

Penerapan Teknologi Akustik pada Perikanan Bagan Perahu Application of Acoustic Technology on the Fish Catch of Boat Lift Net

Muhammad Kurnia*, Sudirman & Alfa Nelwan

Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea Indah Makassar, 90245

*Penulis untuk korespondensi, e-mail: kurniamuhammad@fisheries.unhas.ac.id

Abstrak

Teknologi akustik bidang penangkapan ikan merupakan salah satu teknologi dengan keunggulan dapat mendeteksi sumberdaya hayati laut termasuk pendugaan densitas dan keberadaan ikan secara langsung dan relatif lebih akurat dari metode konvensional yang digunakan nelayan selama ini. Studi tentang penerapan teknologi hidroakustik bertujuan untuk mengkaji efektivitas pengoperasian bagan perahu dengan alat bantu penangkapan teknologi hidroakustik sebagai upaya untuk peningkatan produktivitas nelayan bagan perahu. Penelitian dilakukan pada usaha penangkapan ikan dengan bagan perahu di perairan Selat Makassar pada bulan April-Mei 2015 dengan memanfaatkan alat bantu teknologi akustik pada pengoperasian bagan perahu. Metode analisis dilakukan berdasarkan produktivitas bagan perahu dengan pemanfaatan teknologi akustik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas alat tangkap yang dioperasikan nelayan dengan menggunakan alat bantu akustik perikanan meningkat dibandingkan dengan usaha penangkapan ikan tanpa alat bantu akustik. Hasil ini diharapkan menjadi referensi untuk penelitian pemanfaatan teknologi akustik pada berbagai alat penangkapan ikan dan menjadi acuan pemanfaatan IPTEK dalam mendukung usaha penangkapan ikan skala kecil secara berkelanjutan.

Kata kunci: Bagan perahu, teknologi akustik perikanan

Abstract

Acoustic technology for fisheries is one of technologies with the advantages to detect marine resources including estimating density and the presence of fish and relatively more accurate than conventional methods. The present study aims to assess the effectiveness of the operation of the lift-net with hydroacoustic technology in an effort to increase the productivity of the fisherman of boat liftnet. The study was conducted on fishing activity of boat liftnet in the Makassar Strait from April to May 2015 by utilizing the tools of acoustic technology in the operation of the boat liftnet. The analysis method is based on the productivity of the boat liftnet. The results showed that the productivity of fishing gear which is operated by using the tools of fisheries acoustic were improved compared with the fishing effort without acoustic tools. This result is expected to be a reference to research on the use of acoustic technology in a variety of fishing gear and as reference to research the use of science and technology in support of sustainable small-scale fishing effort.

Keywords: Boat liftnet, fisheries acoustic technology

Pendahuluan

Pemanfaatan teknologi akustik untuk penangkapan ikan menjadi salah satu metode yang efektif untuk mendeteksi keberadaan ikan secara langsung, cepat, dan akurat (Simmond & MacLennan, 2005). Di Indonesia, berbagai studi pendekatan akustik telah dilakukan; Pujiyati *et al.* (2007) pada eksplorasi sumberdaya ikan demersal; Manik *et al.* (2006) dengan identifikasi habitat ikan demersal dengan menggunakan *quantitative echosounder*; pengamatan tingkah laku ikan pada bagan rambo (Sulaiman *et al.*, 2006) dan pada bagan perahu (Haruna, 2010) serta estimasi stok ikan pelagis di perairan Bengkalis oleh Brown & Rengi (2014).

Penelitian ini merupakan upaya memperkenalkan metode baru dalam pengoperasian bagan perahu guna mengefisienkan waktu operasi penangkapan ikan dan upaya meningkatkan produksi hasil tangkapan nelayan. Pemanfaatan teknologi akustik pada pengoperasian bagan perahu belum optimal bahkan dapat dikatakan nelayan tidak mengetahui instrumen akustik sebagai alat bantu penangkapan ikan yang efektif untuk meningkatkan hasil tangkapan. Bagan perahu dalam pengoperasiannya menggunakan cahaya sebagai alat bantu penangkapan ikan yang berfungsi untuk mengumpulkan ikan (Subani, 1983; Hasan, 2008) dan dengan berbagai sumber cahaya, mulai obor, lampu petromaks sampai pada lampu

listrik dengan sumber tenaga generator (Wisudo *et al.*, 2001).

Informasi tentang pemanfaatan teknologi akustik pada pengoperasian berbagai alat tangkap diperlukan untuk mengetahui sejauh mana teknologi penangkapan ini mempengaruhi efektivitas dan produktivitas suatu alat tangkap yang dapat meningkatkan jumlah hasil tangkapan. Khusus pengoperasian bagan perahu, instrumen akustik akan membantu menjawab pertanyaan yang terkait dengan waktu kedatangan ikan di *catchable area* bagan perahu. Pengetahuan waktu kedatangan ikan berperan dalam membantu upaya meningkatkan efektivitas dan intensitas penarikan jaring alat tangkap. Sebagaimana hasil penelitian Kurnia & Palo (2014) pada pengoperasian bagan tancang yang menggunakan instrumen akustik. Intensitas jumlah penarikan jaring yang tinggi atau banyak berdampak positif pada peningkatan jumlah hasil tangkapan.

Hal tersebut menjadi dasar perlunya penelitian ini dilakukan pada bagan perahu untuk mengetahui pengaruh penggunaan instrumen akustik dalam upaya meningkatkan hasil tangkapannya. Hasil penelitian diharapkan dapat memperkenalkan teknologi kepada masyarakat dan sebagai bahan acuan untuk pengembangan penelitian perikanan tangkap dengan pendekatan teknologi hidroakustik.

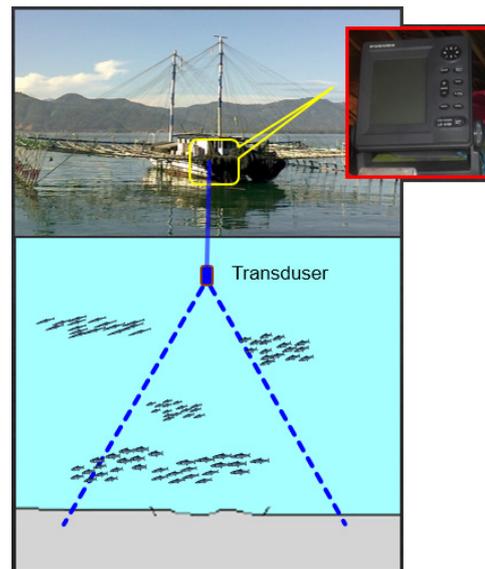
Bahan dan Metode

Bahan dan Alat

Bahan dan alat penelitian yang digunakan meliputi satu unit bagan perahu berukuran 14 x 13 m yang dilengkapi dengan beberapa lampu atraktor ikan. Pengamatan waktu kedatangan ikan dengan menggunakan alat akustik *Echosounder* FURUNO tipe LS6100 dengan frekuensi 50 dan 200 kHz. Perekaman data yang ada pada monitor *echosounder* dilakukan dengan menggunakan *handycam* Sony SR11. Untuk mendapatkan data oseanografi sebagai pendukung menggunakan alat ukur kecepatan arus dan *stopwatch* serta GPS untuk menentukan titik koordinat daerah penangkapan.

Metode

Penelitian dilaksanakan di perairan Selat Makassar yang merupakan sentra perikanan bagan perahu. Metode yang digunakan adalah *experimental fishing* dengan mengikuti pengoperasian satu unit bagan perahu pada bulan April-Mei 2015. Alat akustik *Echosounder* dipasang di bagian lambung kanan kapal bagan tepat di tengah-tengah dengan asumsi telah mencakup seluruh area dibawah bagan perahu, dengan posisi 60-100 cm dibawah permukaan air (Gambar 1).



Gambar 1. Ilustrasi metode pengoperasian hidroakustik pada bagan perahu.

Pengumpulan data dilakukan dengan mengikuti operasi penangkapan ikan bagan perahu dengan menyesuaikan kondisi dan musim penangkapan yang dilakukan oleh nelayan. Pengumpulan data mencakup produksi hasil tangkapan dan kecepatan arus sebagai data pendukung. Subyek penelitian adalah produktivitas unit penangkapan bagan perahu yang pengoperasiannya menggunakan lampu sebagai atraktor ikan dan teknologi akustik sebagai alat bantu penangkapan ikan. Pengamatan dan perekaman data waktu kedatangan ikan dalam proses penangkapan dilakukan dan dimulai sejak penyalaan lampu sampai pada persiapan penarikan jaring. Pengamatan dan perekaman data waktu kedatangan ikan dengan *echosounder* dilakukan sebanyak 2-3 kali mengikuti aktivitas penarikan jaring yang dilakukan nelayan dalam setiap trip penangkapan.

Pengambilan data dilakukan dengan mencatat dan menimbang jumlah hasil tangkapan pada setiap waktu *hauling*. Hasil tangkapan kemudian diidentifikasi dengan menggunakan buku gambar ikan (Allen, 2000). Pengukuran kecepatan arus juga dilakukan pada setiap waktu *hauling*. Posisi pengoperasian alat tangkap diambil dengan menggunakan GPS. Kemudian wawancara dengan nelayan dilakukan untuk kelengkapan data teknis berupa deskripsi unit alat tangkap yang digunakan.

Hasil produktivitas alat tangkap dianalisis secara deskriptif untuk melihat apakah penerapan teknologi hidroakustik memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan produksi hasil tangkapan bagan perahu yang dibandingkan dengan hasil tangkapan bagan perahu secara konvensional dan tidak menggunakan teknologi hidroakustik. Analisis

secara deskriptif ditampilkan melalui grafik.

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Unit Alat tangkap dan Pengoperasiannya
Bagan perahu dan rangka bagan yang digunakan pada penelitian ini memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan beberapa bagan perahu yang digunakan nelayan di perairan pantai Selat Makassar. Alat tangkap dengan rangka bagan memiliki dimensi ukuran 14 x 13 m (Gambar 2) yang dirangkai pada sisi kiri dan kanan kapal; sedangkan ukuran unit bagan perahu yang dioperasikan di beberapa daerah di sepanjang pesisir pantai di Selat Makassar adalah 32 x 31 m (Sudirman *et al.*, 2003); ukuran bagan perahu 30 x 30 m (Sulaiman, 2006) dan ukuran unit bagan perahu 16 x 15 m (Lalogau, 2013). Teknologi penangkapan ikan ini tergolong dalam jenis jaring angkat dan menggunakan alat bantu cahaya lampu untuk mengumpulkan ikan (Wisudo *et al.*, 2001; Sudirman dan Nessa, 2011, dan Kusuma *et al.*, 2014) dan termasuk kategori *light fishing* (Nadir & Hadi, 2002; Deviani, 2010).

Pengoperasian alat tangkap yang menggunakan cahaya (Subani, 1983; Sudirman & Nessa, 2011) umumnya dimulai pada saat matahari mulai terbenam dan keadaan mulai gelap yang dimaksudkan untuk menarik perhatian ikan agar berkumpul di bawah cahaya lampu atau di sekitar bagan untuk memudahkan proses penangkapan ikan. Penggunaan jumlah dan besar intensitas cahaya lampu ini juga berpengaruh terhadap jumlah hasil tangkapan (Efendy, 1998). Jumlah lampu yang digunakan pada bagan perahu penelitian termasuk kecil apabila dibandingkan dengan beberapa unit penangkapan bagan perahu yang ada. Jumlah lampu yang digunakan hanya 16 lampu, yang terdiri dari 9 buah lampu berdaya 45 watt, 6 buah lampu 36 watt, dan 1 buah lampu 7 W sebagai lampu fokus serta menggunakan sumber energi genset dengan kekuatan daya 3100. Bila dibandingkan dengan bagan perahu pada penelitian Sudirman *et al.* (2003) yang dayanya sampai 14-16kW.

Karakteristik Metode Pengoperasian Alat Tangkap
Tahap pengoperasian bagan perahu di lokasi penelitian memiliki karakteristik tersendiri. Oleh karena tahapan tidak seperti yang terjadi pada alat tangkap dan metode pengoperasian yang sama. Tahapan pengoperasian yang umum adalah penurunan jaring, diikuti proses penyalaan lampu (18.21 wita) yang dimaksudkan untuk mengumpulkan ikan dengan durasi waktu 4-5 jam dan terakhir proses penarikan jaring atau hauling (Hariani, 2010; Sudirman *et al.*, 2001).

Namun di lokasi penelitian, tahapan penyalaan lampu dilakukan pertama kali (18.15 wita). Setelah durasi waktu 3-4 jam pengamatan dan menunggu berkumpulnya ikan di sekitar area penangkapan bagan perahu, lampu utama dipadamkan semua tetapi sebelumnya didahului oleh penyalaan lampu fokus agar ikan lebih terkonsentrasi. Seiring dengan proses tersebut, jaring dipasang dan disetting pada bingkai jaring. Setelah itu jaring diturunkan secara perlahan dengan menggunakan roller. Setelah jaring telah berada pada posisi yang diinginkan, lampu dinyalakan kembali dan selanjutnya dilakukan proses menunggu dan melakukan pengamatan terhadap keberadaan dan kedatangan ikan. Selanjutnya tahapan pengangkatan jaring dilakukan setelah kawanan ikan sebagai target nampak sudah berkumpul di area penangkapan.

Tahapan penarikan jaring diawali dengan dimatikannya lampu secara bertahap, mulai dari lampu haluan kemudian lampu tengah sampai meninggalkan satu lampu berwarna merah sebagai lampu fokus dan selanjutnya roller mulai diputar secara perlahan sampai jaring terlihat dan dianggap ikan sudah tidak dapat meloloskan diri lagi.

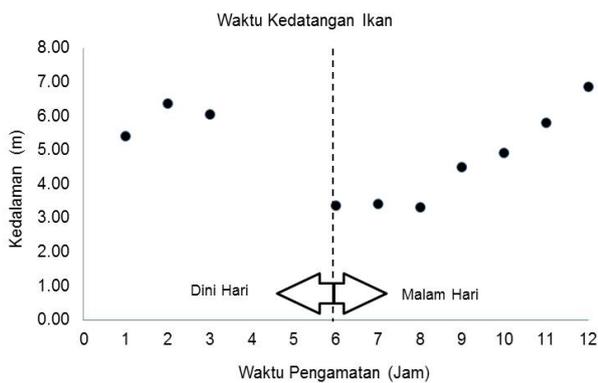
Pemanfaatan Teknologi Akustik

Pemanfaatan teknologi akustik untuk pengoperasian unit penangkapan ikan bagan perahu di lokasi penelitian merupakan informasi metode baru khususnya bagi nelayan. Metode penangkapan ikan konvensional yang digunakan oleh nelayan mempunyai keterbatasan. Hanya mengandalkan teknik dan keterampilan turun temurun dalam menduga keberadaan dan kedatangan ikan sudah semakin ketinggalan. Sulitnya melakukan pengamatan secara visual dibawah air, membuat teknologi akustik sangat penting untuk diterapkan dalam perikanan tangkap skala kecil.

Alat ini menjadi salah satu solusi yang tepat untuk memudahkan dalam pendeteksian keberadaan dan waktu kedatangan ikan di area penangkapan bagan perahu. Hal ini tentunya akan lebih mengefisienkan waktu dan proses penangkapan ikan. Oleh karena, nelayan sudah tidak memerlukan waktu yang lama untuk menunggu tahap proses penarikan jaring. Sebagaimana pengoperasian bagan perahu yang ada sekarang. Nelayan hanya memperkirakan waktu setelah beberapa jam menunggu kedatangan ikan dan kemudian melakukan proses penarikan jaring. Namun dengan teknologi akustik ini, waktu kedatangan ikan di area penangkapan akan dengan mudah diketahui. Sehingga penarikan atau pengangkatan jaring dapat dilakukan setiap saat berdasarkan informasi keberadaan ikan yang diperoleh dari instrumen akustik tersebut. Intensitas penarikan jaring yang

tinggi menyebabkan peluang yang besar untuk mendapatkan hasil tangkapan yang tinggi.

Pemanfaatan instrumen ini cukup banyak memberikan informasi tentang distribusi dan tingkah laku ikan yang berada di area penangkapan bagan perahu. Pengamatan secara visual lewat monitor *echosounder* diperoleh bahwa pola kedatangan ikan yang beragam dan posisi gerombolan ikan secara vertikal berdasarkan jarak kedalaman. Hasil pengamatan pola kedatangan ikan selama penelitian dengan menggunakan teknologi akustik dapat dilihat pada Gambar 2.



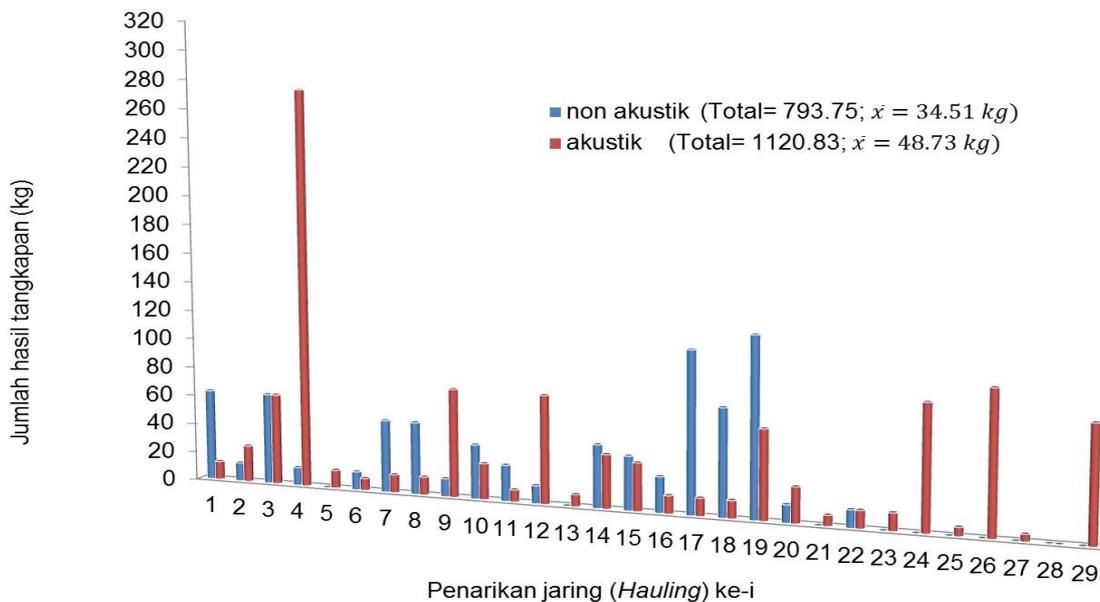
Gambar 2. Pola waktu kedatangan ikan dengan pengamatan menggunakan *Echosounder*.

Hasil menunjukkan bahwa ikan-ikan mendatangi sumber cahaya dan mendekat setelah ± 120 menit penyalaan lampu di awal pengoperasian alat tangkap tepatnya antara pukul 18.00 dan 20.00 wita pada kisaran kedalaman 3.32-3.42 meter. Namun, setelah

satu jam kemudian akan kembali menjauh dari sumber cahaya. Perubahan jarak atau posisi ikan dari sumber cahaya diduga karena faktor adaptasi ikan terhadap cahaya. Hal ini sejalan yang dilaporkan oleh Sulaiman *et al.* (2006) bahwa ikan pelagis kecil mendatangi sumber cahaya dari kedalaman yang berbeda. Selain itu ikan mendatangi sumber cahaya karena faktor terkait dengan tingkah laku terhadap adanya rangsangan eksternal sebagai pemenuhan akan kebutuhan fisiologis untuk beraktivitas (Gunarso, 1985) serta faktor makanan yang membuat ikan akan bergerak mencari makanan. Selain itu diduga keberadaan ikan-ikan kecil yang merupakan makanan bagi ikan-ikan besar di sekitar cahaya lampu.

Pengamatan dengan instrumen ini juga memberikan informasi bahwa pola kedatangan ikan mempunyai keragaman. Ikan-ikan mendatangi sumber cahaya secara bergerombol dan soliter. Hal ini terdeteksi dengan sangat jelas di layar monitor. Kedatangan ikan secara bergerombolan akan memberi sinyal atau alarm yang cukup panjang disertai gambar yang cukup tebal di layar monitor *echosounder*. Sebaliknya ikan-ikan yang datang secara soliter atau sendiri-sendiri cenderung memberikan alarm yang putus-putus dan gambar yang tipis serta sinyal berupa titik-titik yang muncul di monitor *echosounder* yang digunakan.

Perbedaan pola dan waktu kedatangan serta distribusi ikan pada area penangkapan suatu alat tangkap diperkuat oleh hasil-hasil penelitian sebelumnya Gambang *et al.* (2003) menyatakan bahwa ikan pelagis kecil terdistribusi di kedalaman 15-60m dan Sulaiman (2006) menemukan bahwa ikan terdistribusi



Gambar 3. Perbandingan hasil tangkapan bagan perahu dengan dan tanpa alat bantu akustik.

pada kisaran 5-10 m dan kisaran 20-30 m dan ikan mendatangi area penangkapan secara langsung ke sumber cahaya dan ada yang hanya berada di sekitar sumber cahaya.

Namun perlu diperhatikan pula bahwa faktor perbedaan ekosistem dan habitat suatu perairan dan perubahan faktor oseanografi yang dapat terjadi setiap waktu menjadi hal mendasar yang mempengaruhi produktivitas dan keberhasilan pengoperasian alat penangkapan ikan.

Pengaruh Teknologi Akustik pada Hasil Tangkapan
Pemanfaatan teknologi akustik pada pengoperasian bagan perahu memegang peranan yang cukup signifikan. Instrumen akustik seperti *echosounder* dan *sonar* telah digunakan pada monitoring proses penangkapan pada bagan (Baskoro & Arimoto, 2001). Hal ini disebabkan jumlah hasil tangkapan yang meningkat positif dengan adanya alat bantu penangkapan yang menggunakan sistem akustik. Alat bantu yang dimaksud adalah *echosounder* dengan frekuensi 50 kHz dan 200 kHz.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah hasil tangkapan berbeda antara bagan perahu yang menggunakan alat bantu *echosounder* dengan alat tangkap yang tidak menggunakan alat bantu *echosounder* tersebut. Gambar 3 memperlihatkan dengan jelas perbedaan jumlah hasil tangkapan antara dua bagan perahu yang menggunakan dan tidak menggunakan alat bantu *echosounder*. Hasil yang ditampilkan ini adalah hasil tangkapan yang diperoleh setiap hauling dengan total 29 kali hauling.

Meskipun menunjukkan perbedaan jumlah hasil tangkapan yang nyata, namun hasil masih memerlukan uji-coba yang lebih komprehensif dan masih membutuhkan waktu untuk dapat menjustifikasi hasil yang telah diperoleh. Sebagaimana diketahui bahwa banyak faktor yang mempengaruhi jumlah hasil tangkapan. Yang paling mudah untuk diuji-coba lebih lanjut adalah musim penangkapan, yang terdiri atas 3 musim penangkapan yakni musim paceklik, sedang dan musim puncak serta faktor periode bulan (Terang dan Gelap serta peralihan Terang-Gelap atau Gelap-Terang). Pengaruh periode bulan juga signifikan mempengaruhi faktor oseanografi khususnya periode pasang surut dan kecepatan arus.

Hasil pengukuran parameter oseanografi diperoleh kisaran kecepatan arus setiap hauling adalah: 1.6-35.7 cm/dtk. Berdasarkan hasil pengukuran ini, kecepatan arus termasuk berarus sangat lambat sampai sedang. Hal sesuai pendapat yang dikemukakan oleh Sudirman, *et al.* (2001) bahwa berdasarkan kecepatan arus perairan dikelompokkan dalam lima kelompok, yaitu: a) Berarus sangat cepat

(>100 cm/dtk); b) berarus cepat (50-100 cm/dtk); c) ber arus sedang (25-50 cm/dtk), d) ber arus lambat (20 – 25 cm/dtk); dan e) berarus sangat lambat (< 10 cm/dtk). Arus yang terlalu kencang akan membuat ikan menjadi tidak betah tinggal lama dalam *catchable area*. Selain itu arus yang terlalu kencang akan menghambat proses naiknya jaring saat hauling sehingga kemungkinan ikan yang lolos akan lebih besar. Arus yang terlalu kencang juga akan membuat distribusi cahaya yang masuk ke perairan menjadi terpecah atau tidak terfokus pada satu titik. Lebih lanjut dijelaskan Sudirman *et al.* (2006) bahwa kecepatan arus memberi pengaruh pada proses pengoperasian bagan perahu khususnya pada proses penarikan jaring. Jika arus atas sejajar dengan arus bawah, maka kecepatan arus yang dapat ditolerir lebih tinggi dibandingkan dengan arus atas yang berseberangan dengan arus bawah.

Kecepatan arus menjadi salah satu faktor yang berpengaruh kepada banyak tidaknya hasil tangkapan setiap hauling. Sebagaimana pernyataan Gunarso (1985) bahwa pengaruh parameter oseanografi suatu perairan dapat digunakan untuk menunjukkan konsentrasi ikan dan distribusinya baik secara vertikal maupun secara horizontal, dimana faktor tersebut juga mempengaruhi cara makan ikan sebagai akibat tersedianya makanan berupa plankton maupun ikan-ikan kecil di ekosistem dimana ikan-ikan berada. Lebih lanjut dapat dijelaskan bahwa penerapan dan pemanfaatan teknologi akustik pada pengoperasian bagan perahu memberi pengaruh signifikan terhadap tahapan-tahapan pengoperasian alat. Dengan mengetahui distribusi, pola dan waktu kedatangan ikan di area penangkapan bagan perahu, maka peluang untuk mendapatkan hasil tangkapan yang lebih besar semakin tinggi. Selain itu, intensitas penarikan jaring yang tinggi akan memegang peranan penting untuk mendapatkan jumlah hasil tangkapan yang besar. Hal ini akan berpengaruh kepada tingkat efektivitas dan efisiensi waktu pengoperasian yang lebih optimal. Secara ekonomi akan lebih menguntungkan dengan waktu operasi yang semakin singkat.

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan penerapan teknologi akustik pada perikanan bagan perahu berpengaruh nyata dengan melihat perbandingan jumlah hasil tangkapan antara bagan perahu yang menggunakan dan tidak menggunakan *echosounder*. Ilmu dan teknologi akustik bidang penangkapan ikan masih sangat awam bagi masyarakat nelayan, untuk itu upaya memasyarakatkan teknologi masih perlu ditingkatkan.

Saran

Dibutuhkan penelitian lanjutan yang waktu pengoperasiannya berlangsung sepanjang musim penangkapan meliputi musim paceklik, sedang dan puncak pada ekosistem perairan yang berbeda. Sehingga dapat melihat jelas pengaruh teknologi hidroakustik sebagai alat bantu penangkapan ikan pada unit penangkapan ini.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran kegiatan penelitian ini. Terkhusus kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi RI melalui Dirjen Pendidikan Tinggi yang memberikan hibah penelitian pada Skim Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (PUPT) tahun 2015.

Daftar Pustaka

- Allen, G., 2000. Marine Fishes of South-East Asia. A Field Guide for Anggers and Divers. Periplus. Singapura. 292 p.
- Baskoro, M.S. & T. Arimoto. 2001. Capture process of liftnet monitored by echosounder and sonar. Fishing technology manual series 1 light fishing in Japan and Indonesia. TUF JSPS International vol.11. Dept.of Fisheries Resources Utilization, IPB.
- Efendy, M., 1998. Pengaruh jumlah lampu terhadap komposisi dan hasil tangkapan bagan perahu di perairan Teluk Jawur, Jepara Jawa Tengah. Skripsi Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan Fakultas Perikanan ITB, 43 hal.
- Gambang, A.C, H.B. Rajali & D. Awang. 2003. Overview of Biology and Exploitation of the Small Pelagic Fish Resources of the EEZ of Sarawak, Malaysia. Fisheries Research Institute Malaysia Serawak Bintawa, Kucing. Malaysia. <http://www.fri.gov.my/friswak/publication/pelagic.pdf>. [17 Nov 2003]
- Hariani. 2010. Distribusi cahaya dan pola distribusi ikan pada bagan perahu di perairan Makassar. Skripsi Fakultas Ilmu kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Haruna. 2010. Distribusi cahaya lampu dan tingkah laku ikan pada proses penangkapan bagan perahu di perairan Maluku Tengah. J. Amanisal Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan Unpatti-Ambon. 1 (1): 22-29.
- Hasan. 2008. Uji coba penggunaan lampu lacuba tenaga surya pada bagan apung terhadap hasil tangkapan ikan di Pelabuhan Ratu. Jawa Barat. J.
- Kurnia, M. & M. Palo. 2014. Pemanfaatan teknologi hidroakustik dalam peningkatan produktivitas bagan tancap di perairan Selat Makassar. Laporan Akhir Penelitian SKIM IPTEKS 2014. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat Universitas Hasanuddin.
- Kusuma C.P.M., H. Boesono & A.D.P. Fitri. 2014. Analisis hasil tangkapan ikan teri (*Stolephorus* sp.) dengan alat tangkap bagan perahu berdasarkan perbedaan kedalaman di perairan Morodemak. J. Fish. Resourc. Utilization Manag.and Tech.3 (4):102-110.
- Lalogau, M.Y. 2013. Manajemen dan operasi bagan perahu di desa Tonyaman Kecamatan Binuang Kabupaten Polewali Mandar. Laporan Praktek Kerja Lapang (tidak dipublikasi). Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan. Universitas Hasanuddin.
- Manik, H.M., M. Furusawa & K. Amakasu. 2006. Quantifying Sea Bottom Surface Backscattering and Identifying Fish by Quantitative Echo Sounder. Japanese J. of Applied Physics, Vol.45. No.5B. p.4865-4867.
- Pujiyati, S., Suwarso, B.P. Pasaribu, I. Jaya & D. Manurung. 2007. Pendekatan metode hidroakustik untuk eksplorasi sumberdaya ikan demersal di perairan Utara Jawa Tengah. J. Ichthyos, Januari 2008. Vol.7 No.1: 15-20.
- Subani, A. 1983. Penggunaan lampu sebagai alat bantu penangkapan ikan. Laporan Penelitian Perikanan Laut. No. 27. Balai Penelitian Perikanan Laut. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Sudirman & M.N. Nessa. 2011. Perikanan bagan dan aspek pengelolaannya. Penerbit Universitas Muhammadiyah Malang. 234 hal.
- Sudirman, M.S. Baskoro, A. Purbayanto, D.R. Monintja & T. Arimoto, 2001. Review on bagan rambo (large-typed lift net) with electrical lamp in South Sulawesi Indonesia. (In Fishing Technology Manual Series 1. Light Fishing in Japan and Indonesia. The JSPS–DGHE International Workshop. Publised by TUF JSPS International Vol.11. Tokyo. ISBN: 4 925135 11-2).
- Sudirman, M.S. Baskoro, A. Purbayanto, D.R. Monintja & T. Arimoto, 2003. Profil pencahayaan dan distribusi ikan pada areal penangkapan

bagan rambo di selat Makassar. Prosiding Seminar Nasional Perikanan Indonesia di Sekolah Tinggi Perikanan Jakarta 8-9 Oktober 2003, Vol.3 Hal 28-32.

Sudirman, M.S. Baskoro, A. Purbayanto, Safruddin, A. Latif & Surahman. 2006. Hubungan antara kecerahan perairan dan kecepatan arus dengan hasil tangkapan dan pengoperasian bagan rambo di selat Makassar. J. Ilmiah Sorihi Universitas Khaerun Ternate. 1 (5): 1-18

Wisudo, S. H., H. Sakai, S. Takeda., S. Akiyama & T. Arimoto, 2002. Total lumen estimation of fishing lamp by means of Rousseau diagram analysis with lux measurement. Proceedings of Fisheries Science. Fisheries Sciences Tokyo (68): 479-480