

## PENINGKATAN KAPASITAS TIM PEMANTAU HIU PAUS (*Rhincodon typus*) MELALUI PENGGUNAAN TEKNOLOGI PENANDA AKSELEROMETER DI DESA BOTUBARANI, GORONTALO

Mahardika Rizqi Himawan<sup>1\*</sup>, Wiwid Andriyani Lestarringsih<sup>1</sup>, Sukirman Tilahunga<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Perikanan dan Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram

<sup>2</sup>Balai Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut (BPSPL) Makassar

<sup>1</sup>Jalan pendidikan No 37, Kota Mataram, Provinsi Nusa Tenggara Barat

<sup>2</sup>Jl Makmur Dg. Sitakka No. 129, Kec. Turikale, Kab. Maros, Sulawesi Selatan

Korespondensi: mahardika@unram.ac.id

Artikel history :	Received	: 2 Januari 2025	DOI : <a href="https://doi.org/10.29303/pepadu.v6i1.7201">https://doi.org/10.29303/pepadu.v6i1.7201</a>
	Revised	: 25 Januari 2025	
	Published	: 20 Maret 2025	

### ABSTRAK

Pelatihan peningkatan kapasitas bagi tim pemantau hiu paus di Pantai Botubarani, Gorontalo, dilakukan untuk mengembangkan kemampuan penggunaan teknologi akselerometer dalam pemantauan hiu paus. Latar belakang kegiatan ini adalah kebutuhan mendesak untuk memanfaatkan teknologi terkini guna meningkatkan akurasi data ekologi dan perilaku hiu paus sebagai spesies yang dilindungi dan memiliki peran penting dalam ekosistem laut. Tujuan pelatihan adalah membekali peserta dengan pengetahuan teoritis dan keterampilan teknis agar mampu mengoperasikan alat akselerometer secara mandiri dalam pemantauan hiu paus. Metode pelatihan yang digunakan berupa pendampingan intensif selama lima hari yang mengintegrasikan sesi teori di darat dan praktik lapangan di perairan. Hasil evaluasi pre-test dan post-test menunjukkan peningkatan signifikan pemahaman peserta, dengan rata-rata skor post-test mencapai  $\geq 80\%$  dibandingkan rata-rata pre-test yang di bawah 50%. Selain itu, pelatihan berhasil meningkatkan kemampuan pengoperasian alat, pengambilan data, serta analisis dan interpretasi hasil perekaman gerakan hiu paus. Diskusi terkait protokol keselamatan pemasangan alat juga memperkuat kesiapan peserta dalam pelaksanaan di lapangan. Peserta dipilih berdasarkan kemampuan snorkeling, pengoperasian komputer, dan keterwakilan lembaga, sehingga pelatihan berjalan efektif dan berkelanjutan. Kesimpulannya, pelatihan ini berhasil meningkatkan kapasitas teknis tim pemantau dan mendukung keberlanjutan program konservasi hiu paus di Pantai Botubarani dengan teknologi modern.

Kata Kunci: Pelatihan pemantauan, Hiu paus, Akselerometer, Kapasitas teknis

### PENDAHULUAN

Hiu paus (*Rhincodon typus*) merupakan spesies ikan terbesar di dunia dan memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem laut tropis. Sebagai spesies payung (*umbrella species*), hiu paus tidak hanya penting dalam rantai trofik, tetapi juga menjadi indikator kesehatan lingkungan laut (Dulvy et al., 2008; Norman et al., 2016). Populasi hiu

paus saat ini berada dalam status terancam punah menurut IUCN Red List dan telah masuk dalam daftar Appendix II CITES yang mengatur perdagangan internasionalnya (CITES, 2002; IUCN, 2023).

Pantai Botubarani, yang terletak di Kabupaten Bone Bolango, Gorontalo, merupakan salah satu lokasi penting di Indonesia untuk kemunculan hiu paus. Dalam beberapa tahun terakhir, kawasan ini menjadi pusat perhatian dalam pemantauan satwa laut dan pengembangan ekowisata berbasis konservasi. Aktivitas pemantauan yang dilakukan oleh masyarakat dan lembaga terkait selama ini masih terbatas pada pengamatan visual, pencatatan kemunculan, serta identifikasi individu menggunakan metode *photo identification* (Holmberg et al., 2009; Norman et al., 2017).

Perkembangan teknologi telah memungkinkan penggunaan perangkat seperti **akselerometer** dalam pemantauan perilaku hewan laut. Akselerometer adalah alat yang mampu merekam data dalam tiga dimensi gerakan (sumbu X, Y, dan Z), suhu, serta kedalaman pergerakan satwa laut secara kontinu (Wilson et al., 2006; Gleiss et al., 2010). Penggunaan alat ini dalam studi hiu paus dapat membuka peluang untuk memahami pola aktivitas, respons terhadap gangguan, dan perilaku harian secara lebih akurat (Shepard et al., 2008; Sequeira et al., 2013).

Namun, penerapan teknologi ini di lapangan membutuhkan pelatihan khusus bagi para pemantau. Keterampilan teknis seperti pengoperasian alat, pengambilan dan pengolahan data, serta prosedur keselamatan selama pemasangan di laut harus dipahami secara menyeluruh (Darling-Hammond et al., 2017; Knowles et al., 2015). Oleh karena itu, pelatihan peningkatan kapasitas bagi tim pemantau hiu paus di Desa Botubarani pada tanggal 9–13 April 2023 menjadi sangat penting. Pelatihan ini bertujuan untuk mengembangkan kompetensi peserta dalam penggunaan akselerometer secara mandiri dan bertanggung jawab, melalui pendekatan *hands-on training* dan pendampingan intensif (Joyce & Showers, 2002; Guskey, 2002).

Dengan meningkatnya kapasitas lokal, diharapkan kegiatan pemantauan hiu paus tidak hanya menjadi sarana konservasi berbasis data ilmiah, tetapi juga mendorong keterlibatan aktif masyarakat dalam perlindungan satwa laut secara berkelanjutan.

## METODE KEGIATAN

Pelatihan peningkatan kapasitas bagi tim pemantau hiu paus untuk dapat menggunakan teknologi *akselerometer* dilakukan pada tanggal 9-13 April 2023 di Desa Botubarani, Kecamatan Kabila Bone, Kabupaten Bone Bolango, Gorontalo. Pelatihan dilakukan pada 2 tempat, yaitu di Pos Pantau Hiu Paus untuk kegiatan darat dan Perairan Pantai Botubarani untuk kegiatan laut (Gambar 1). Kedua lokasi tersebut dipandang sangat representatif dalam menunjang pelaksanaan kegiatan yang mengkombinasikan pengetahuan secara teori dan keterampilan melalui kemampuan di lapangan.



Gambar 1. Lokasi Pelaksanaan Pelatihan: 1. Pos Pantau, 2. Perairan Pantai

Metode pelatihan yang digunakan adalah pendampingan secara intensif (Guskey, 2002; Joyce & Showers, 2002) agar tim pemantau memahami secara mendalam, baik teoritis dan aplikasinya di lapangan dan dapat secara mandiri melakukannya tanpa pendampingan (Darling-Hammond et al., 2017). Sebanyak 8 orang terlibat dalam pelatihan ini dengan rincian 3 orang menjadi narasumber dan 5 orang sebagai peserta. Narasumber berasal dari Universitas Mataram (Unram), Nusa Tenggara Barat (2 orang) dan Lembaga Non-pemerintah *Marine Research and Conservation Foundation* (Mareco), United Kingdom (1 orang). Jumlah peserta didesain hanya untuk 5 orang karena pertimbangan keterwakilan lembaga yang berkegiatan tinggi di lokasi, personal yang memiliki kemampuan snorkeling diatas rata-rata, dan kemampuan menggunakan komputer. Peserta dipilih melalui wawancara secara langsung (Smith et al., 2013) didampingi oleh Ketua Kelompok Sadar Wisata (Pokdarwis) setempat. Pelatihan yang terfokus pada personal yang tepat diharapkan dapat memberikan kemudahan dalam pelaksanaannya dan memberikan jaminan bahwa hasil pelatihan dapat dilanjutkan (Knowles et al., 2015; McCallum & O’Connell, 2009) dan memberikan manfaat dalam upaya pemantauan hiu paus di Pantai Botubarani. Tahapan dari pelatihan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahapan dan jadwal pelatihan melalui pendampingan intensif

Tanggal	Waktu (WITA)	Materi Diberikan	Pemateri
9 April 2023	08.00–12.00	Evaluasi awal pelatihan dan pengenalan dasar hiu paus dan ekologi di Perairan Pantai Botubarani	Wiwid A. Lestariningsih
	13.00–16.00	Prinsip kerja dan pengenalan alat akselerometer	Dr. Gonzalo Araujo
	19.30–21.00	Diskusi kelompok: Studi kasus pemantauan hiu paus di Pantai Botubarani	Wiwid A. Lestariningsih
10 April 2023	08.00–12.00	Praktik pengoperasian alat akselerometer di darat	Dr. Gonzalo Araujo

		13.00–16.00	Simulasi pemasangan alat pada hiu paus dan prosedur keamanan	Mahardika R. Himawan
		19.30–21.00	Evaluasi harian & tanya jawab teknis	Mahardika R. Himawan
11	April	08.00–12.00	Praktik lapangan: Pemasangan alat akselerometer di laut (simulasi)	Dr. Gonzalo Araujo
2023		13.00–16.00	Pengambilan data dari perangkat, pemindahan & penyimpanan data	Mahardika R. Himawan
		19.30–21.00	Analisis data awal dan interpretasi gerakan hiu dari grafik	Wiwid A. Lestariningsih
12	April	08.00–12.00	Penguatan keterampilan teknis individu	Dr. Gonzalo Araujo
2023		13.00–16.00	Latihan pelaporan hasil penggunaan alat akselerometer	Mahardika R. Himawan
13	April	08.00–12.00	Simulasi mandiri oleh peserta: Pemasangan, pengambilan data, dan pelaporan	Dr. Gonzalo Araujo
2023		13.00–16.00	Evaluasi akhir pelatihan	Wiwid A. Lestariningsih
		19.30	Penutupan Pelatihan	Wiwid A. Lestariningsih

*Keterangan: Wiwid A. Lestariningsih (Institusi: Unram), Mahardika R. Himawan (Institusi: Unram) dan Dr. Gonzalo Araujo (Institusi: Mareco)*

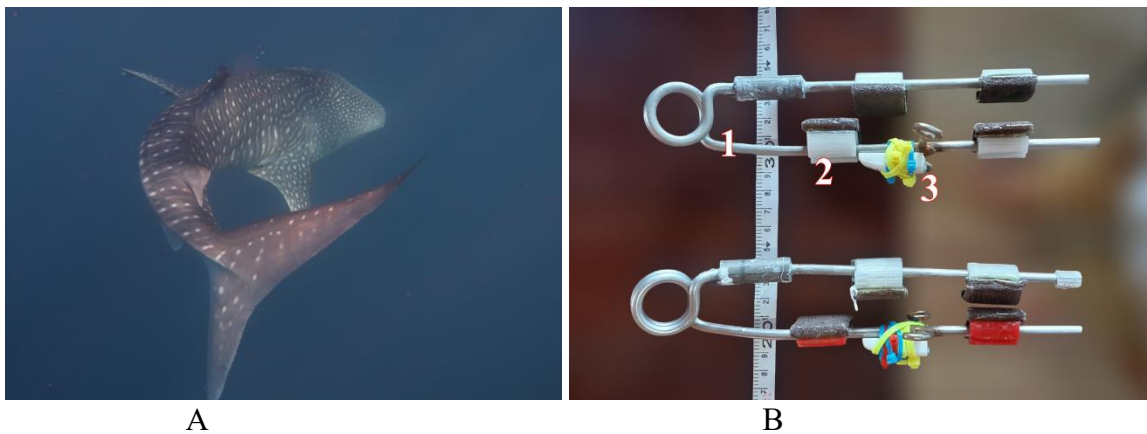
Pada rangkaian kegiatan yang secara detail dijabarkan melalui jadwal yang ditunjukkan Tabel 1, dilakukan pengukuran tingkat pemahaman dengan memberikan tes berupa pertanyaan sebelum (*pre-test*) dan sesudah (*post-test*) pelatihan (Knowles et al., 2015) untuk setiap peserta. Perhitungan margin nilai tes sebelum dan sesudah tersebut menjadi gambaran tingkat pemahaman bagi peserta pelatihan. Hasil dari pengukuran tersebut dapat memberikan evaluasi terhadap keberhasilan dari pelatihan yang dilakukan dan dapat membantu dalam perencanaan kegiatan selanjutnya, khususnya dalam pemantauan hiu paus dengan memanfaatkan teknologi terkini.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelatihan dengan tujuan meningkatkan kemampuan tim pemantau hiu paus di Pantai Botubarani, Gorontalo untuk dapat menggunakan teknologi berupa akselerometer dalam kegiatan pemantauannya telah terlaksana dengan baik. Pelatihan dimulai dengan memilih peserta yang memiliki intensitas kegiatan tinggi di lokasi, kemampuan *snorkeling* yang baik dan dapat mengoperasikan komputer. Hasil wawancara didapatkan 5 peserta yang berasal dari Balai Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut (BPSPL) Makassar Wilker Gorontalo (1 orang), Dinas Pariwisata Pemuda dan Olah Raga, Kabupaten Bone Bolango (1 orang), dan Kelompok Sadar Wisata (Pokdarwis) Desa Botubarani (3 orang).

Pelaksanaan pelatihan pada hari pertama dimulai dengan memberikan pertanyaan untuk mengetahui pemahaman awal peserta yang akan dibandingkan dengan hasil evaluasi akhir pelatihan. Selanjutnya, pelatihan difokuskan pada pengenalan hiu paus dan ekologiinya di Perairan Pantai Botubarani dan memperkenalkan alat akselerometer yang akan digunakan

oleh peserta (Gambar 2). Metode yang digunakan adalah *collaborative learning* (Johnson et al., 2000) yang memadukan presentasi dengan menggunakan slide serta diskusi dan tanya jawab interaktif. Materi ekologi hiu paus disampaikan oleh Wiwid A. Lestariningsih dari Unram dan materi pengenalan akselerometer disampaikan oleh Dr. Gonzalo Araujo dari Mareco. Materi ekologi hiu paus yang disampaikan memuat poin-poin penting seperti Materi ekologi hiu paus yang disampaikan memuat poin-poin penting yang disajikan pada Tabel 2.



Gambar 2. Penyampaian Materi Hari Pertama: A. Ekologi Hiu Paus, B. Alat Akselerometer

Tabel 2. Materi ekologi hiu paus yang disampaikan

Materi	Deskripsi Materi	Referensi digunakan
Morfologi dan anatomi dasar hiu paus	mencakup ciri-ciri fisik, pola total unik di kulitnya, dan struktur mulut yang besar untuk menyaring perairan	Compagno, 2001; Martin, 2007
Habitat dan sebaran geografis	menjelaskan hiu paus hidup di perairan tropis dan subtropis termasuk Indonesia	Colman, 1997; Pierce et al., 2010
Perilaku makan dan migrasi	termasuk perilaku memakan plankton secara pasif dan aktif serta migrasi jarak jauh	Rowat & Brooks, 2012; Sequeira et al., 2013
Peran ekologis hiu paus	membahas perannya sebagai spesies payung ( <i>umbrella species</i> ) dan indikator kesehatan ekosistem laut	Dulvy et al., 2008; Norman et al., 2016
Ancaman terhadap hiu paus	seperti perburuan, <i>bycatch</i> , tabrakan dengan kapal, serta pencemaran laut	Fowler, 2000; CITES, 2002; Peñaloza et al., 2021
Upaya konservasi dan perlindungan	mencakup status perlindungan di bawah CITES Appendix II dan IUCN Red List serta inisiatif lokal dalam konservasi	Norman, 2005; IUCN, 2023

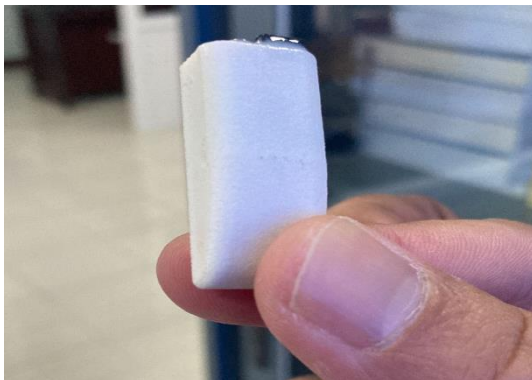
Materi selanjutnya adalah pengenalan alat akselerometer yang dapat merekam informasi suhu, kedalaman dan pergerakan pada tiga sumbu (aksis X, Y dan Z) setelah terpasang pada sirip hiu paus (Gleiss et al., 2010; Shepard et al., 2008; Wilson et al., 2006).

Akselerometer yang digunakan pada pelatihan telah terpasang pada satu set alat yang terdiri atas (Gambar 2.B):

1. Penjepit, terbuat dari *stainless steel* anti karat yang berfungsi sebagai penjepit agar alat terpasang pada sirip atas hiu paus.
2. Beberapa *Stopper*, terbuat dari plastik yang terpasang ampelas pada dasarnya yang berfungsi sebagai penahan posisi penjepit. Ampelas dan kulit hiu paus akan tersangkut satu sama lain sehingga penjepit tidak mudah bergeser.
3. Alat akselerometer, alat untuk merekam informasi suhu, kedalaman dan pergerakan pada tiga sumbu setelah terpasang pada sirip atas hiu paus. Kabel *ties* digunakan untuk mengaitkan alat tersebut dengan penjepit.

Kegiatan hari pertama ditutup dengan diskusi terkait pemantauan hiu paus di Pantai Botubarani yang telah berjalan hingga waktu pelatihan yang difasilitasi oleh Wiwid A. Lestariningsih. Hasil diskusi didapatkan bahwa pemantauan yang dilakukan saat ini berfokus pada perhitungan jumlah yang muncul, identifikasi hiu paus menggunakan metode Photo ID, penentuan jenis kelamin, dan estimasi panjang tubuh (Norman et al., 2017; Holmberg et al., 2009; Pierce et al., 2010). Pemantauan dilakukan oleh Tim Pemantau Hiu Paus yang beranggotakan pemangku kepentingan dari instansi pemerintah pusat, provinsi, kabuten, dan desa, serta lembaga swadaya masyarakat, masyarakat setempat dan relawan.

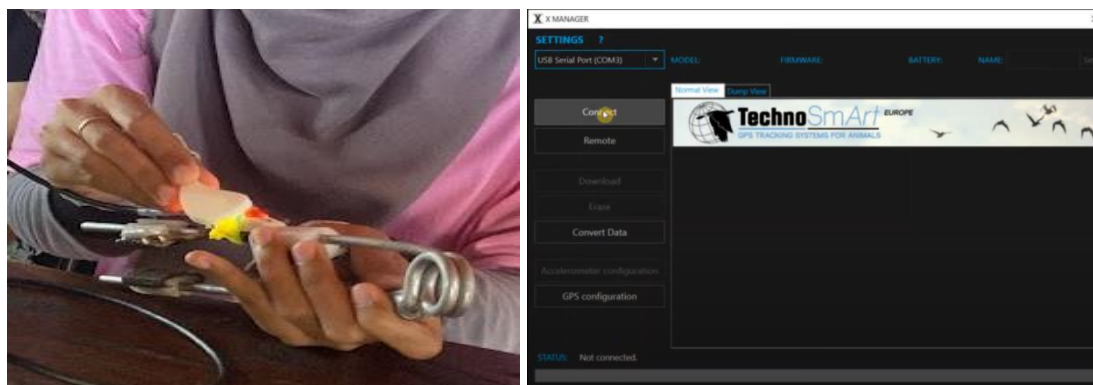
Pelatihan pada hari kedua dilakukan dengan memberikan pengetahuan terkait praktik pengoperasian alat akselerometer di darat dan simulasi pemasangannya termasuk prosedur keamanan yang harus menjadi perhatian. Tahapan dari pengoperasian alat akselerometer dimulai dari: 1. proses mengisi daya baterai, 2. menyalakan alat, 3. Mengatur waktu dan durasi perekaman data pada alat dengan aplikasi X Manager (aplikasi diunduh dari laman [www.technosmart.eu](http://www.technosmart.eu)), 4. memasang alat pada tubuh hiu paus, 5. melepas alat dari tubuh hiu paus, 6. Mengunduh data yang terekam pada alat dengan aplikasi X Manager dan 7. mematikan alat (Gambar 3).



A



B



Gambar 2. Pengoperasian Akselerometer: A. Akselerometer, B. Pengisian Daya menggunakan kabel USB, C. Menyalakan dan Mematikan Alat, D. Penggunaan Aplikasi X Manager untuk mengatur alat dan mengunduh hasil perekaman alat.

Pelatihan hari kedua dilanjutkan dengan mendiskusikan prosedur keamanan dalam pelaksanaan pemasangan dan pelepasan alat accelerometer pada hiu paus. Hiu paus dengan ukuran yang besar, kulit yang kasar, pergerakan dan kepakan ekor yang kuat (Wilson et al., 2006; Semmens et al., 2013; Andrzejczek et al., 2016) membuat proses pemasangan harus dilakukan dengan hati-hati untuk menghindari cedera. Protokol keselamatan selanjutnya menjadi materi yang disampaikan untuk menghindari terjadinya kecelakaan kerja. Protokol yang dipresentasikan dan didiskusikan dapat dilihat pada Tabel 3. Kedua materi tersebut disampaikan oleh Dr. Gonzalo Araujo dan Mahardika R. Himawan.

Tabel 3. Protokol Keselamatan Pada Saat Pemasangan Alat

No	Prosedur	Deskripsi
1	Briefing sebelum turun lapangan	Menjelaskan tugas masing-masing anggota tim dan mengidentifikasi kondisi perairan saat itu. Jika kondisi perairan buruk, maka pemasangan alat ditunda hingga membaik.
2	Penggunaan perlengkapan keselamatan	Wajib menggunakan alat <i>snorkeling</i> , alat selam SCUBA tidak direkomendasikan untuk digunakan atas dasar keselamatan. Sarung tangan dapat digunakan untuk melindungi tangan dari luka akibat gesekan dengan kulit hiu paus.
3	Pendekatan hiu paus secara perlahan	Hindari gerakan tiba-tiba dan pergerakan mendekati hiu paus dilakukan dari samping dan bagian atas sirip punggung. Hindari bagian kepala hiu paus agar tidak menghalangi jalur renang dan bagian ekor belakang untuk menghindari kibasan.
4	Pemasangan alat	Tidak lebih dari 5 menit pada proses pemasangan untuk mengurangi hiu paus merasakan gangguan.
5	Komunikasi bawah air	Gunakan isyarat tangan yang telah disepakati untuk komunikasi antar tim.
6	Evaluasi pasca kegiatan	Diskusi segera setelah naik ke permukaan untuk meninjau keamanan dan efektivitas pemasangan.
7	Rencana darurat	Menyusun skenario tanggap darurat jika terjadi cedera atau

---

kondisi tidak terduga, yaitu jika terjadi kecelakaan untuk segera ke darat dan menuju layanan kesehatan.

---

Pelatihan hari kedua ditutup dengan evaluasi harian dan tanya jawab teknis yang difasilitasi Mahardika R Himawan. Hasil dari diskusi didapatkan bahwa peserta mendapatkan kesulitan yaitu: 1. Fungsi dan cara kerja alat tersebut dalam pelacakan perilaku hiu paus yang belum sepenuhnya dipahami, 2. Kendala saat melakukan pengisian daya menggunakan kabel USB, seperti memastikan koneksi yang tepat dan memastikan alat terdeteksi oleh perangkat pengisi daya, 3. Kebingungan dalam prosedur menyalakan dan mematikan akselerometer, terutama terkait interpretasi indikator lampu dan urutan langkah yang benar, dan 4. Tantangan dalam penggunaan aplikasi X Manager karena bukan merupakan perangkat lunak yang umum digunakan. Keempat kesulitan tersebut selanjutnya ditulis dan menjadi catatan. Perekaman semua proses pengoperasian alat akselerometer menjadi solusi agar peserta dapat melihat kembali rekaman ketika mengalami kesulitan kedepan.

Hari ketiga dari rangkaian pelatihan yang digunakan untuk melatih peserta untuk dapat memasang alat akselerometer pada sirip hiu paus (Gambar 3). Praktek pemasangan alat dikoordinir oleh Dr. Gonzalo Araujo. Langkah-langkah proses pemasangan alat akselerometer adalah sebagai berikut:

1. Persiapan Alat dan Perlengkapan

- Pastikan akselerometer telah terisi daya penuh dan dalam kondisi aktif merekam data.
- Lilitkan akselerometer dengan kabel ties pada penjepit *stainless steel*.

2. Pergerakan mendekat ke hiu paus dengan alat *snorkeling*

- Lakukan pergerakan renang *snorkeling* dengan tenang dan hati-hati dan tetap menjaga jarak mengikuti protokol interaksi dengan satwa.
- Tim harus siaga untuk mendukung pemasangan dengan menjaga posisi dan jarak aman.

3. Pemasangan Alat pada sirip punggung hiu paus

- Posisikan diri pada bagian dekat sirip punggung hiu paus.
- Pasang akselerometer pada bagian sirip punggung tersebut dengan menggunakan penjepit.
- Pastikan alat terpasang stabil dan posisi yang tepat.

4. Pemantauan Setelah Pemasangan

- Amati perilaku hiu paus pasca pemasangan untuk memastikan tidak terjadi stres atau gangguan.
- Dokumentasikan waktu, lokasi, dan kondisi saat pemasangan selesai dilakukan.

5. Pengambilan Kembali Akselerometer

- Setelah periode perekaman selesai, alat diambil kembali dengan hati-hati.
- Hindari gerakan yang dapat menyakiti hiu paus dan yang dapat merusak alat.



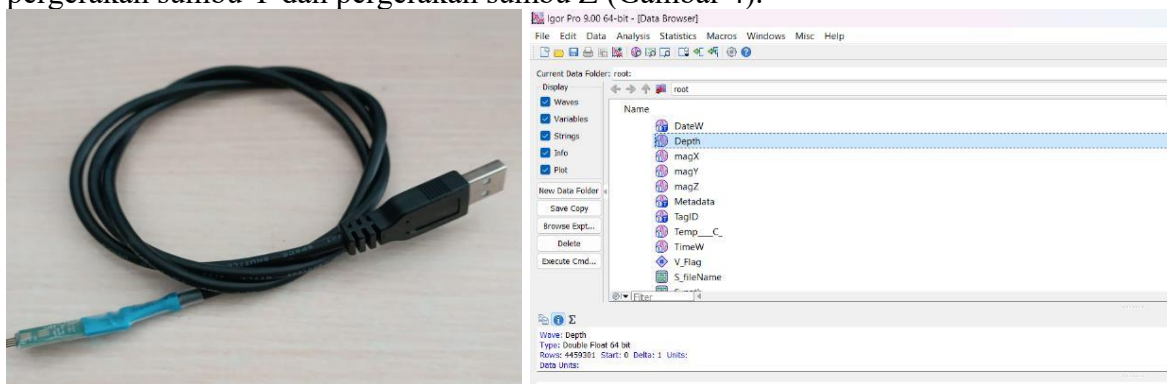


A

B

Gambar 3. Pemasangan Alat Akselerometer: A. Peserta Memasang Alat Pada Sirip Punggung Hiu Paus, B. Posisi Alat yang Benar

Pengambilan data dari perangkat, pemindahan dan penyimpanan data dan analisis data awal dan interpretasi gerakan hiu dari grafik menjadi materi yang diberikan setelah praktik lapangan berturut-turut oleh Mahardika R Himawan dan Wiwid A. Lestariningsih. Pemindahan data dari alat akselerometer ke komputer dilakukan dengan menggunakan kabel data USB (yang juga digunakan untuk mengisi daya) dan perangkat lunak X manager. Sedangkan interpretasi gerakan hiu dari grafik dilakukan dengan perangkat lunak *Igor Pro* (diunduh di [www.wavemetrics.com/products/igorpro](http://www.wavemetrics.com/products/igorpro)). Grafik yang didapatkan melalui *Igor Pro* dapat menghasilkan data terkait dengan waktu, kedalaman, suhu, pergerakan sumbu X, pergerakan sumbu Y dan pergerakan sumbu Z (Gambar 4).



A.

B.

Gambar 4. A. Kabel USB Penghubung Akselerometer dan Komputer B. Tampilan Igor Pro Dalam Interpretasi Grafik

Pada hari keempat pelatihan, kegiatan difokuskan pada penguatan keterampilan teknis individu peserta dalam penggunaan akselerometer. Peserta diberikan kesempatan untuk melakukan praktik langsung, mulai dari pengaturan alat menggunakan aplikasi X Manager hingga pengoperasian dasar seperti pengisian daya, menyalakan, dan mematikan alat secara mandiri dengan pendampingan. Pendekatan ini bertujuan untuk memastikan setiap peserta memiliki pemahaman dan keterampilan yang memadai dalam mengelola alat secara mandiri.

Selanjutnya, peserta mengikuti latihan pelaporan hasil penggunaan akselerometer

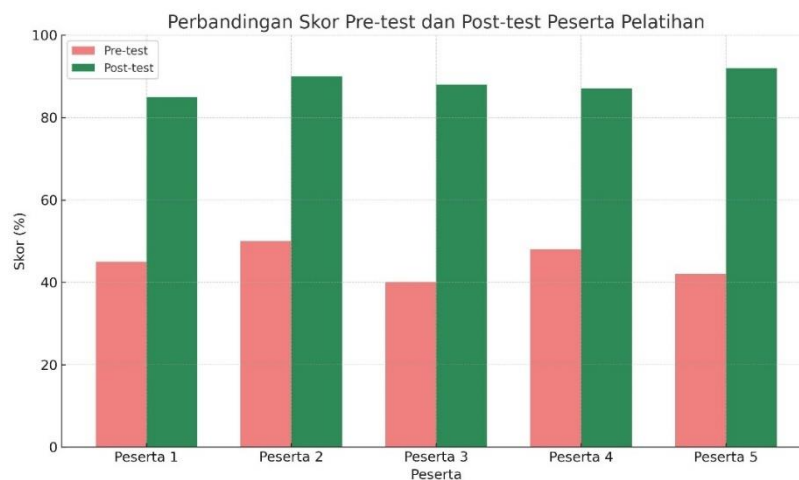
berdasarkan data yang diperoleh dari simulasi sebelumnya. Pelatihan ini penting agar terjadi transfer informasi antara narasumber dan peserta dimasa mendatang untuk interpretasi data secara menyeluruh, mengingat narasumber tidak berdomisili di Gorontalo. Portal aplikasi *Google Drive* (<https://drive.google.com>) digunakan dalam hal ini.

Memasuki hari terakhir, peserta melaksanakan simulasi mandiri sebagai puncak dari proses pelatihan. Dalam simulasi ini, peserta secara mandiri menjalankan seluruh rangkaian kegiatan mulai dari pemasangan akselerometer, pengambilan data, hingga pelaporan tanpa pendampingan. Kegiatan ini memberikan ruang bagi peserta untuk menerapkan pengetahuan dan keterampilan yang telah diperoleh sebelumnya, sekaligus menguji kesiapan mereka dalam situasi lapangan yang sesungguhnya. Dr. Gonzalo Araujo dan Mahardika R Himawan mendampingi rangkaian pelatihan pada kedua hari tersebut.

Evaluasi akhir menjadi Evaluasi akhir dilakukan pada hari terakhir pelatihan setelah peserta menjalani simulasi mandiri pemasangan, pengoperasian, serta pelaporan penggunaan akselerometer. Evaluasi dilakukan dalam bentuk *post-test* tertulis, observasi langsung pada simulasi, serta wawancara reflektif. Tes ini disusun berdasarkan aspek pengetahuan teoritis dan keterampilan praktis terkait penggunaan akselerometer dalam pemantauan hiu paus. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa seluruh peserta (100%) mengalami peningkatan kemampuan. Peningkatan ini terlihat dari:

1. Seluruh peserta menjawab  $\geq 80\%$  soal post-test dengan benar, dibandingkan dengan rata-rata  $< 50\%$  pada *pre-test*. Grafik disajikan Gambar 5 dan daftar pertanyaan disajikan pada Tabel 4.
2. Peserta mampu mengoperasikan alat secara mandiri, termasuk Pengisian daya, Pengaturan parameter rekaman, Penggunaan aplikasi X Manager dan Igor Pro, Prosedur pemasangan dan pelepasan di lapangan sesuai protokol keselamatan.
3. Setiap peserta berhasil melaporkan data hasil simulasi perekaman data dengan akselerometer sehingga dapat diakses oleh narasumber.

Peningkatan ini menegaskan bahwa pendekatan pelatihan intensif dengan metode hands-on dan pendampingan berhasil membangun kapasitas teknis dan kepercayaan diri peserta.



Gambar 5. Grafik perbandingan nilai test sebelum dan sesudah pelatihan pada setiap peserta

Tabel 4. Daftar Pertanyaan *Pre-test* dan *Post-test*

No	Pertanyaan
1	Apa fungsi utama dari alat akselerometer dalam pemantauan hiu paus?
2	Jelaskan informasi apa saja yang dapat direkam oleh akselerometer!
3	Sebutkan langkah-langkah awal dalam mempersiapkan alat akselerometer sebelum digunakan?
4	Bagaimana cara menyalakan dan mematikan alat akselerometer dengan benar?
5	Perangkat lunak apa yang digunakan untuk mengatur dan mengunduh data dari akselerometer!
6	Sebutkan langkah-langkah dalam mengunduh data dari akselerometer ke komputer!
7	Bagaimana cara membaca grafik hasil rekaman dari aplikasi Igor Pro dan apa makna garis pergerakan di sumbu X, Y, dan Z?
8	Bagaimana cara membaca grafik hasil rekaman dari aplikasi Igor Pro dan apa informasi kedalaman (Depth) dan suhu (Temp)?
9	Jelaskan bagaimana cara melaporkan sederhana berdasarkan data dari alat akselerometer.
10	Apa risiko keselamatan utama dalam pemasangan alat pada hiu paus dan bagaimana pencegahannya?

### KESIMPULAN DAN SARAN

Pelatihan peningkatan kapasitas bagi tim pemantau hiu paus di Pantai Botubarani telah berhasil meningkatkan pemahaman dan keterampilan peserta dalam menggunakan teknologi akselerometer untuk pemantauan hiu paus. Metode pendampingan intensif yang mengombinasikan teori dan praktik lapangan terbukti efektif dalam membekali peserta dengan kemampuan teknis dan pengetahuan ekologis yang mendalam. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam pemahaman peserta, dengan skor post-test yang rata-rata mencapai  $\geq 80\%$ , jauh lebih tinggi dibandingkan skor pre-test yang di bawah 50%. Keberhasilan pelatihan ini diharapkan dapat mendukung pengelolaan dan konservasi hiu paus secara lebih optimal melalui pemanfaatan teknologi modern. Selain itu, pemilihan peserta yang tepat dan metode pelatihan yang kolaboratif menjadi kunci utama dalam keberlanjutan program ini.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada lembaga non-pemerintah dari United Kingdom, *Marine Research and Conservation Foundation* (MARECO) atas pendanaan yang diberikan sehingga kegiatan peningkatan kapasitas untuk tim pemantau hiu paus di Provinsi Gorontalo dapat terlaksana dan memberikan dampak yang positif bagi upaya penelitian dan konservasi hiu paus.

### DAFTAR PUSTAKA

Andrzejczek, S., et al. (2016). Identifying shark mating behavior using three-dimensional

- acceleration loggers. *Endangered Species Research*, 10(1), 71–82. <https://doi.org/10.3354/esr00250>
- CITES. (2002). Appendices I, II and III. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora.
- Darling-Hammond, L., Hyler, M. E., & Gardner, M. (2017). Effective teacher professional development. Learning Policy Institute.
- Dulvy, N. K., et al. (2008). You can swim but you can't hide: the global status and conservation of oceanic pelagic sharks and rays. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18(5), 459–482. <https://doi.org/10.1002/aqc.975>
- Gleiss, A. C., et al. (2010). Animal attached telemetry: current applications and future directions. *Marine Ecology Progress Series*, 402, 267–284. <https://doi.org/10.3354/meps08482>
- Guskey, T. R. (2002). Professional development and teacher change. *Teachers and Teaching*, 8(3), 381–391. <https://doi.org/10.1080/135406002100000409>
- Holmberg, J., Norman, B., & Arzoumanian, Z. (2009). Estimating population size, structure, and residency time for whale sharks *Rhincodon typus* through collaborative photo-identification. *Endangered Species Research*, 7(1), 39–53. <https://doi.org/10.3354/esr00168>
- IUCN. (2023). The IUCN Red List of Threatened Species. Retrieved from <https://www.iucnredlist.org>
- Joyce, B., & Showers, B. (2002). Student achievement through staff development. ASCD.
- Knowles, M. S., Holton, E. F., & Swanson, R. A. (2015). The adult learner: The definitive classic in adult education and human resource development. Routledge.
- Norman, B. (2005). Marine ecotourism: Whale shark tourism. In M. Lück (Ed.), *Marine Ecotourism: Between the Devil and the Deep Blue Sea* (pp. 130–145). CABI Publishing.
- Norman, B., et al. (2016). Undersea constellations: The global biology of an endangered marine megavertebrate further informed through citizen science. *BioScience*, 67(2), 102–113. <https://doi.org/10.1093/biosci/biw001>
- Norman, B., et al. (2017). Photo-identification of whale sharks. In: *The Whale Shark: Biology, Ecology, and Conservation*. CRC Press.
- Rowat, D., & Brooks, K. S. (2012). A review of the biology, fisheries and conservation of the whale shark *Rhincodon typus*. *Journal of Fish Biology*, 80(5), 1019–1056. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2012.03295.x>
- Sequeira, A. M., et al. (2013). Telemetry reveals seasonal distribution and potential impacts of whale shark tourism at Ningaloo Reef, Western Australia. *Marine Ecology Progress Series*, 478, 119–132. <https://doi.org/10.3354/meps10142>
- Shepard, E. L. C., et al. (2008). Identification of animal movement patterns using tri-axial accelerometry. *Endangered Species Research*, 10, 47–60. <https://doi.org/10.3354/esr00239>
- Wilson, R. P., et al. (2006). Moving towards acceleration for estimates of activity-specific metabolic rate in free-living animals: the case of the cormorant. *Journal of Animal Ecology*, 75(5), 1081–1090. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2006.01106.x>
- Wilson, R. P., et al. (2008). Estimating the energetic cost of activity from acceleration data: the case of the cormorant. *Journal of Experimental Biology*, 211(11), 1772–1781. <https://doi.org/10.1242/jeb.016778>

- Wilson, R. P., et al. (2013). Calibrating acoustic acceleration transmitters for estimating energy use by wild adult Pacific salmon. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 164(3), 491–498. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2012.12.002>
- Wilson, R. P., et al. (2015). Integrating network analysis, sensor tags, and observation to understand shark ecology and behavior. *Behavioral Ecology*, 26(6), 1577–1586. <https://doi.org/10.1093/beheco/arv115>
- Wilson, R. P., et al. (2020). Accelerometry-derived metrics as proxies for energy expenditure in free-living animals: a review. *Journal of Experimental Biology*, 223(1), jeb215272. <https://doi.org/10.1242/jeb.215272>.