

TARGET STRENGTH DAN STOK IKAN DI PERAIRAN PULAU PARI MENGUNAKAN METODE SINGLE ECHO DETECTOR

Target Strength and Fish Stock in Pari Islands Seawaters Using Single Echo Detector Method

Oleh:

Henry M. Manik^{1*} dan Indah Nurkomala¹

¹ Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

* Korespondensi: henrymanik@ipb.ac.id

Diterima: 29 Februari 2016; Disetujui: 08 Agustus 2016

ABSTRACT

Echoes from two targets cannot be distinguished if two targets are located in the same range. This will cause an error in some analysis process such as analysis to estimate fish density. Therefore, a high quality of single echo detection (SED) is needed to minimize the overlapping echo. The aim of this study is to estimate target strength and density of the fish / stock using different SED criteria using split beam echo sounder in Pari Island. Data processing used was Sonar5-pro software for SED measurement. Data processing stages were producing new SED-echogram and executing biomass analysis using S_v/TS Scaling method. SED criteria setting are SED-ori, SED-d, SED-f, and SED-m. Using different SED criteria in biomass analysis produces different target strength and density of fish. Number of single fish detection and fish size proportion in each SED criteria setting is different. Distribution of Target Strength (TS) is dominated by -70 dB to -61 dB, fish length 0.8-2.2 cm, and density 1,000-5,000 fish/ha. The suggested SED criteria are SED-f for a high accuracy measurement.

Keywords: fish density, Pari Island, single echo detection, split beam echo sounder, target strength

ABSTRAK

Gema dari dua target tidak dapat dipisahkan jika kedua target berada dalam jarak yang sama. Hal ini menyebabkan terjadinya kesalahan dalam proses pengolahan data seperti analisis untuk mengestimasi densitas atau stok ikan. Oleh karena itu diperlukan metode *single echo detection* (SED) dengan kualitas tinggi untuk mereduksi gema yang tumpang tindih. Tujuan penelitian ini adalah mengestimasi *target strength* dan densitas ikan menggunakan pengaturan kriteria SED yang berbeda. Data yang digunakan merupakan data *split beam echosounder* di perairan Pulau Pari pada bulan Juni 2014. Pengolahan data menggunakan perangkat lunak *Sonar5-pro*. Tahapannya terdiri dari pembuatan *SED-echogram* baru dan analisis biomassa menggunakan metode S_v/TS *Scaling*. Pengaturan kriteria SED yang digunakan adalah SED-ori, SED-d, SED-f, dan SED-m. Penggunaan pengaturan kriteria SED yang berbeda dalam analisis biomassa menghasilkan nilai *target strength* dan densitas ikan yang berbeda. Jumlah ikan tunggal yang terdeteksi dan proporsi ukuran ikan juga berbeda pada tiap pengaturan kriteria SED. Dominasi sebaran *target strength* adalah -70 dB sampai dengan -61 dB (*small*), ukuran panjang ikan 0,8-2,2 cm (*small*), dan densitas 1.000-5.000 *fish/ha*. Pengaturan kriteria SED yang disarankan adalah SED-f karena memiliki akurasi tinggi.

Kata kunci: densitas ikan, Pulau Pari, *single echo detection*, *split beam echo sounder*, *target strength*

PENDAHULUAN

Metode akustik sangat efisien dan efektif digunakan dalam survei hidrografi, baik untuk keperluan eksplorasi sumberdaya laut maupun pencarian target tertentu (Manik 2012; Feuillade 2012; Baik 2013). Salah satu penggunaan metode akustik yang sering dilakukan adalah untuk mengestimasi densitas atau stok ikan yang ada di suatu perairan (Manik 2013). Prinsip dasar metode akustik adalah penggunaan gelombang suara yang dapat merambat jauh hingga ke dasar laut dan beberapa lapisan di bawahnya untuk mendeteksi target (Balk 2011; Lee *et al.* 2012; Balk dan Lindem 2014). Target, yaitu ikan, dapat terdeteksi karena gelombang suara yang dikirim menimbulkan gema (*echo*) saat mengenai target (Brown *et al.* 2011; Haris *et al.* 2012; Dennerline *et al.* 2012).

Single echo detection (SED) merupakan suatu proses pendeteksian target tunggal (Balk dan Lindem 2014; Manik 2015). Jika dua ikan memasuki *beam* suara pada jarak yang sama, *transduser* akan menerima gema dari kedua ikan tersebut pada waktu yang sama. Akibatnya, gema yang dihasilkan mengalami interferensi. Instrumen akustik tidak dapat menentukan jumlah, ukuran, dan posisi ikan dengan tepat (Raveau dan Feuillade 2015). Hal ini dapat menyebabkan adanya kesalahan pada proses estimasi kelimpahan ikan. Gema seperti itu dapat ditekan menggunakan *single echo detector*. *Single echo detector* merupakan alat untuk mendeteksi target tunggal dengan menguji *echo-pulse* dengan kriteria SED (Simmonds dan MacLennan 2005; Manik 2014; Jech 2015). Keuntungan penggunaan SED adalah dapat mengetahui lebih akurat jenis ikan yang terdeteksi oleh instrumen *echosounder* atau sonar. Mengingat perairan Indonesia yang memiliki multi species sumberdaya ikan, riset menggunakan metode SED masih perlu untuk dilakukan.

Single echo detector mendeteksi target tunggal sesuai dengan kriteria SED yang telah diatur sebelumnya. Pengaturan kriteria yang berbeda akan menghasilkan deteksi yang berbeda pula. Pada penelitian ini, dilakukan pengujian terhadap beberapa pengaturan kriteria SED untuk melihat pengaruhnya terhadap estimasi *target strength* dan densitas ikan di Perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Penelitian ini perlu dilakukan untuk mendapatkan informasi kriteria SED yang sesuai dalam estimasi densitas ikan di perairan tersebut.

METODE

Penelitian di laut dilakukan di perairan Pulau Pari Kepulauan Seribu pada bulan Juni

2015 (Gambar 1). Pengambilan data di laut menggunakan kapal nelayan yang berada di sekitar Pulau Pari. Akuisisi data akustik menggunakan instrumen *biosonic* dengan frekuensi 120 kHz. Kalibrasi instrumen akustik dilakukan menggunakan *standard sphere ball* untuk perhitungan nilai *target strength*. Pengambilan data akustik yang dilengkapi dengan *global positioning system* (GPS) dilakukan menggunakan *line transect* mengelilingi Pulau Pari selama dua hari. Pengolahan data dilakukan di laboratorium komputasi akustik kelautan departemen ilmu dan teknologi kelautan FPIK IPB.

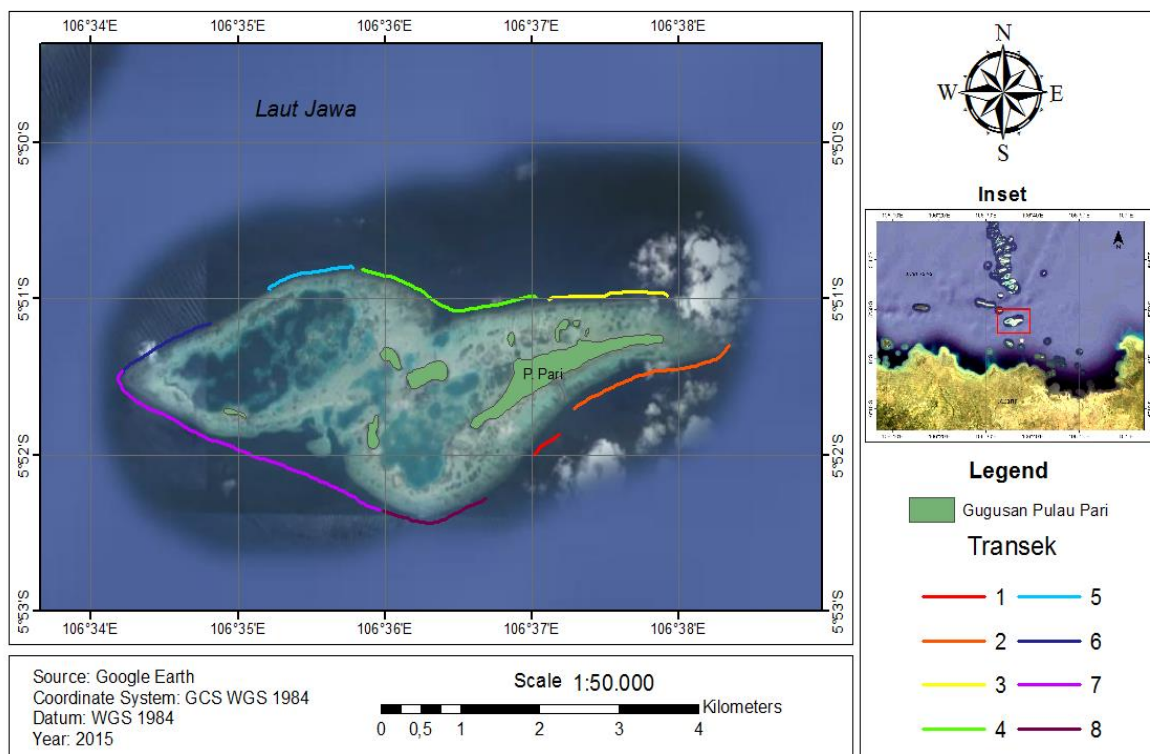
Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat komputer berbasis windows yang sudah terinstalasi perangkat lunak *sonar5-pro* untuk visualisasi dan ekstraksi data, *microsoft excel* untuk melakukan pengeditan dan perhitungan data, dan *arcmap* untuk pembuatan peta lokasi penelitian. Bahan penelitian ini berupa data rekaman dari instrumen *biosonic split beam echosounder* DT-X yang telah diubah ekstensinya dari DT4 menjadi *.uuu.

Ekstensi *file* yang digunakan pada *sonar5-pro* adalah *.uuu. *File* uuu adalah *file* paling penting yang dibutuhkan untuk operasi dan analisis primer. *Sonar file* yang berekstensi *.raw, *.DGx, *.DT4, dan *.DAT harus dikonversi terlebih dahulu ke format *file* *.uuu agar dapat dianalisis (Parker *et al.* 2009). Alat untuk mengkonversi *file* sumber ke *file* *.uuu telah terimplementasi pada program *sonar5-pro*. Pada *file* *.uuu hasil konversi terdapat dua macam *echo-gram* yang bisa ditampilkan, yaitu *Amplitudo-echo-gram* dan *SED-echo-gram* (Manik *et al.* 2015).

Prosedur *Single Echo Detection*

Tahap pertama dalam penelitian ini adalah menentukan pengaturan kriteria SED yang digunakan, dilanjutkan dengan membuat *SED-echo-gram* baru menggunakan *single echo detector* (Furusawa 2015; Samedy *et al.* 2015). Kriteria utama yang digunakan dalam *single echo detector* berdasarkan *echo-length* adalah minimum *echo-length*, maksimum *echo-length*, minimum *target size*, maksimum *phase deviation*, dan maksimum *gain compensation* (Schimel *et al.* 2015). Nilai *echo-length* berkisar antara 0,01-10,0. *Phase deviation* memiliki kisaran nilai 0-45 derajat, sedangkan *gain compensation* bernilai 0-35 dB (Zampolli *et al.* 2007).

Single echo detector berdasarkan *echo-length* terdiri dari elemen *detector*, *evaluator*, *beam forming*, dan *quality tagging* (Raveau dan Feuillade 2015; Raveau dan Feuillade 2016). Kriteria SED menggunakan nilai minimum = -70



Gambar 1 Peta lokasi penelitian dan transek akuisisi data

dB, *echo length* minimum = 0,5; *echo length* maksimum = 2, *beam compensation* maksimum = 6 dB, *phase deviasi* maksimum = 10 derajat. Detektor mendeteksi *echo* berdasarkan kriteria *echo-length*. *Evaluator* menentukan *echo* yang dapat diterima atau tidak dapat diterima. *Evaluator* menyortir *echo* menggunakan kriteria *target size* dan *phase deviation* (Manik 2016). *Beam clipping* berfungsi untuk mendeteksi yang bukan target. Jika *beam rectangular* (kotak) dipilih, deteksi di luar kotak yang ditentukan akan dipotong (Jech 2011; Godlewska *et al.* 2012).

Jika *beam circular* dipilih, *echo* dengan nilai *gain compensation* lebih tinggi dari nilai maksimum yang telah ditentukan akan dipotong (Zampolli *et al.* 2009). *Echo* yang telah melewati *beam clipping* akan diuji kualitasnya. Kriteria kualitas *echo* dapat diatur dengan mempertimbangkan *threshold*. Hanya *echo* yang memenuhi kriteria kualitas yang akan ditandai sebagai *high quality echo* (Charnila dan Manik 2010).

Analisis Biomassa Ikan dengan Metode Akustik

Setelah *SED-echogram* baru dibuat, dilakukan tahap analisis biomassa. *Sonar5-pro* mengimplementasikan masing-masing metode analisis ke dalam jendela yang berbeda. Nilai densitas ikan diperoleh dari proses *biomass analysis* pada jendela *biomass*. Nilai biomassa

ikan dapat dihasilkan dalam analisis biomassa jika terdapat data tambahan berupa *database spesies* (Rengi dan Brown 2014; Victoria *et al.* 2016).

Metode yang digunakan dalam analisis biomassa adalah metode *S_v/TS scaling*. Dalam penelitian ini, wilayah analisis pada setiap *file* dibagi per 500 ping dengan kedalaman per 10 m. *Threshold* yang digunakan pada analisis ini adalah -70 dB sampai dengan -34 dB dengan step -3 dB. *Threshold* tersebut digunakan karena menurut Dennerline *et al.* (2012) *target strength* ikan secara umum berada pada kisaran -70 sampai dengan -20 dB, sedangkan plankton pada kisaran -80 dB sampai dengan -100 dB. Nilai *TS* dapat digunakan untuk mengestimasi ukuran panjang ikan. Secara akustik, ukuran panjang ikan (*L*) berhubungan linier dengan *scattering cross-section* (σ) (Prario *et al.* 2015; Rodriguez *et al.* 2015).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perangkat Lunak Sonar5-pro

Sonar5-pro dapat menampilkan data dalam dua macam *echogram*. Kedua *echogram* tersebut adalah amplitudo *echogram* (*Amp-echogram*) dan *single echo detection echogram* (*SED-echogram*). *Amp-echogram* menampilkan data yang dihasilkan dari detektor amplitudo pada *echosounder*, sedangkan *SED-echogram*

menampilkan data dari deteksi target tunggal. Data yang ditampilkan pada *Amp-echogram* (Gambar 2a) lebih banyak karena menampilkan semua gema yang diterima oleh *receiver*. *Amp-echogram* menampilkan gema dari *schooling* ikan, dasar perairan, hingga gema dari dasar kedua (E2). Gambar 2 menunjukkan tampilan *Amp-echogram* dan *SED-echogram*.

Berbeda dengan *Amp-echogram*, *SED-echogram* (Gambar 2b) hanya menampilkan gema yang dipercaya berasal dari target tunggal. Menurut Georgakarakos *et al.* (2011), *Sonar5-pro* memiliki keunggulan dalam mempermudah proses *echo integration*, *echo counting*, dan *track counting* dibandingkan perangkat lunak *Echoview* (Manik 2014). *Sonar5-pro* juga sangat direkomendasikan untuk menangani jumlah data yang banyak dan untuk memproses *acoustic fish counter data*.

Single Echo Detection (SED)

Penentuan pengaturan kriteria SED yang akan digunakan pada penelitian ini, dilakukan pengujian terhadap bermacam pengaturan kriteria SED. Tabel 1 menunjukkan nilai *mean TS* dan kualitas *echo* dalam berbagai pengaturan kriteria SED. Pemberian nama SED-ori, SED-a, SED-b, dan seterusnya pada pengaturan kriteria bertujuan untuk mempermudah dalam interpretasi.

Mean TS berubah dari -58,53 dB untuk maksimum *gain compensation* (MGC) sebesar 3, menjadi -56,22 dB untuk MGC sebesar 6. Sehingga dapat disimpulkan perubahan *mean TS* berbanding lurus dengan perubahan MGC. *Mean TS* juga meningkat seiring penurunan maksimum *phase deviation* (MPD). Perubahan MPD dari 0,6 menjadi 0,3 mengakibatkan perubahan *mean TS* sebesar 3,29 dB (dari -58,52 dB menjadi -55,24 dB). Perubahan nilai maksimum *echo-length* tidak berpengaruh secara signifikan terhadap *mean TS*. Perubahan maksimum *echo-length* dari 1,3 menjadi 1,5 hanya merubah *mean TS* sebesar 0,26 dB. Perubahan *mean TS* terhadap minimum *echo-length*, maksimum *echo-length*, maksimum *gain compensation*, dan maksimum *phase deviation* sesuai dengan penelitian Parker-Stetter *et al.* (2009) di Great Lakes, USA. Penggunaan filter pada

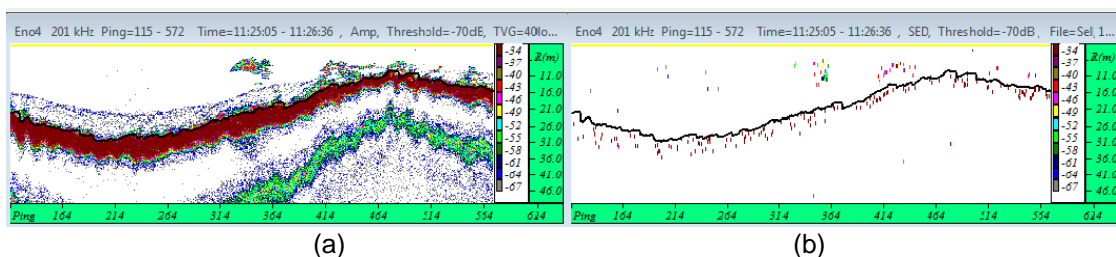
pengaturan *single echo detector* mempengaruhi nilai *mean TS* secara signifikan. Semakin besar penggunaan filter, semakin besar pula nilai *mean TS*.

Pada penelitian ini dipilih pengaturan kriteria SED dengan kualitas SED tinggi sebesar 100%. Selanjutnya, pengaturan kriteria SED yang digunakan adalah SED-ori sebagai kontrol, SED-d, SED-f, dan SED-m. Gambar 3 menunjukkan tampilan *SED-echogram* yang menggunakan pengaturan kriteria SED-ori, SED-d, SED-f, dan SED-m.

Gema tunggal terdeteksi paling banyak pada SED-ori. Jumlah gema tunggal yang terdeteksi semakin berkurang pada SED-m, sedangkan SED-d menampilkan gema tunggal paling sedikit. Pada pengaturan kriteria SED-f, gema yang terdeteksi tak jauh berbeda dengan pengaturan kriteria SED-d. SED-d, SED-f, dan SED-m cenderung menghilangkan gema tunggal dengan intensitas kurang dari -61 dB. Hal ini menunjukkan bahwa gema dengan intensitas kurang dari -61 dB lebih banyak mengalami interferensi.

Estimasi Biomassa Berdasarkan SED Target strength dan ukuran panjang ikan

Perairan Pulau Pari memiliki ekosistem terumbu karang sehingga ikan karang merupakan ikan yang mendominasi perairan tersebut (Puspasari *et al.* 2013). Ikan karang memiliki variasi yang tinggi baik dalam jenis, ukuran, maupun bentuk. Pada tahun 2013 ditemukan 216 spesies dari 49 famili ikan di Perairan Pulau Pari yang didominasi oleh famili Labridae dan Pomacentridae (Madduppa *et al.* 2013; Siregar *et al.* 2013). Meskipun didominasi kelompok ikan karang, tidak menutup kemungkinan ditemukannya ikan pelagis dan ikan demersal di Perairan Pulau Pari. Menurut Puspasari *et al.* (2013), komposisi kelompok famili larva ikan yang ditemukan di Perairan Pulau Pari, yaitu 54% kelompok ikan karang, 26% kelompok ikan demersal dan 17% kelompok ikan pelagis. Setelah dilakukan analisis biomassa, didapatkan jumlah SED yang terdeteksi. Gambar 4 menunjukkan banyaknya SED yang terdeteksi dalam analisis biomassa pada setiap pengaturan kriteria SED.



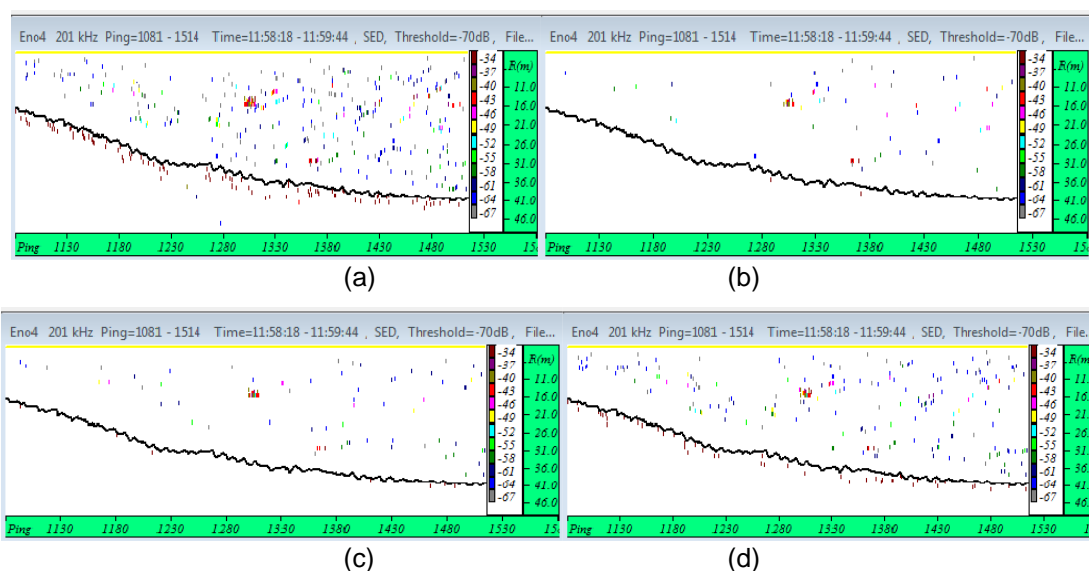
Gambar 2 Tampilan echogram pada Sonar5-pro. (a) *Amp-echogram*; (b) *SED-echogram*

Tabel 1 Nilai *mean TS* berdasarkan berbagai pengaturan kriteria SED yang berbeda

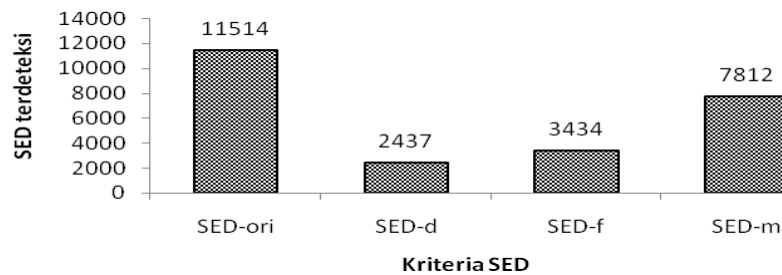
Pengaturan Kriteria	Min EL*	Max EL*	Min TS*	Max PD*	Max GC*	Filter (hxw)*	No of SED detections			High Quality SED (%)	Mean TS (>-70 dB)	Delta Mean TS (dB)
							Total	High Quality	Low Quality			
SED-ori**	0,7	1,3	-100	0,6	3	-	4800	0	4800	0	-58,53	0
SED-a	0,7	1,3	-100	0,6	3	No	4679	4679	0	100	-58,36	0,17
SED-b	0,7	1,3	-100	0,6	6	No	5734	4679	1055	81,6	-56,22	2,31
SED-c	0,7	1,3	-100	0,6	9	No	6178	4679	1499	75,74	-55,84	2,69
SED-d**	0,7	1,3	-100	0,3	3	No	814	814	0	100	-55,24	3,29
SED-e	0,7	1,3	-100	0,9	3	No	9832	4679	5153	47,59	-58,98	-0,45
SED-f**	0,7	1,3	-100	0,6	3	1x3	878	878	0	100	-56,15	2,38
SED-g	0,7	1,3	-100	0,6	3	3x5	58	58	0	100	-50,43	8,1
SED-h	0,7	1,5	-100	0,6	3	No	4968	4679	289	94,18	-58,27	0,26
SED-i	0,7	1,7	-100	0,6	3	No	5007	4679	328	93,45	-58,29	0,24
SED-j	0,5	1,3	-100	0,6	3	No	5707	4679	1028	81,99	-57,89	0,64
SED-k	0,5	1,5	-100	0,6	3	No	5996	4679	1317	78,04	-57,85	0,68
SED-l	0,5	1,7	-100	0,6	3	No	6035	4679	1356	77,53	-57,87	0,66
SED-m**	0,9	1,3	-100	0,6	3	No	2952	2952	0	100	-57,48	1,05
SED-n	0,9	1,5	-100	0,6	3	No	3241	2952	289	91,08	-57,46	1,07
SED-o	0,9	1,7	-100	0,6	3	No	3280	2952	328	90	-57,49	1,04

*Kriteria SED: EL (*Echo Length*), TS (*Target Strength*), PD (*Phase Deviation*), GC (*Gain Compensation*), dan filter (*heightxweight*).

**Pengaturan kriteria SED yang digunakan dalam analisis biomass



Gambar 3 Tampilan *SED-echogram* menggunakan pengaturan kriteria SED yang berbeda. (a) SED-ori; (b) SED-d; (c) SED-f; (d) SED-m



Gambar 4 Diagram batang jumlah SED terdeteksi pada tiap kriteria SED

SED-ori memiliki jumlah SED paling banyak, yaitu sebesar 11.514. Jumlah SED menurun berturut-turut pada pengaturan kriteria SED-m (7.812), SED-f (3.434), dan SED-d (2.437). SED-d memiliki jumlah SED terdeteksi paling sedikit. Pada SED-f, *echo* tidak hanya disaring berdasarkan kriteria SED namun juga oleh sistem *filter* yang menerapkan penyaringan *weight-height*. Hal ini membuat SED-f memiliki hasil deteksi yang lebih baik. Pengaturan kriteria SED tidak hanya berpengaruh pada jumlah SED yang terdeteksi, tapi juga berpengaruh pada proporsi ukuran target tunggal yang terdeteksi (Gambar 5).

Ukuran ikan dibedakan menjadi tiga kelompok yaitu *small* (-70 s/d -61 dB), *medium* (-60 s/d -49 dB), dan *large* (-48 s/d -34 dB). Contoh spesies untuk kelompok *small* adalah ikan keakea (*Siganus virgatus*) dengan nilai *TS* -66,2 dB, contoh kelompok *medium* adalah ikan baronang (*Siganus Guttatus*) dengan *TS* -56,3 dB, dan kelompok *large* adalah ikan kerapu lodi (*Cephalopolis sexmaculata*) dengan *TS* -48,6 dB (Manik 2013). Ikan keakea, baronang, dan kerapu lodi termasuk ke dalam kelompok ikan karang yang di temukan di Perairan Pulau Pari.

Perbedaan proporsi dari tiap pengaturan kriteria SED terlihat jelas pada kedalaman 31-41 meter (Gambar 5d) dan 41-45,11 meter (Gambar 5e). Pengaturan kriteria SED-d memang memiliki jumlah SED terdeteksi paling sedikit (2.437) namun memiliki proporsi kelompok *medium* dan *large* yang paling banyak di tiap kedalaman dibanding pengaturan kriteria SED yang lain. Gambar 6 menunjukkan peta distribusi nilai *mean TS* pada tiap kedalaman.

Dalam penelitian ini, Perairan Pulau Pari yang dilalui jalur kapal saat akuisisi data memiliki kedalaman antara 10-46 m dengan kedalaman rata-rata 20-30 m. Oleh karena itu, semakin dalam wilayah analisis akan memiliki sebaran nilai *mean TS* yang semakin sedikit karena terbatas pada kedalaman perairan.

Mean TS pada kedalaman 2-11 meter (6a) didominasi oleh kelompok *small*. Menurut Rengi dan Brown (2014) nilai *TS* pada kedalaman <10 meter (wilayah permukaan) adalah -94 dB hingga -64 dB. Variasi sebaran *mean TS* bertambah pada kedalaman 11-21 meter (Gambar 6b) dan 21-31 meter (Gambar 6c). *Mean TS* dengan ukuran *Medium* semakin banyak tersebar menggantikan kelompok *Small*. Perbedaan sebaran *mean TS* karena pengaruh kriteria SED paling banyak terdapat pada kedalaman 11-21 meter.

Berdasarkan sebaran *mean TS* (Gambar 6) dan proporsi ukuran ikan (Gambar 5) dapat disimpulkan bahwa seiring bertambahnya kedalaman, ikan yang terdeteksi semakin sedikit, namun proporsi ikan ukuran *medium* dan *large* meningkat. Hal ini sesuai dengan penelitian Rajali *et al.* (2006) bahwa ukuran *target strength* ikan meningkat seiring peningkatan kedalaman perairan namun dalam jumlah yang semakin berkurang. Secara umum, pengaturan kriteria SED mempengaruhi distribusi nilai *mean TS* di Perairan Pulau Pari. Nilai *target strength* dapat dikonversi menjadi ukuran panjang target.

Ukuran panjang ikan yang diperoleh merupakan ukuran panjang rata-rata karena hasil konversi dari nilai *mean TS*. Konversi nilai Target Strength (*TS*) menjadi ukuran panjang ikan menggunakan formula Foote (1979). Nilai *mean TS* terkecil dan terbesar yang didapat pada penelitian ini adalah -69,92 dB dan -33,58 dB. Hal ini menyebabkan ukuran panjang ikan rata-rata terkecil dan terbesar adalah 0,8 cm dan 33,2 cm. Secara individual ada target dengan *TS* -37 dB s/d -34 dB (panjang 35,5-50 cm) yang terdeteksi.

Pengelompokan ukuran panjang ikan mengikuti pengelompokan nilai *mean TS*, sehingga ukuran panjang ikan dikelompokkan ke dalam kelompok *small* (0,8-2,2 cm dari -70 dB s/d 61 dB), kelompok *medium* (2,2-8,9 cm dari

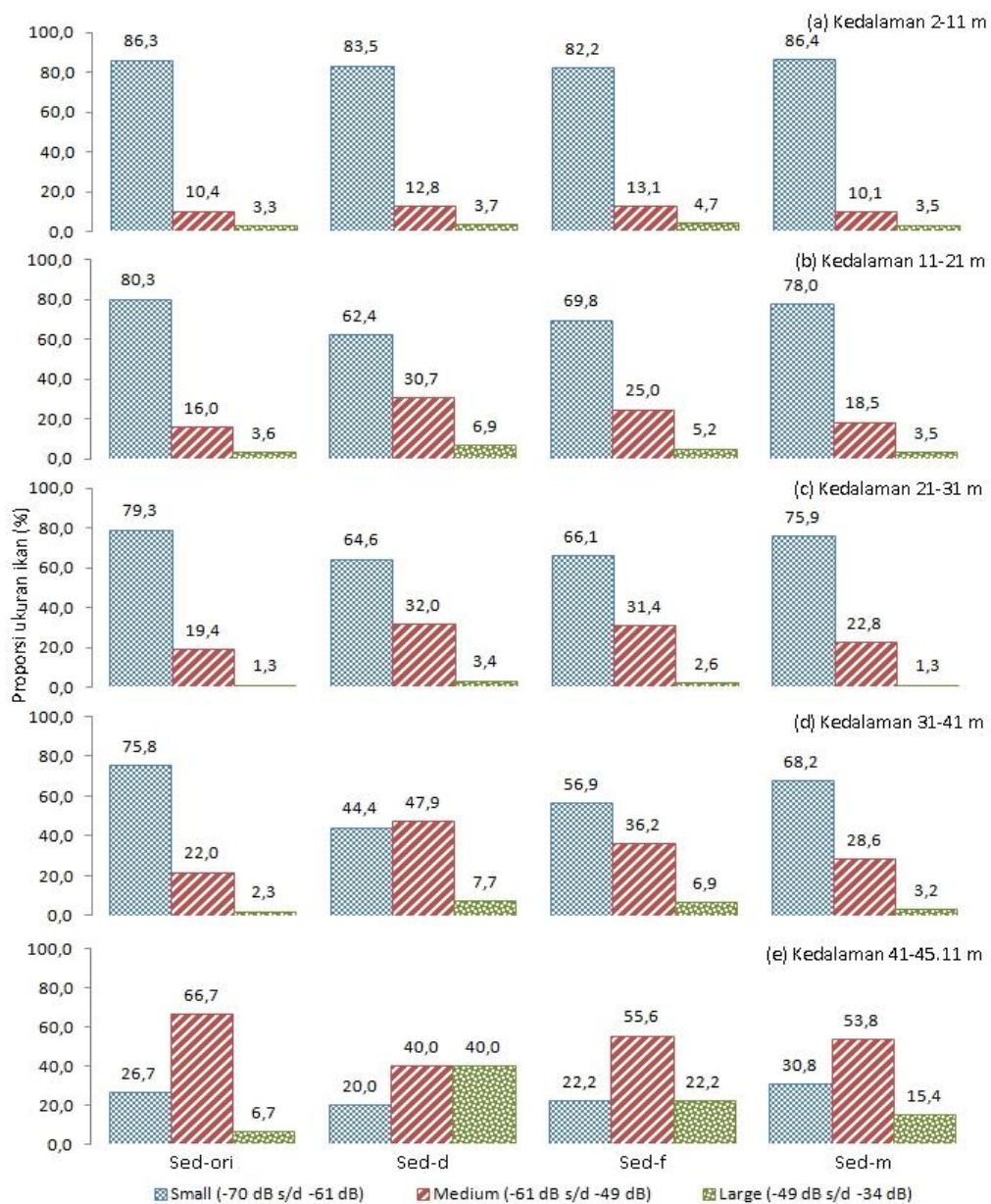
61 dB s/d -49 dB), dan kelompok *large* (8,9-50,1 cm dari -49 dB s/d -34 dB). Berdasarkan pengelompokan tersebut, maka peta sebaran nilai *mean TS* (Gambar 6) dapat diinterpretasikan juga sebagai peta sebaran ukuran panjang ikan. Hasil yang diperoleh dari deteksi akustik berupa nilai *TS* dihubungkan dengan ukuran panjang ikan. Hal ini didasarkan oleh nilai *TS* dapat ditentukan oleh ukuran panjang ikan selain sudut orientasi dan frekuensi *echosounder*.

Ikan karang yang terdapat di Perairan Pulau Pari terdiri dari berbagai ukuran tergantung pada jenis dan fase daur hidup ikan. Madduppa *et al.* (2013) menemukan ikan *Pomacentrus burroughi* (panjang maksimum

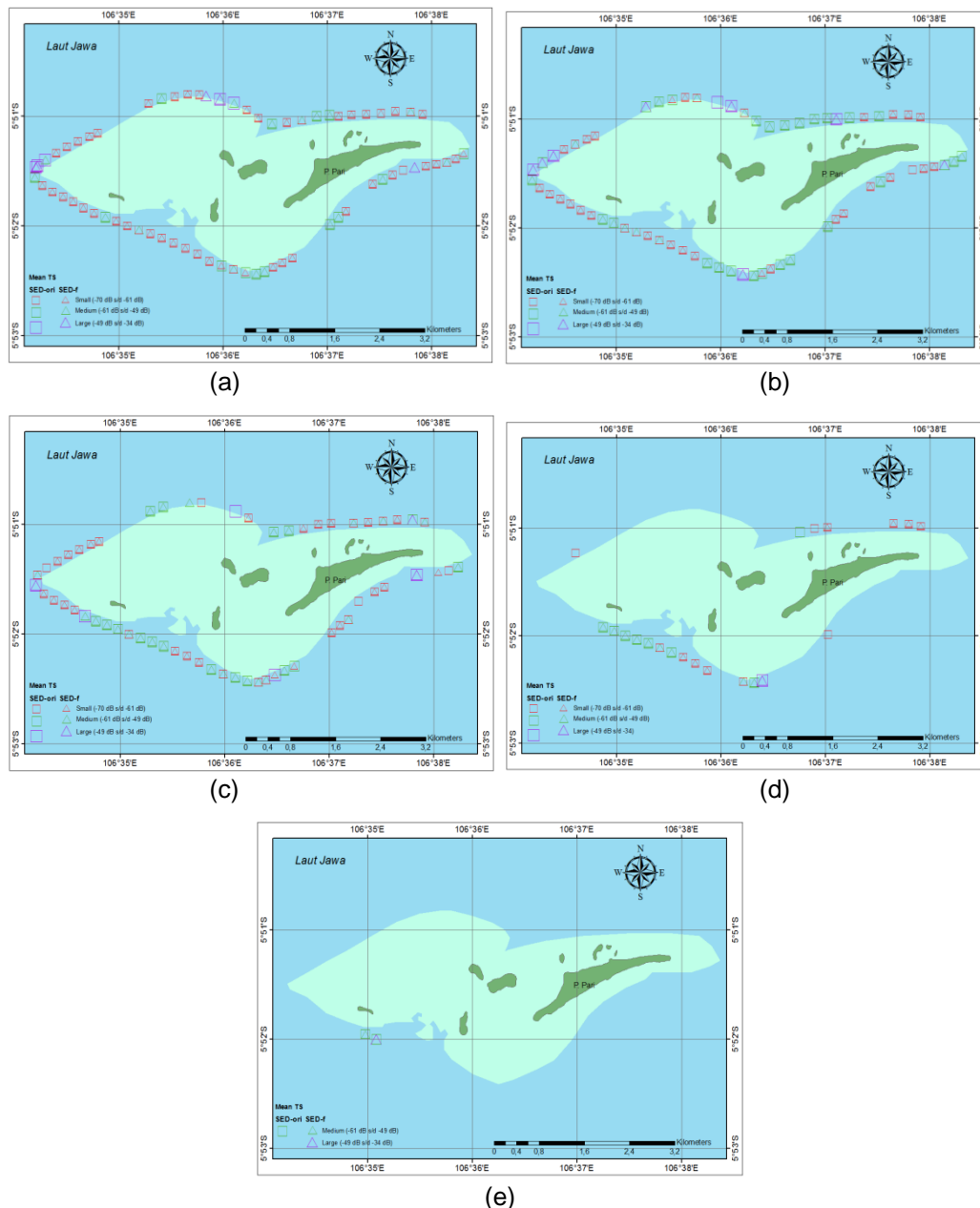
5,5 cm) dan ikan *Platax teira* (panjang maksimum 70 cm) di Perairan Pulau Pari. Menurut Kubilius dan Ona (2012), ikan pada fase *settlement* (juvenil) memiliki panjang antara 0,8-2,0 cm. Perairan Pulau Pari didominasi target dengan ukuran panjang 0,8-2,2 cm terutama pada kedalaman 2-11 meter dan 11-21 meter. Semakin bertambah kedalaman, dengan ukuran panjang target 2,2-8,9 cm semakin bertambah.

Perhitungan Stok Ikan

Densitas atau kepadatan target dapat diestimasi menggunakan dua metode, yaitu metode *echo counting* dan metode *S_v/TS scaling*. Metode *echo counting* merupakan metode



Gambar 5 Histogram komposisi kelompok ikan terhadap kriteria SED



Gambar 6 Sebaran *mean TS* pada tiap kedalaman. a) 2-11 m, b) 11-21 m, c) 21-31 m, d) 31-41 m, dan e) 41-45,11 m

estimasi densitas yang paling sederhana. Oleh karena itu, metode *echo counting* dalam penelitian ini digunakan sebagai pembanding. Gambar 7 menunjukkan sebaran spasial densitas (dalam satuan area) menggunakan metode *echo counting* di Perairan Pulau Pari dalam pengaturan kriteria SED yang berbeda.

Terlihat beberapa perbedaan nilai densitas di beberapa tempat antara tiap pengaturan kriteria SED. Perbedaan paling banyak ditemukan pada kedalaman 2-11 meter. Sebaran densitas didominasi oleh kelompok 1.000-5.000 *fish/ha*. Kondisi terbaik untuk menggunakan *echo counting* adalah ketika ikan terdistribusi secara random pada rata-rata densitas yang

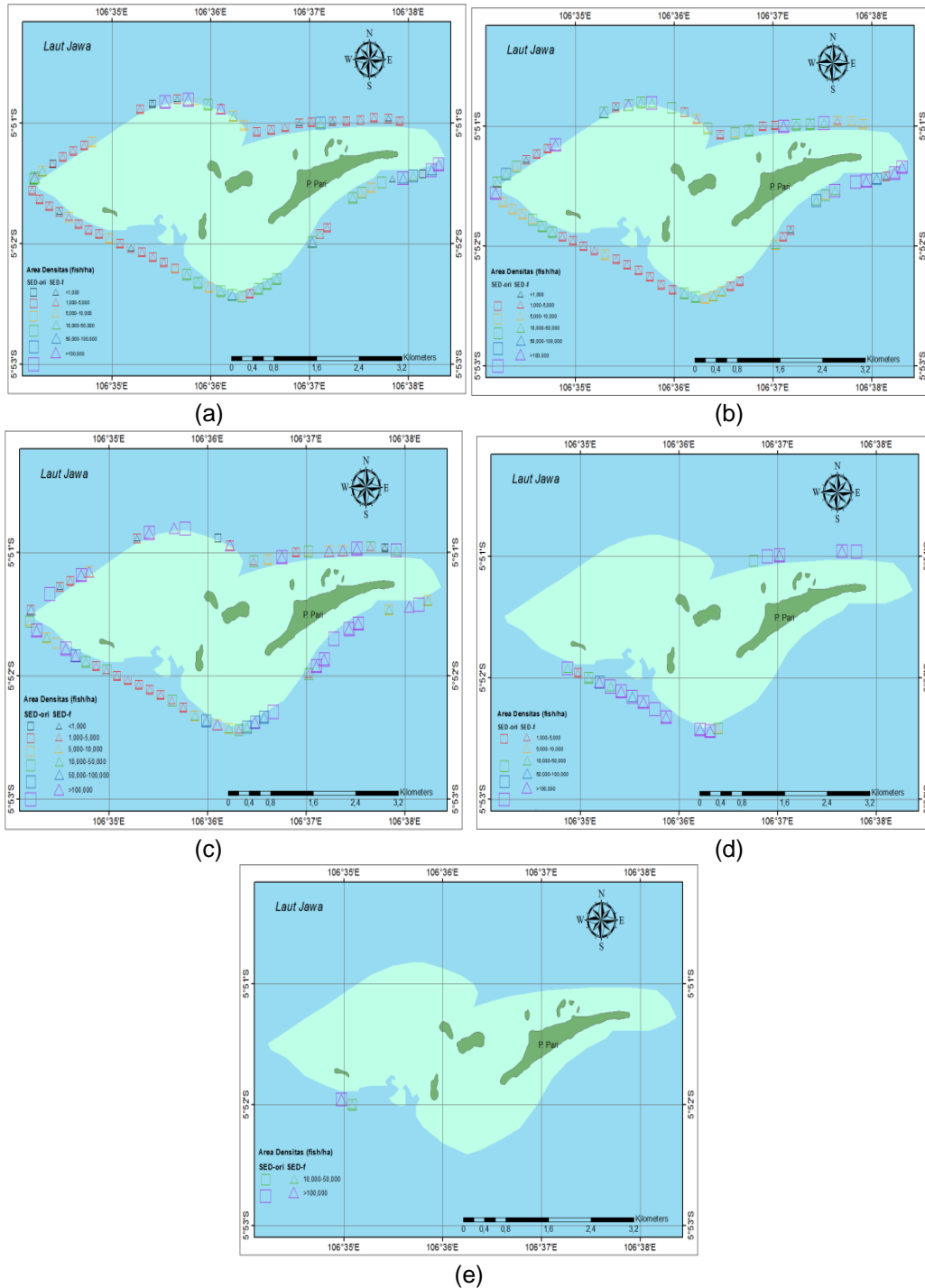
rendah. Sebaliknya, kondisi terburuk diperoleh ketika distribusi ikan padat (*schooling*), sehingga metode *echo counting* lebih sering digunakan pada perairan darat dibanding laut lepas. Metode ini juga biasa digunakan untuk mendeteksi spesies tunggal yang telah diketahui, seperti migrasi salmon (Michael 2015; Prario *et al.* 2015). Gambar 8 menunjukkan sebaran spasial densitas menggunakan metode Sv/TS Scaling dalam pengaturan kriteria SED yang berbeda.

Sebaran volume densitas metode S_v/T_s scaling juga didominasi kelompok 1.000-5.000 *fish/ha*. Dibandingkan dengan metode *echo counting*, metode ini memiliki lebih sedikit per-

bedaan pada tiap pengaturan kriteria SED. Perbedaan banyak ditemukan pada kedalaman 11-21 meter. Hasil analisis biomassa menunjukkan densitas rata-rata pada kedalaman 2-11 meter adalah 10.000-50.000 fish/ha. Hal ini sesuai dengan penelitian Siregar *et al.* (2013) bahwa densitas ikan di Perairan Pulau Pari pada kedalaman 10 meter berkisar 1,34-2,18 ind/m² atau 13.400-21.800 fish/ha. Tabel 2 merupakan nilai

rata-rata densitas (baik volume maupun area) yang dihasilkan menggunakan metode *S_v/TS scaling* dan *echo counting*.

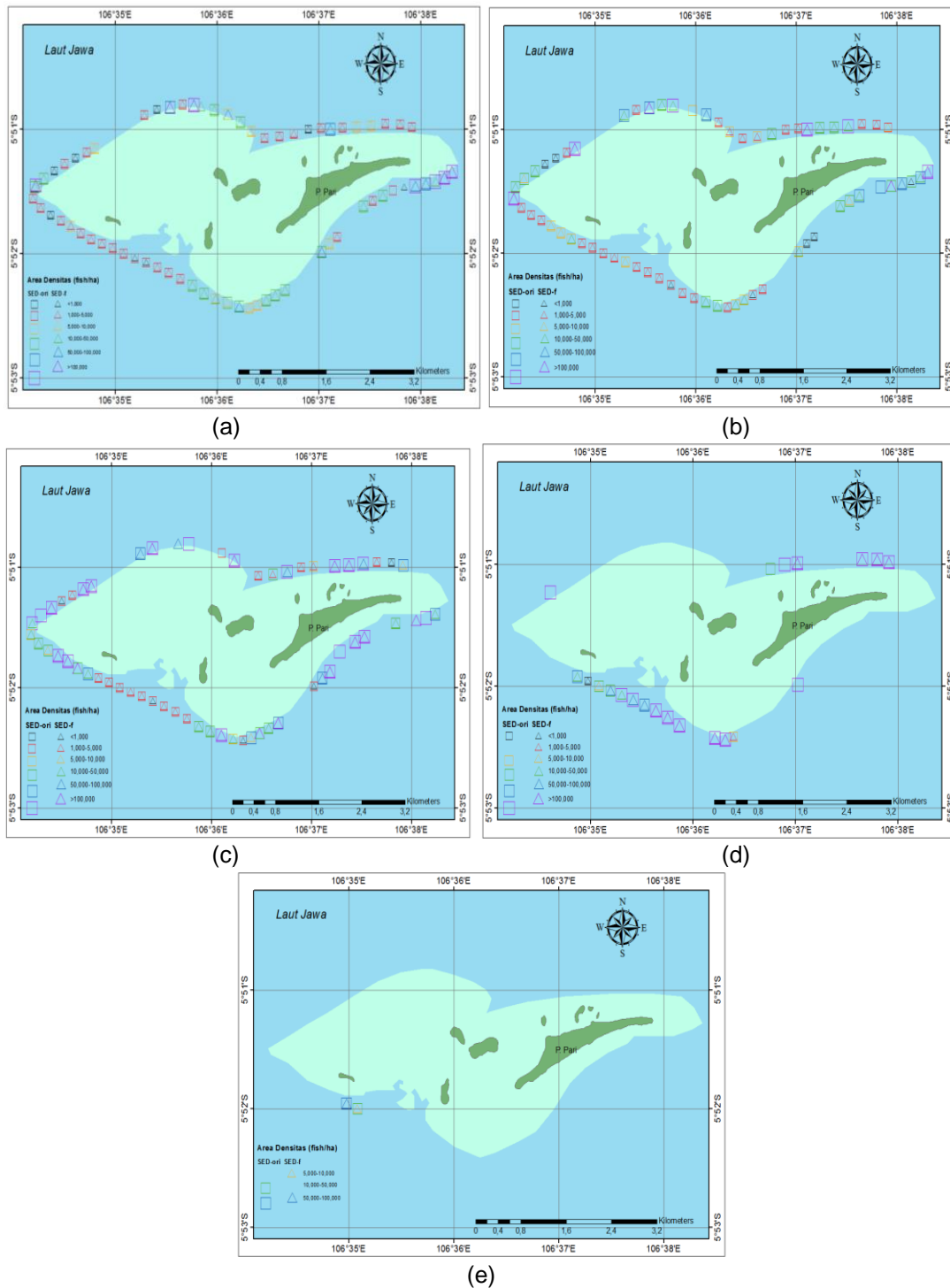
Tabel 2 menunjukkan bahwa densitas yang dihasilkan menggunakan metode *echo counting* lebih tinggi dibandingkan menggunakan metode *S_v/TS scaling*. Pengaturan kriteria SED juga lebih berpengaruh pada metode *echo counting* karena selisih densitas dari masing-



Gambar 7 Sebaran densitas (*echo counting*) pada tiap kedalaman. a) 2-11 m, b) 11-21 m, c) 21-31 m, d) 31-41 m, dan e) 41-45,11 m

masing pengaturan cukup besar. Meskipun metode *echo counting* menghasilkan densitas yang lebih tinggi dan lebih terpengaruh pengaturan kriteria SED, namun metode S_v/TS *scaling* lebih disarankan dalam estimasi densitas di Perairan Pulau Pari. Perairan ini memiliki densitas yang cukup tinggi dengan

mayoritas ikan berukuran kecil, sehingga penggunaan metode *echo counting* akan mengalami bias. Oleh karena itu, metode S_v/TS *scaling* yang mengestimasi densitas berdasarkan energi dari *backscatter* ikan lebih dianjurkan karena dapat memberikan hasil yang lebih akurat.



Gambar 8 Sebaran densitas (S_v/TS Scaling) pada tiap kedalaman. a) 2-11 m, b) 11-21 m, c) 21-31 m, d) 31-41 m, dan e) 41-45,11 m

Tabel 2 Densitas rata-rata menggunakan metode S_v/TS scaling dan *echo counting*

Kriteria SED	S_v/TS scaling		<i>Echo counting</i>	
	Volume Densitas (fish/1.000m ³)	Area Densitas (fish/ha)	Volume Densitas (fish/1.000m ³)	Area Densitas (fish/ha)
SED-ori	3.577	516.204	4.319	847.643
SED-d	6.104	708.116	13.537	1.536.977
SED-f	2.425	442.383	4.504	842.328
SED-m	2.856	480.068	5.546	998.756

KESIMPULAN

Penggunaan kriteria SED yang berbeda dalam analisis biomassa menghasilkan nilai *target strength* dan densitas ikan yang berbeda. *Target strength* di Perairan Pulau Pari didominasi oleh kelompok *small* dengan *TS* berkisar -70 dB sampai dengan -61 dB. Sebaran densitasnya paling banyak pada kelompok 1.000-5.000 fish/ha. Pengaturan kriteria SED yang mempengaruhi analisis biomassa berturut-turut adalah SED-d, SED-f, dan SED-m. Pengaturan kriteria SED yang disarankan untuk digunakan adalah SED-f karena memiliki akurasi yang tinggi.

SARAN

Untuk melihat fluktuasi stok sumber daya ikan, perlu dilakukan penelitian lanjutan di lokasi yang sama dengan melakukan verifikasi jenis ikan yang terdeteksi. Penentuan nilai SED disesuaikan dengan target spesies yang akan dideteksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Southeast Asian Regional Centre for Tropical Biology (SEAMEO BIOTROP) yang telah memberikan bantuan dana penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Baik K. 2013. Comment on 'Resonant Acoustic Scattering from a Swimbladder Bearing Fish'. *The Journal of Acoustical Society of America*. 133: 5–8.
- Balk H. 2011. Development of Hydroacoustic Methods for Fish Detection in Shallow Water [Disertasi]. Oslo (NO): Universitas Oslo.

Balk H, Lindem T. 2014. *Sonar 4 and Sonar 5 Post Processing Systems, Operator Manual Version 602*. Oslo (NO): Lindem Data Acquisition.

Brown CJ, Smith SJ, Lawton P, Anderson JT. 2011. Benthic Habitat Mapping: a Review of Progress Towards Improved Understanding of the Spatial Ecology of the Seafloor Using Acoustic Techniques. *Estuarine Coastal and Shelf Science*. 92: 502–520.

Charnila D, Manik HM. 2010. Pemetaan dan Klasifikasi Sedimen dengan Instrumen Side Scan Sonar di Perairan Balongan, Indramayu- Jawa Barat. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*. 1(1): 105-112.

Dennerline DE, Jennings CA, Degan DJ. 2012. Relationships Between Hydroacoustic Derived Density and Gill Net Catch: Implications for Fish Assessments. *Fisheries Research*. 123: 78–89.

Feuillade C. 2012. Superspheroidal Modeling of Resonance Scattering from Elongated Air Bubbles and Fish Swim Bladders. *The Journal of Acoustical Society of America*. 131: 146–155.

Foote KG. 1979. On Representations of Length Dependence of Acoustic Target Strengths of Fish. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. 36: 1490–1496.

Furusawa M. 2015. Effects of Noise and Absorption on High Frequency Measurements of Acoustic-Backscatter from Fish. *International Journal of Oceanography*. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/589463>.

Georgakarakos S, Trygonis V, Haralabous J. 2011. *Accuracy of Acoustic Methods in Fish Stock Assessment Surveys: Sonar System*, book edited by N.Z. Kolev, ISBN 978-953-307-345-3. Greece: CC BY-NC-SA.

- Godlewska M, Frouzova J, Kubecka J, Wisniewolski W, Szlakowski J. 2012. Comparison of Hydroacoustic Estimates with Fish Census in Shallow Malta Reservoir: which TS/L Regression to Use in Horizontal Beam Applications. *Fisheries Research*. 123: 90–97.
- Haris K, Chakraborty B, Ingole B, Menezes A, Srivastava R. 2012. Seabed Habitat Mapping Employing Single and Multi-beam Backscatter Data: a Case Study from the Western Continental Shelf of India. *Continental Shelf Research*. 48: 40–49.
- Jech M. 2011. Interpretation of Multi-frequency Acoustic Data: Effects of Fish Orientation. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 129(1): 54–63.
- Jech M. 2015. Comparisons Among Ten Models of Acoustic Backscattering Used in Aquatic Ecosystem Research. *The Journal of Acoustical Society of America*. 138(6): 3742–3764.
- Kubilius R, Ona E. 2012. Target strength and Tilt-Angle Distribution of Lesser Sandeel (*Ammodytes marinus*). *ICES Journal of Marine Science*. 69: 1099–1107.
- Lee W, Lavery AC, Stanton TK. 2012. Orientation Dependence of Broadband Acoustic Backscattering from Live Squid. *The Journal of Acoustical Society of America*. 131: 4461–4475.
- Madduppa HH, Subhan B, Suparyani E, Siregar AM, Arafat D, Tagiran SA, Alimuddin, Khairudi D, Rahmawati F, Bramandito A. 2013. Dynamics of Fish Diversity Across an Environmental Gradient in the Seribu Islands Reefs off Jakarta. *Biodiversitas*. 14(1):17-14.
- Manik HM. 2012. Seabed Identification and Characterization Using Sonar. *Advances in Acoustics and Vibration*. Part II, Hindawi. 2012(2).
- Manik HM. 2013. Deteksi Ikan Karang Menggunakan Teknologi *Echosounder*. Di dalam: Hidayat TT, Syamsuddin S, Sudrajat A, Masengi S, Nainggolan C, Raharjo P, Sipahutar YH, editor. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan Indonesia*; 2013 Nov 21-22; Jakarta, Indonesia. Jakarta (ID): Sekolah Tinggi Perikanan. hlm 19-24.
- Manik HM. 2014. Teknologi Akustik Bawah Air: Solusi Data Perikanan Laut Indonesia. *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan*. 1(3): 181–186.
- Manik HM. 2015. Underwater Remote Sensing of Fish and Seabed Using Acoustic Technology In Seribu Island Indonesia. *International Journal of Oceans and Oceanography*. 9(1): 77-95.
- Manik HM, Yulius D, Udrek. 2015. Development and Application of MB System Software for Bathymetry and Seabed Computation. *International Journal of Software Engineering and Its Applications*. 9(6): 143-160.
- Manik HM. 2016. Acoustical Measurement and Biot Model for Coral Reef Detection and Quantification. *Advances in Acoustics and Vibration*. Part II, Hindawi Publishing. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/2350615>.
- Parker-Stetter SL, Rudstam LG, Sullivan PJ, Warner DM. 2009. *Standard Operating Procedures for Fisheries Acoustic Surveys in The Great Lakes*. Ann Arbor (US): Great Lakes Fish Commission.
- Prario IS, Gonzalez JD, Madirolas A, Blanc S. 2015. A Prolate Spheroidal Approach for Fish Target Strength Estimation: Modeling and Measurements. *Acta Acustica United with Acustica*. 101(5): 928-940.
- Puspasari R, Damar A, Kamal MM, Batu DL, Wiadnyana NN, Taufik M. 2013. Dinamika Larva Ikan Sebagai Dasar Opsi Pengelolaan Sumber Daya Ikan di Laguna Pulau Pari Kepulauan Seribu. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*. 5(1): 1-7.
- Rajali H, Gambang AC, Hamid IA, Hasan RB, Awang D, Shiomi K, Fujiwara. 2006. Stock Assessment by Hydroacoustic Method in the South China Sea Area II: Sabah, Sarawak, Brunei Darussalam [Internet]. [diunduh 27 Oktober 2015]. Tersedia pada : http://researchgate.net/publication/241914943_Stock_Assessment_by_HydroAcoustic_Method_in_the_South_China_Sea_Area_II_Sabah_Sarawak_Brunei_Darussalam.
- Raveau MP, Feuillade C. 2015. Sound Extinction by Fish Schools: Forward Scattering Theory and Data Analysis. *The Journal of Acoustical Society of America*. 137: 539–555.
- Raveau MP, Feuillade C. 2015. Resonance Scattering by Fish Schools: a Comparison of Two Models. *The Journal of Acoustical Society of America*. 139 (1): 135-140.

- Rengi P, Brown A. 2014. Pelagic Fish Stock Estimation by Using the Hydroacoustic Method in Bengkalis Regency Water. *Berkala Perikanan Terubuk*. 42(1): 21-34.
- Rodríguez-Sánchez V, Encina-Encina L, Rodríguez-Ruiz A, Sánchez-Carmona R., 2015a. Horizontal Target Strength of *Luciobarbus* sp. in Ex Situ Experiments: Testing Differences by Aspect Angle, Pulse Length and Beam Position. *Fisheries Research*. 164: 214–222.
- Samedy V, Wach M, Lobry J, Selleslagh J, Pierre M, Josse E, Boet P. 2015. Hydroacoustics as a Relevant Tool to Monitor Fish Dynamics in Large Estuary. *Fisheries Research*. 172: 225-233.
- Schimmel ACG, Healy TR, Johnson D, Immenga D. 2010. Quantitative Experimental Comparison of Single-Beam, Sidescan, and Multibeam Benthic Habitat Maps. *ICES Journal of Marine Science*. 67: 1766–1779.
- Simmonds J, MacLennan D. 2005. *Fisheries Acoustics: Theory and Practice Second Edition*. Oxford (UK): Blackwell Publishing.
- Siregar VP, Wouthuyzen S, Sunuddin A, Anggoro A, Mustika AA. 2013. Pemetaan Habitat Dasar dan Estimasi Stok Ikan Terumbu dengan Citra Satelit Resolusi *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 5(2): 453-463.
- Victoria Rodríguez-Sánchez, Lourdes Encina-Encina, Amadora Rodríguez-Ruiz, Ramona Sánchez-Carmona. 2016. Do Close Range Measurements Affect the Target Strength (TS) of Fish in Horizontal Beaming Hydroacoustics. *Fisheries Research*. 173: 4–10.
- Victoria Rodríguez-Sánchez, Lourdes Encina-Encina, Amadora Rodríguez-Ruiz, Agustín Monteoliva, Ramona Sánchez-Carmona. 2016. Horizontal Target Strength of *Cyprinus Carpio* Using 200 kHz and 430 kHz Split-beam Systems. *Fisheries Research*. 174: 136–142.
- Zampolli M, Tesei A, Jensen F, Malm N, Blottman J. 2007. A Computationally Efficient Finite Element Model with Perfectly Matched Layers Applied to Scattering from Axially Symmetric Objects. *The Journal of Acoustical Society of America*. 122: 1472–1485.
- Zampolli M, Jensen FB, Tesei A. 2009. Benchmark Problems for Acoustic Scattering from Elastic Objects in the Free Field and Near the Seafloor. *The Journal of Acoustical Society of America*. 125: 89–98.