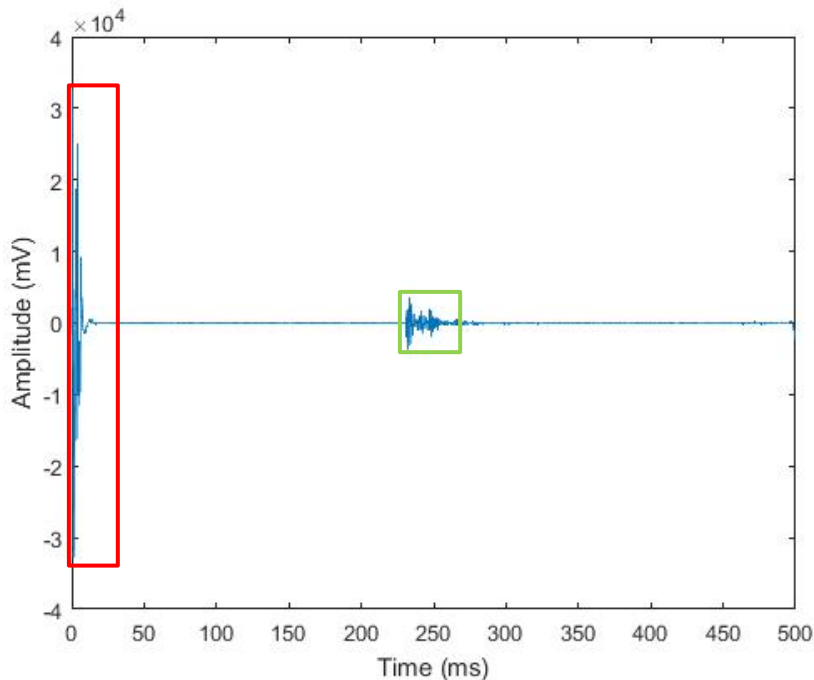


Gambar 4. Penampang seismik 280 (garis biru), 1130 (garis oranye) dan 1920 (garis hijau)

Trace 280

Gelombang suara *trace* 280 data seismik Perairan Krakatau *trackline* SKC-01 dapat dilihat pada **Gambar 5** yang menunjukkan penjalaran gelombang suara pada permukaan menuju dasar perairan. Kotak merah

menunjukkan gelombang suara yang menjalar pada permukaan dan kemudian menjalar pada medium air hingga dipantulkan kembali oleh dasar perairan yang ditunjukkan oleh kotak hijau pada kedalaman 232.1 ms atau 174 meter dibawah permukaan laut.



Gambar 5. Hubungan waktu dengan amplitudo pada gelombang suara pada *trace* 280 yang menjalar di permukaan (kotak merah) dan gelombang suara pantulan dasar perairan (kotak hijau)

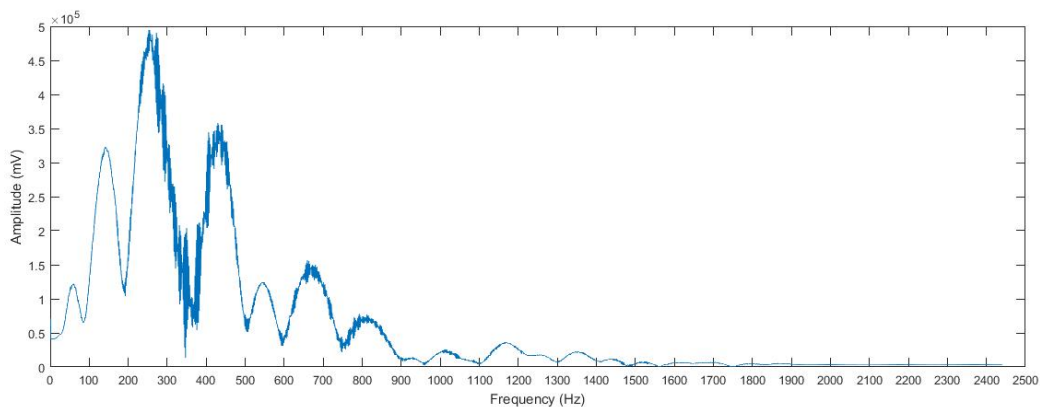
Nilai kedalaman diperoleh menggunakan rumus konversi kedalaman menggunakan nilai

waktu dan kecepatan suara di air laut yang diasumsikan bernilai 1500 m/s. Pantulan

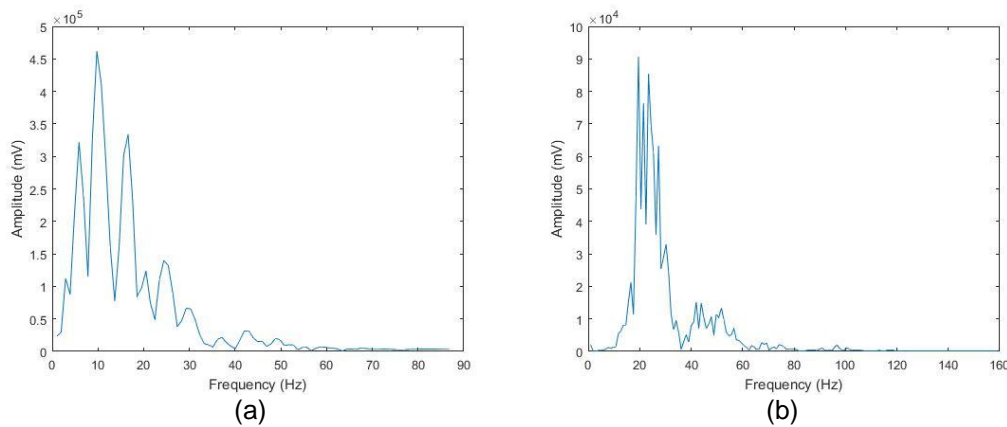
gelombang suara dari dasar perairan terjadi ketika penjalaran gelombang mencapai waktu 232.1 ms, selanjutnya nilai kedalaman diperoleh dari hasil perkalian kecepatan suara di air laut dan waktu *TWT* (*Two-way Travel-time*) kemudian dibagi 2, sehingga diperoleh nilai kedalaman sebesar 174 meter. Nilai amplitudo gelombang suara pantulan dasar perairan yang ditunjukkan pada kotak hijau bernilai cenderung lebih kecil dibandingkan pada permukaan dengan nilai amplitudo kurang dari 1×10^4 mV. Hal tersebut sesuai dengan literatur Saputra et al. (2012) yang

menyatakan bahwa absorpsi materi dan refleksi energi melemahkan pulsa amplitudo sehingga nilai amplitudo pada gelombang pantulan bernilai lebih kecil.

Hasil *FFT* pada *trace 280 trackline SKC-01* ditunjukkan pada **Gambar 6** dengan rentang frekuensi 0 Hz hingga 2441 Hz dan rentang frekuensi dominan pada selang frekuensi 75 Hz hingga 873 Hz. Spektrum frekuensi hasil *FFT* dianalisis kembali berdasarkan kedalaman yang mencakup permukaan (**Gambar 7a**) dan dasar perairan (**Gambar 7b**).



Gambar 6. Hubungan frekuensi dan amplitudo pada *trace 280 trackline SKC-01*



Gambar 7. Hubungan frekuensi dan amplitudo gelombang suara *trace 280* pada (a) Permukaan dan (b) Dasar perairan

Pada spektrum frekuensi permukaan, nilai amplitudo terbesar mencapai lebih dari 4.5×10^5 mV dengan selang frekuensi antara 1 Hz hingga 88 Hz dan selang frekuensi terbesar berada pada frekuensi 4 Hz hingga 51 Hz. Rata-rata nilai amplitudo pada spektrum frekuensi permukaan cenderung bernilai lebih dari 0 mV karena merupakan spektrum frekuensi awal sumber gelombang suara sehingga nilai amplitudo bernilai relatif lebih besar, hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa energi pada frekuensi awal pengiriman sinyal bernilai relatif besar akibat

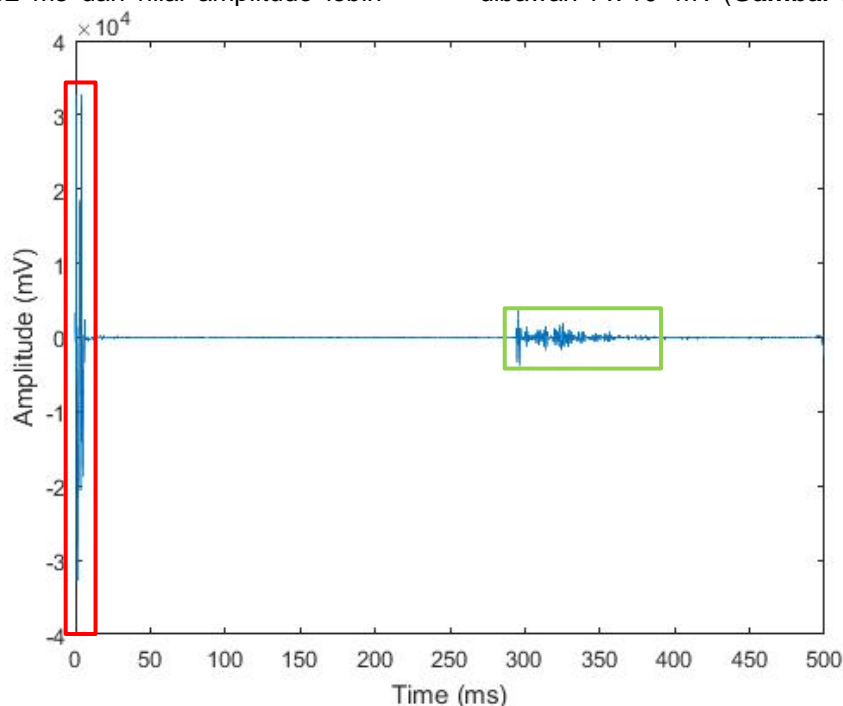
ketidakstabilan karena melalui zona *Rayleigh* yang merupakan zona tidak stabil (Medwin dan Clay 1998). Sedangkan pada spektrum frekuensi dasar perairan, nilai amplitudo terbesar mencapai lebih dari 9×10^4 mV dengan selang frekuensi berkisar antara 1 Hz hingga 120 Hz dan selang frekuensi terbesar berada pada frekuensi 7 Hz hingga 72 Hz.

Trace 1130

Berbeda dengan *trace 280*, gelombang suara pada *trace 1130* ditembakkan pada kedalaman

yang lebih dalam dibandingkan dengan *trace* 280. Pantulan gelombang suara pada dasar perairan terjadi pada kedalaman 219 meter atau waktu 292 ms dan nilai amplitudo lebih

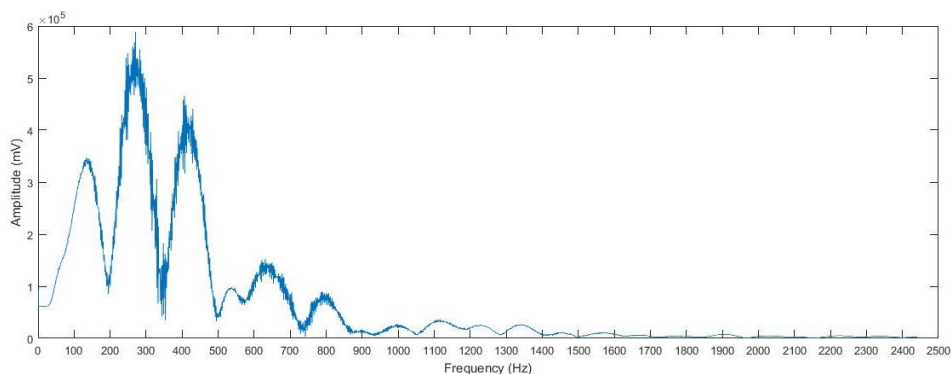
dari 3×10^4 mV pada gelombang seismik di permukaan (**Gambar 8 kotak merah**) dan nilai amplitudo pantulan dasar perairan bernilai dibawah 1×10^4 mV (**Gambar 8 kotak hijau**).



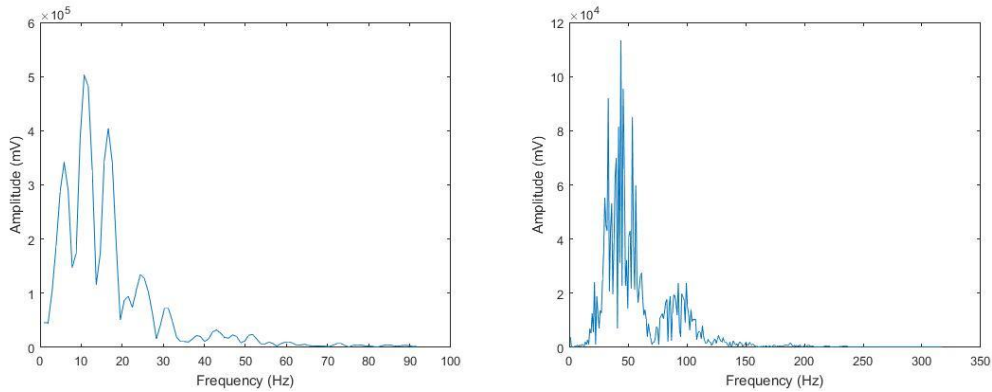
Gambar 8. Hubungan waktu dengan amplitudo pada gelombang suara pada *trace* 1130 yang menjalar di permukaan (kotak merah) dan gelombang suara pantulan dasar perairan (kotak hijau)

Spektrum hubungan frekuensi dan amplitudo hasil *FFT* pada *trace* 1130 (**Gambar 9**) dengan rentang frekuensi 0 Hz hingga 2441 Hz, menunjukkan nilai amplitudo yang dominan pada rentang frekuensi 105 – 891 Hz dengan nilai amplitudo tertinggi hampir mencapai 6×10^5 mV. Hasil *FFT trace* 1130 hubungan frekuensi dan amplitudo pada permukaan (Gambar 10a) dengan rentang frekuensi antara 1 Hz – 91 Hz menunjukkan nilai amplitudo tertinggi bernilai 5×10^5 mV pada rentang frekuensi 3 – 34 Hz. Sedangkan pada spektrum

hubungan frekuensi dan amplitudo hasil *FFT trace* 1130 pada dasar perairan (**Gambar 10b**) dengan rentang frekuensi antara 1 Hz hingga 236 Hz menunjukkan nilai amplitudo tertinggi bernilai kurang dari 12×10^4 mV pada selang frekuensi 29 – 133 Hz. Nilai amplitudo tertinggi dasar perairan bernilai lebih kecil dibandingkan dengan nilai amplitudo tertinggi permukaan perairan diakibatkan oleh adanya absorpsi atau penyerapan gelombang pada medium perambatan sehingga energi berkurang karena adanya atenuasi (Andriadi *et al* 2020)



Gambar 9. Hubungan frekuensi dan amplitudo pada *trace* 1130 *trackline* SKC-01

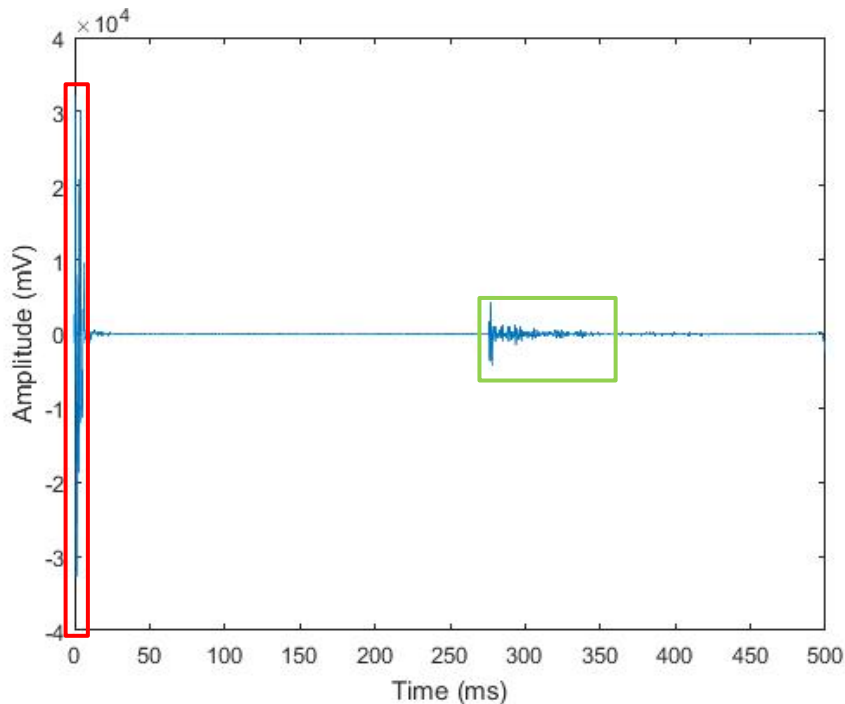


Gambar 10. Hubungan frekuensi dan amplitudo gelombang suara *trace* 1130 pada (a) Permukaan dan (b) Dasar perairan

Trace 1920

Spektrum hubungan waktu dan amplitudo pada *trace* 1920 dengan kotak merah yang menunjukkan gelombang suara pada permukaan perairan pada rentang waktu 0 – 18 ms dan kotak hijau yang menunjukkan gelombang suara pantulan dasar perairan yang terjadi pada waktu 276 ms atau kedalaman 207 meter dibawah permukaan laut. Dari spektrum, nilai amplitudo gelombang suara di permukaan sebagai sumber suara lebih besar dengan nilai amplitudo tertinggi mencapai 3×10^4 mV (**Gambar 11**). Sedangkan pada kotak hijau yang menunjukkan gelombang suara pantulan dasar perairan menunjukkan nilai amplitudo yang lebih rendah dibandingkan dengan

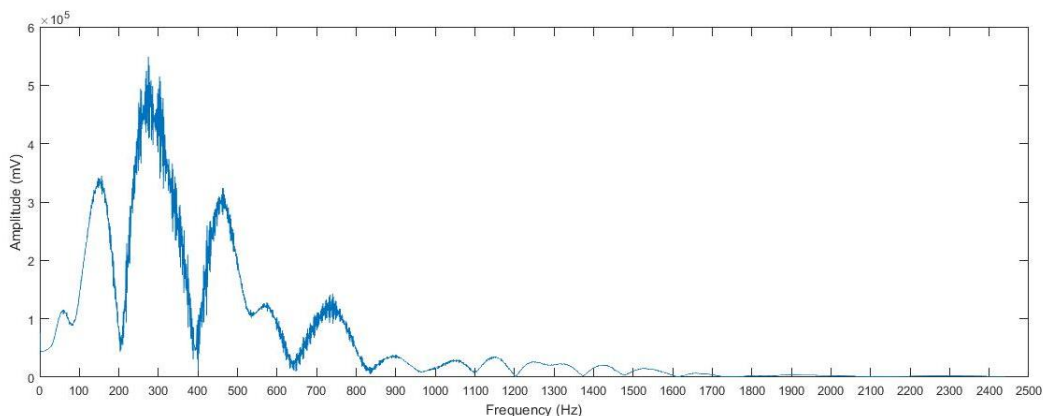
amplitudo gelombang suara pada permukaan dengan nilai amplitudo tertinggi gelombang suara pantulan yang bernilai kurang dari 1×10^4 mV pada rentang 267 – 358 ms. Sama seperti spektrum hubungan waktu dan amplitudo pada *trace* 1130, spektrum hubungan waktu dan amplitudo pada *trace* 1920 memiliki pantulan dasar perairan dengan rentang waktu yang lebih besar dibandingkan *trace* 280, hal tersebut diakibatkan oleh sedimen pada *trace* 1130 dan 1920 yang lebih keras dibandingkan dengan sedimen dasar perairan pada *trace* 280, sesuai dengan literatur yang menyatakan nilai refleksi yang lebih besar pada lapisan sedimen yang keras dan kasar (Solikin *et al* 2016).



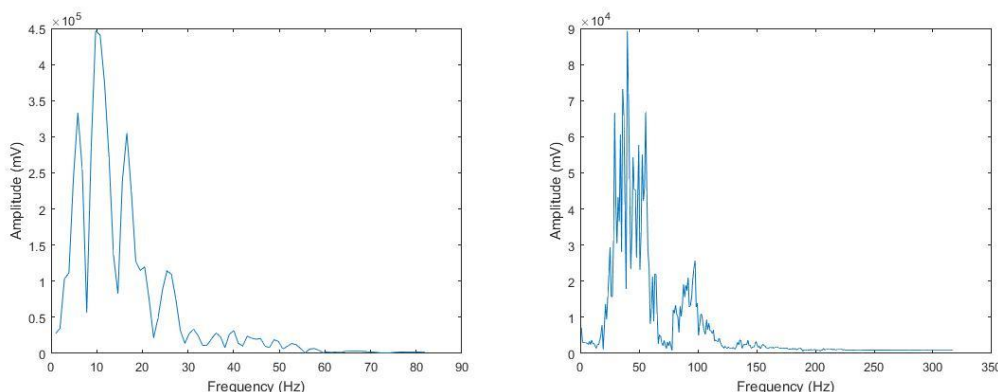
Gambar 11. Hubungan waktu dengan amplitudo pada gelombang suara pada *trace* 1920 yang menjalar di permukaan (kotak merah) dan gelombang suara pantulan dasar perairan (kotak hijau)

Hasil *FFT trace* 1920 ditunjukkan pada spektrum hubungan frekuensi dan amplitudo (**Gambar 12**). Spektrum hubungan frekuensi dan amplitudo *trace* 1920 dengan rentang frekuensi 0 Hz hingga 2398 Hz memiliki frekuensi yang dominan pada rentang 87 – 882 Hz dengan nilai amplitudo tertinggi mencapai lebih dari 5×10^5 mV. Spektrum hubungan frekuensi dan amplitudo hasil *FFT trace* 1920 pada permukaan (**Gambar 13a**) dengan rentang frekuensi 1 Hz hingga 82 Hz

menunjukkan dominansi frekuensi yang terjadi pada rentang 7 – 53 Hz dengan nilai amplitudo tertinggi sebesar $4,5 \times 10^5$ mV. Sedangkan pada spektrum hubungan frekuensi dan amplitudo hasil *FFT trace* 1920 pada gelombang suara pantulan dasar perairan (**Gambar 13b**) dengan rentang frekuensi 1 Hz hingga 329 Hz menunjukkan frekuensi yang dominan pada rentang 23 -148 Hz dan nilai amplitudo tertinggi yang hanya mencapai $8,9 \times 10^4$.



Gambar 12. Hubungan frekuensi dan amplitudo pada *trace* 1920 *trackline* SKC-01



Gambar 13. Hubungan frekuensi dan amplitudo gelombang suara *trace* 1920 pada (a) Permukaan dan (b) Dasar perairan

Hasil Filtering

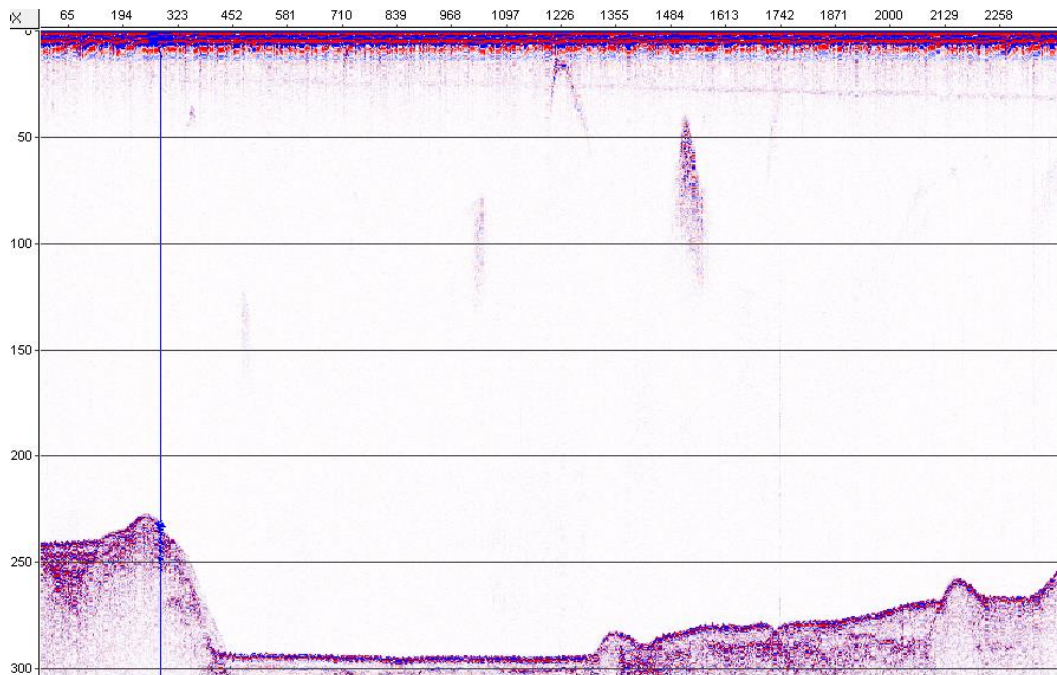
Proses *filtering* menggunakan *Bandpass Filter* pada perangkat lunak *Seisee* dengan nilai frekuensi yang digunakan sebagai frekuensi cut-off bawah bernilai 200 Hz dan frekuensi 1500 Hz sebagai frekuensi cut-off atas, dengan frekuensi tepi bernilai 7 Hz hingga 2400 Hz untuk *trace* 280, sedangkan pada *trace* 1130 menggunakan frekuensi 300 Hz hingga 2400 Hz sebagai frekuensi tepi, frekuensi 29 Hz sebagai frekuensi cut-off bawah dan frekuensi 1500 sebagai frekuensi cut-off atas. *Trace* 1920 menggunakan frekuensi 23 Hz hingga 2400 Hz sebagai frekuensi tepi, frekuensi 400 Hz sebagai frekuensi cut-off atas dan frekuensi

1500 Hz sebagai frekuensi cut-off bawah pada proses *filtering* menggunakan *Bandpass Filter*.

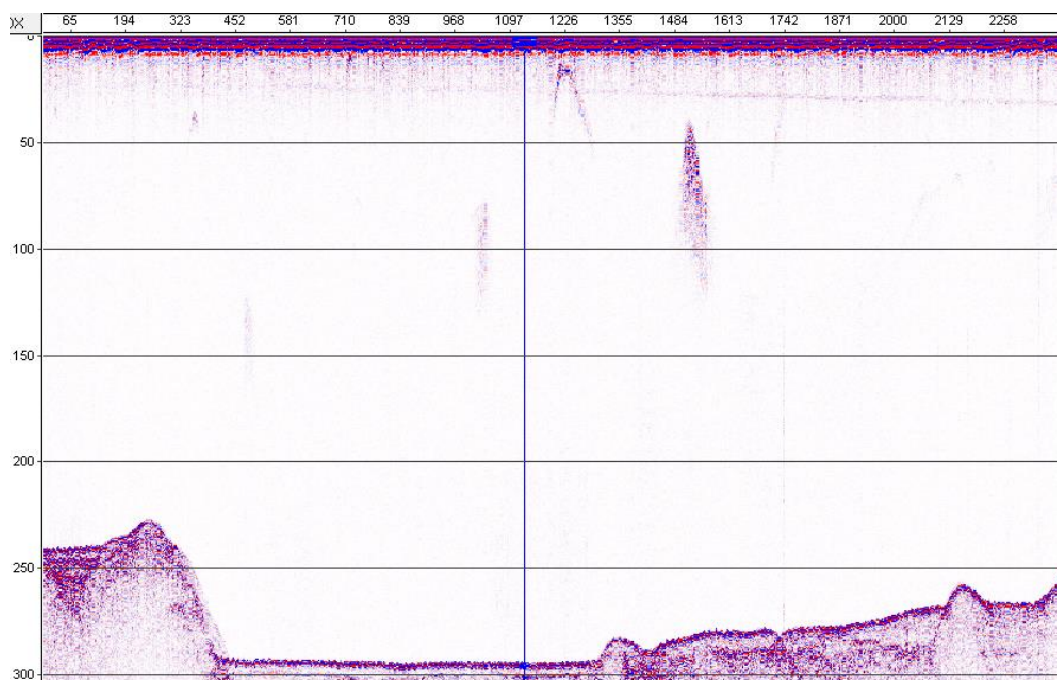
Penampang seismik yang ditunjukkan pada **Gambar 14, 15** dan **16** menunjukkan tampilan penampang seismik sesudah dilakukan proses *filtering* pada perangkat lunak *Seisee*, dimana penampang seismik menghasilkan penampang yang cukup jelas dan bersih dari *noise*, sehingga pembagian antara kolom air dan dasar perairan terlihat jelas beserta dengan bentuk kontur dasar perairan dalam bentuk dua dimensi. Ketebalan jenis substrat dasar perairan juga dapat terlihat pada penampang seismik dimana terdapat substrat yang lebih keras atau kasar pada *trace* 1920 dan 1130,

sedangkan substrat pada trace 280 terlihat lebih lunak atau halus. Ketebalan jenis substrat yang ditunjukkan oleh pantulan sinyal pada penampang seismik menunjukkan adanya perbedaan sedimen di perairan Krakatau. Sedimen di perairan Selat Sunda khususnya perairan Krakatau memiliki tipe sedimen lanau dan lumpur berpasir yang disebabkan oleh pengaruh aktivitas vulkanik (Minarto et al., 2008).

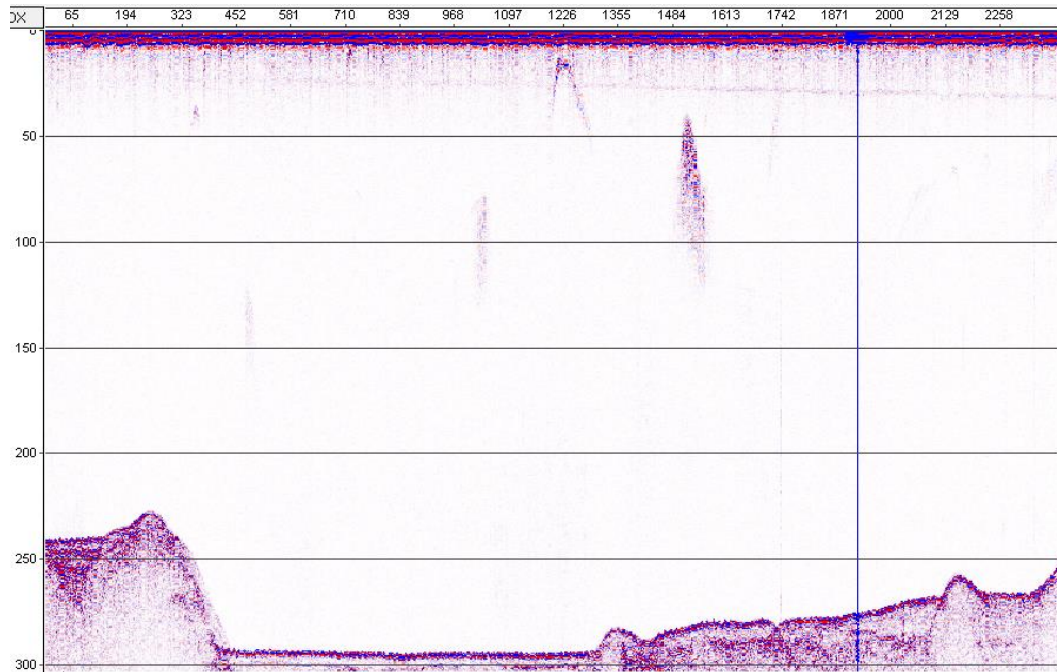
Perbedaan antara data sebelum dan sesudah di bandpass filter terlihat dari tampilannya, dimana tampilan penampang setelah dilakukan bandpass filter akan menjadi lebih jelas (Permana, 2015). Data yang telah di bandpass filter memiliki resolusi yang cukup baik untuk dapat dianalisis secara visual karena memiliki tampilan penampang seismik yang lebih mudah dianalisis secara visual jika dibandingkan dengan penampang visual dengan metode FK filtering dan Q-compensation.



Gambar 14. Penampang seismik *Trackline SKC-01 Trace 280* setelah dilakukan *filtering*



Gambar 15. Penampang seismik *Trackline SKC-01 Trace 1130* setelah dilakukan *filtering*



Gambar 16. Penampang seismik *Trackline SKC-01 Trace 1920* setelah dilakukan *filtering*

KESIMPULAN DAN SARAN

Filter Bandpass yang dilakukan dengan fungsi *FFT* dapat memisahkan sinyal akustik dan mengurangi atau menghilangkan *noise* pada data seismik. Frekuensi tepi optimal dalam proses *filtering* menggunakan *filter Bandpass* pada penelitian ini berkisar antara 7 Hz hingga 29 Hz untuk tepi bawah tergantung pada frekuensi tertinggi dan terendah pada *trace* yang diamati, dan frekuensi 2400 Hz untuk tepi atas karena merupakan nilai kisaran frekuensi terbesar pada data seismik yang digunakan. Frekuensi cut-off optimal bergantung pada nilai frekuensi pada tiap *trace* dengan nilai frekuensi cut-off bawah menggunakan frekuensi pada kisaran 200 Hz hingga 400 Hz dan nilai frekuensi cut-off atas menggunakan frekuensi 1500 Hz. Hasil *Bandpass Filter* pada pengolahan data dapat digunakan dalam proses *filtering* pada akuisisi data, karena menerapkan fungsi dan filter yang sama untuk menghasilkan penampang seismik yang lebih berkualitas. Pada hasil akhir penampang seismik, sinyal akustik objek yang terpisahkan dari *noise* terlihat pada penampang yang bersih dari *noise*, namun perbedaan yang terlihat pada penampang seismik sebelum dan sesudah pengolahan data tidak signifikan karena data yang digunakan pada penelitian tidak memiliki banyak *noise*. Penggunaan data seismik yang belum dilakukan proses *filtering* dapat memberikan perbandingan hasil sebelum dan sesudah proses *filtering* yang lebih baik. Penerapan *filter* lain selain

Bandpass Filter dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya untuk memberikan hasil dengan variabel perbandingan yang lebih bervariasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada OC Enviro yang telah menyediakan data yang digunakan dalam penelitian ini, dan kepada IPB University yang telah memfasilitasi proses pengolahan data dan memberikan dukungan dari awal hingga akhir penelitian. Ucapan terimakasih sebesar-besarnya juga diberikan kepada Bapak Prof. Henry M. Manik, Ph.D dan Bapak Haquu Ramdhani S.IK, M.Si atas arahan, bimbingan dan saran yang diberikan sehingga karya ilmiah yang dihasilkan dapat dirancang dengan sebaik mungkin, serta kepada keluarga yang telah memberikan dukungan penuh kepada penulis selama proses penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriadi, H., Manik, H.M., Brodjonegoro, I.S. (2020). Analisis Sinyal *Sub Bottom Profiler* untuk Penentuan Parameter Uji Penetrasi Dasar Perairan. *Jurnal Teknik Sipil*, 27(3), 255-266.
- Ayuningtyas, F.I., Cahyono, B.K. (2021). Klasifikasi Jenis dan Sebaran Sedimen Menggunakan Data *Multibeam Echosounder Multi-Temporal* di Alur Pelayaran Barat dan Timur Surabaya.

- Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 4(2), 140-148.
- Darmawan, R. (2016). Penerapan Metode Seismik Refleksi 2D untuk Mendeteksi Lapisan Batubara di Lapangan "X" Cekungan Barito Kalimantan Selatan. *Jurnal Fisika Indonesia*, 19(57), 48-50.
- Ekasari, W. (2016). *Karakterisasi Persebaran Reservoir Menggunakan Analisis Kecepatan pada Lapangan Eksplorasi Penobscot Nova-Scotia, Kanada* [skripsi]. Jember: Universitas Jember.
- Farida, F. (2017). Optimasi Lowpass Filter Mikrostrip Frekuensi 10, 6 GHz dengan Metode Step-Impedansi. *Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian Dan Industri Terapan*, 6(2), 89-95.
- Guspriandoko, G., Sapto Mulyanto, B., & Dewanto, O. (2017). Analisis Seismik Amplitude Versus Offset (AVO) Reservoir Batu Gamping Formasi Kujung pada Lapangan "GPH" Cekungan Jawa Timur Utara. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*.
- Al Havis, A., & Fitria, L. (2018). Filtering Sinyal Menggunakan Band Pass Filter. *Jurnal SIFO Mikroskil*, 19(2), 37-48.
- Herlambang, N., Mulyatno, B.S., Dewanto, O., Sinartio, F.B. (2017). Identifikasi Patahan dan Karakterisasi Reservoir Menggunakan Metode Seismic Atribut dan Metode Seismic Inversi Impedansi Akustik pada Lapangan Teapot Dome U.S.A. *Jurnal Geofisika*. ISSN 2356-1599.
- Hidayat, N.L., Syafrudin, T.R., Suwesti, A., Khakim, U.A., Astuti, M.D., Hanafi, M.I. (2018). *Bandpass filter pada Data Seismic*. *Komputasi Geofisika 1*, 1(1), 17-26.
- Hidayatullah, F.S. (2010). *Identifikasi Patahan Pada Lapisan Sedimen Menggunakan Metode Seismic Refleksi 2D di Barat Sumatera* [skripsi]. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Hudha, S. N., Harmoko, U., Widada, S., Yusuf, D. H., Yulianto, G., & Sahid, S. (2014). Penentuan Struktur Bawah Permukaan dengan Menggunakan Metode Seismik Refraksi di Lapangan Panas Bumi Diwak dan Derekan, Kecamatan Bergas, Kabupaten Semarang. *Youngster Physics Journal*, 3(3), 263-268.
- Lurton, X. (2002). *An Introduction to Underwater Acoustics*. Springer, Praxis. Chichester, UK.
- Medwin H, Clay CS. 1998. *Fundamental of Acoustical Oceanography*. San Diego: Academic Press (USA).
- Minarto, E., Surbakti, H., Vorandra, E., Pin, T. G., Musli, M., & Saputra, E. (2008). Kaitan Aktivitas Vulkanik dengan Distribusi Sedimen dan Kandungan Suspensi di Perairan Selat Sunda. *Jakarta (ID): Publikasi pelayaran kebangsaan P2O LIPI*.
- Muliadi, A., & Muttaqin, K. (2021). Filtering Sinyal Menggunakan Bandpass Filter. *Jurnal Informatika dan Teknologi Komputer (J-ICOM)*, 2(1), 12-16.
- Permana, U. (2015). Pengolahan Data Seismik Refleksi 2d Untuk Memetakan Struktur Bawah Permukaan Lapangan X Prabumulihsumatra Selatan. *ALHAZEN Journal of Physics*, 2(1), 28-37.
- Ramdhani, H., Manik, H. M., & Susilohadi, S. (2013). Acoustic detection and characterization of marine sediment with shallow seismic technology in Rambat Waters, Bangka Belitung. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(2), 441-452.
- Riyanto, S., Purwanto, A., Supardi. (2009). Algoritma Fast Fourier Transform (FFT) Decimation in Time (DIT) dengan resolusi 1/10 Hertz [prosiding]. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Safrianti E, Sari LO, Valention N. 2016. Design Band Pass Filter untuk mengatasi Interferensi pada Jaringan WIMAX 3.5 GHz. *Jurnal Sainstek STT Pekanbaru*. 4(1): 52-60.
- Saputra LR, Awaluddin M, Sabri LM. 2012. Identifikasi nilai amplitudo sedimen d Safrianti, E., Sari, L. O., & Valentino, N. (2016). Design Band Pass Filter Untuk Mengatasi Interferensi Pada Jaringan Wimax 3.5 GHz. *SAINSTEK*, 4(1), 52-60. asar laut pada perairan dangkal menggunakan Multibeam Echosounder. *Jurnal Geodesi UNDIP*. 1(1): 1-14.
- Sedayu, M. A., Manik, H. M., & Subarsyah, S. (2021). Teknologi Low-Frequency Acoustic untuk Identifikasi Gas Hidrat Berdasarkan Perubahan Karakter Seismik di Perairan Laut Aru. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 17(1), 70-78.
- Solikin, S., Manik, H. M., Pujiyati, S., & Susilohadi, S. (2017). Pemrosesan Sinyal Data Sub-bottom Profiler Substrat Dasar Perairan Selat Lembeh. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 13(1), 42-47.
- Srigutomo, W., & Muslim, G. H. (2018). Fast Marching Method Application for Forward Modelling of Seismic Wave Propagation. *Jurnal Geofisika*, 16(3), 1-13.

- Syifa, R. W., Sumardani, N. I., Dewi, N. A., Febrianti, T., Arifin, J., & Nuryadin, B. W. (2020). Identification of Landfill Using Refraction Seismic Method in LIPI Area-Bandung. *Risenologi, 5(1)*, 26-37.
- Urlick, R.J. (1983). *Principles of Underwater Sound 3rd edition*. McGraw- Hill, New York, p 423
- Wirasetiyawan, D., Sukoco, N. B., Riyadi, N., & Mulyadi, D. S. (2020). Identifikasi Perubahan Kontur Kedalaman Laut Diperairan Sekitar Anak Gunung Krakatau Pasca Erupsi Tahun 2018. *Jurnal Chart Datum, 6(2)*, 1-11.