

TINGKAH LAKU IKAN PADA PERIKANAN BAGAN PETEPETE YANG MENGGUNAKAN LAMPU LED

FISH BEHAVIOR ON FISHERIES BOAT LIFT NET (BAGAN PETEPETE) BY USING LED LIGHTS

Muhammad Sulaiman^{12*}, Mulyono Sumitro Baskoro³, Am Azbas Taurusman³,
Sugeng Hari Wisudo³, dan Roza Yusfiandayani³

¹Jurusan Penangkapan Ikan, Politeknik Pertanian Negeri Pangkep, Pangkep

²Program Studi Teknologi Perikanan Tangkap, Sekolah Pasca Sarjana, IPB, Bogor

*E-mail: dgcule1@gmail.com

³Department Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, FPIK-IPB, Bogor

ABSTRACT

Research on fish behavior in boat lift net fisheries (bagan petepete) equipped with LED light is very important since the similar research is very limited conducted in Indonesian waters. The purpose of this study was to understand the LED light distribution and its impact on the fish behavior around the LED light. This study was conducted in the laboratory of Simulation Workshop and Navigation, Pangkep State Polytechnique of Agricultural and fishing experiment was done in Barru District waters, Makassar Strait, South Sulawesi. The light intensity was measured by a digital lux meter and under water lux meter, while fish behavior was observed by side scan sonar color. Light intensity analyses showed that the distribution of 80 watts LED light was mostly focused with 1096 lux with an angle 168°. Fishes approached the light at 5-10 m and 20-30 m water depth from all directions after all lights were turned on. Fishes in smaller groups and higher density concentrated around the light when only one lamp was turned on. After catch processing, some fishes left the lighting area and others still stayed in the lighting area.

Keywords: fish behavior, LED lamp, light fishing, lift net

ABSTRAK

Tingkah laku ikan pada perikanan bagan petepete (*boat lift net*) menggunakan lampu LED sangat penting untuk diketahui mengingat penelitian terkait hal ini sangat jarang dilaksanakan di perairan Indonesia. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pola sebaran cahaya lampu LED di darat dan di dalam perairan, dan menganalisis pola tingkah laku dan pergerakan ikan di sekitar pencahayaan lampu LED. Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Workshop Simulasi dan Navigasi Politeknik Pertanian Negeri Pangkep dan proses penangkapan ikan dilakukan di perairan Kabupaten Barru-Selat Makassar, Sulawesi Selatan. Pengukuran intensitas cahaya dilakukan dengan menggunakan *digital lux meter* dan *under water lux meter*. Tingkah laku ikan diamati dengan menggunakan *side scan sonar colour*. Analisis intensitas cahaya menunjukkan bahwa sebaran cahaya lampu LED 80 watt lebih fokus dengan nilai 1096 lux pada sudut 168°. Analisis tingkah laku ikan memperlihatkan pola pergerakan kawanan ikan mendatangi pencahayaan berada pada kedalaman 5-10 m dan 20-30 m dari segala arah pada saat semua lampu dinyalakan. Pola kawanan ikan terkonsentrasi di sekitar *cakupan alat tangkap* pada saat hanya satu lampu yang dinyalakan di setiap sisi dengan kawanan semakin sedikit tetapi kepadatan kawanan yang besar. Pola pergerakan kawanan ikan setelah proses penangkapan ada yang meninggalkan daerah pencahayaan dan ada yang tetap di daerah pencahayaan.

Kata kunci: lampu LED, jaring angkat, *light fishing*, tingkah laku ikan

I. PENDAHULUAN

Bagan petepete (*boat lift net*) yang ada di Kabupaten Barru Sulawesi Selatan merupakan salah satu jenis bagan yang berkembang dengan pesat. Hal ini karena bagan petepete dilengkapi dengan mesin penggerak sendiri yang tidak dimiliki bagan yang lain, sehingga dapat bergerak dengan cepat menuju *fishing ground* dan balik lagi ke *fishing base*. Inilah mengapa masyarakat Sulawesi Selatan menamakan bagan ini bagan petepete (angkot) karena dapat dengan mudah berpindah tempat (*mobile*). Ukuran bagan petepete lebih kecil dibandingkan bagan rambo. Bagan petepete yaitu berukuran 24 meter x 24 meter menggunakan lampu merkuri 250 watt sebanyak 42 unit, sedangkan bagan rambo berukuran 30 meter x 30 meter juga menggunakan lampu merkuri 500 watt sebanyak 56 unit (Sudirman, 2003; Sulaiman, 2005).

Bagan merupakan salah satu jenis alat tangkap yang menggunakan cahaya sebagai alat bantu penangkapan. Berdasarkan cara pengoperasiannya bagan dapat dikelompokkan kedalam jaring angkat atau lift net menurut Von Brandt (2005). Cahaya merupakan bagian yang fundamental dalam menentukan tingkah laku ikan di laut. Stimuli cahaya terhadap tingkah laku ikan sangat kompleks antara lain yaitu intensitas, sudut penyebaran, polarisasi, komposisi spektralnya dan lama penyinaran. Nicol (1963) diacu dalam Hoar dan Randall (1971) telah melakukan suatu telaah mengenai penglihatan dan penerimaan cahaya oleh ikan dan menyimpulkan bahwa mayoritas mata ikan laut sangat tinggi sensitifitasnya terhadap cahaya. Tidak semua cahaya dapat diterima oleh mata ikan. Cahaya yang dapat diterima memiliki panjang gelombang pada interval 400-750 m μ (Mitsugi, 1974; Nikonorov, 1975).

Tertariknya ikan pada sumber cahaya disebut fototaksis positif. Tingkah laku ikan yang mendatangi sumber cahaya dapat dibedakan: pertama tertarik secara langsung oleh cahaya dan kedua tertarik mendekati cahaya karena mencari makan (Ayodhya, 1981).

Tingkah laku yang demikian inilah yang dimanfaatkan nelayan di malam hari dengan berbagai alat penangkapan ikan seperti bagan (*lift net*), pukat cincin (*purse seine*) dan pancing cumi-cumi (*squid jigging*).

Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkah laku ikan antara lain faktor lingkungan seperti arus, suhu, kecerahan, gelombang, topografi dasar perairan dan faktor dari ikan itu sendiri seperti jenis dan ukuran serta faktor lain yang dapat mempengaruhi ikan untuk berada pada suatu tempat tertentu seperti penetrasi dan iluminasi cahaya, lintang geografis, dan musim (Baskoro *et al.*, 2011). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi tertariknya ikan terhadap sumber cahaya antara lain keberadaan ikan dengan sumber cahaya, suhu air, intensitas cahaya, dan predator. Berbagai faktor yang mempengaruhi ikan terhadap cahaya, sumber dari cahaya itu sendiri yang merupakan faktor utama (intensitas cahaya) yang mempengaruhi secara langsung pola tingkah laku ikan (Yami, 1987).

Penelitian mengenai hubungan antara cahaya dan tingkah laku ikan telah dilakukan oleh beberapa peneliti, antara lain: Baskoro (1999) meneliti tentang proses penangkapan dan tingkah laku ikan pada bagan skala kecil dengan lampu petromaks, Tupamahu (2003) meneliti tentang tingkah laku ikan tembang dan selar yang ada di bawah cahaya lampu menyatakan bahwa pola pergerakan ikan dapat dikategorikan dua bagian yaitu gerakan memutar yang berlawanan arah jarum jam (tembang dan tongkol) dan pola pergerakan yang muncul secara tiba-tiba dipermukaan perairan karena aktivitas memangsa makanan (selar). Selanjutnya dikatakan pula bahwa distribusi densitas ikan di zona iluminasi cahaya secara vertikal dapat memperlihatkan bahwa ikan tertarik terhadap cahaya lampu dan berada di zona iluminasi dari waktu ke waktu dengan densitas yang berbeda-beda. Sudirman (2003) meneliti tentang analisis tingkah laku ikan dalam proses penangkapan pada bagan rambo dimana distribusi dan iluminasi cahaya di dalam air yaitu menurun secara eksponensial, baik ke bawah maupun

ke samping bagan rambo. Sulaiman (2006) meneliti tingkah laku ikan pada proses penangkapan dengan cara pendekatan akustik. Haruna (2010) meneliti distribusi cahaya lampu dan tingkah laku ikan pada proses penangkapan bagan perahu di Perairan Maluku Tengah.

Tujuan dari penelitian ini adalah (1) menganalisis pola sebaran cahaya lampu LED dan (2) menganalisis pola tingkah laku dan pergerakan ikan di sekitar pencahayaan lampu LED. Penelitian ini diharapkan memperoleh suatu pengetahuan tingkah laku ikan agar dapat digunakan dalam perbaikan terhadap taktik dan metode penangkapan ikan. Selain itu penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan untuk informasi bagi peneliti-peneliti berikutnya.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Pengukuran intensitas dan distribusi cahaya lampu LED dilaksanakan di Workshop Simulasi dan Navigasi Politeknik Pertanian Negeri Pangkep. Proses penangkapan

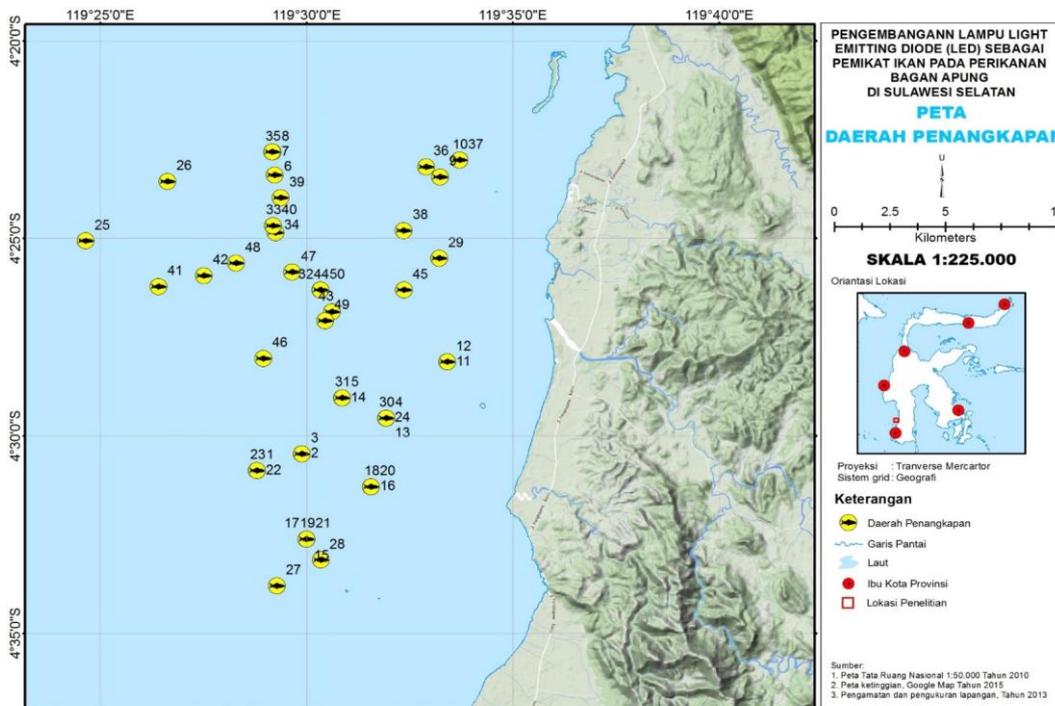
ikan dengan menggunakan alat bantu penangkapan ikan menggunakan lampu LED dilakukan di perairan Kabupaten Barru-Selat Makassar, Sulawesi Selatan. Lokasi pengamatan terletak pada posisi 4°22'48,7"-4°33'47,8"LS sampai dengan 119°25'05,0"-119°33'42,7"BT (Gambar 1).

Pengukuran iluminasi pada cahaya dan tingkah laku ikan dilakukan di salah satu Bagan petepete milik nelayan (Darahmuda 07). Bagan petepete dioperasikan pada kedalaman 25 meter sampai 50 meter dengan jarak dari pantai Barru 3 mil laut sampai 11,5 mil laut. Pengamatan lapang dilakukan selama 50 trip mulai dari bulan Oktober sampai Nopember 2012 dan April sampai Mei 2013.

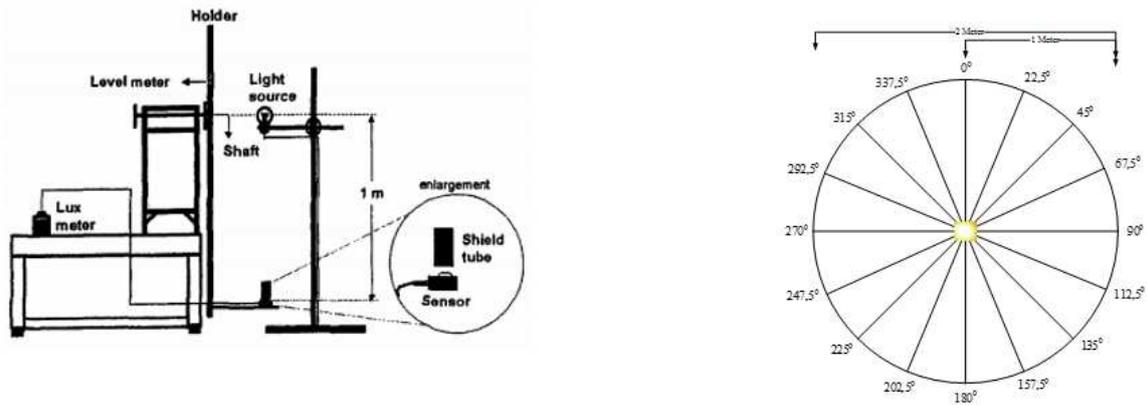
2.2. Metode Pengumpulan Data

2.2.1. Data Intensitas Cahaya

Data intensitas cahaya dilakukan dengan pengukuran di darat, di perairan dan pada saat pengoperasian bagan petepete. Pengukuran intensitas cahaya di darat dilakukan untuk melihat intensitas satu lampu LED 80 watt. Pengukuran dilakukan di ruang gelap berukuran 2 meter x 2 meter x 2 meter



Gambar 1. Peta lokasi penelitian.

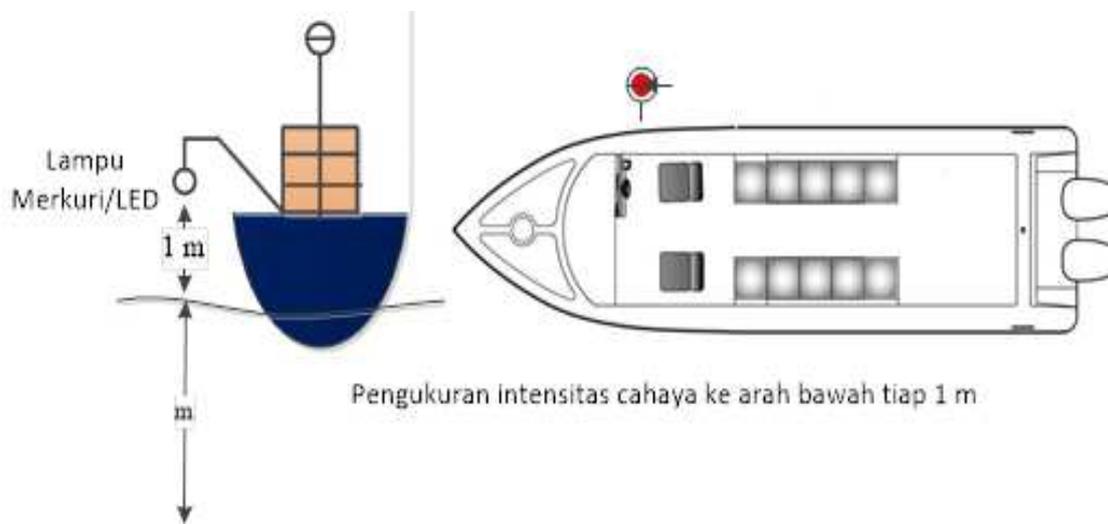


Gambar 2 Pengukuran intensitas cahaya satu unit lampu LED di darat (Wisudo *et al.* 2002).

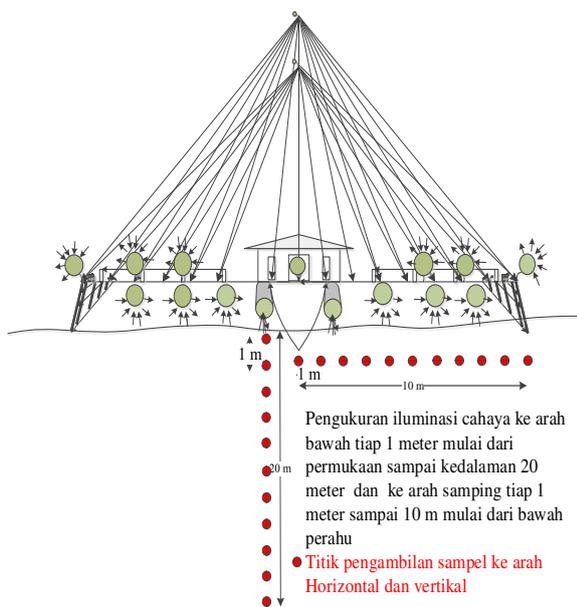
dengan menggunakan digital lux meter Lutro LX-101 seperti yang dilakukan oleh Wisudo *et al.* (2002) seperti pada Gambar 2. Untuk mengetahui distribusi cahaya dalam perairan, selanjutnya dilakukan pengukuran lampu LED di perairan laut.

Pengukuran intensitas cahaya bawah air (lux) diukur pada bagian tengah lampu ke arah horizontal sampai intensitas lampu minimal dengan interval 1 meter menggunakan *lux meter under water* OSK (Ishikawa U.W. *Illuminometer* IU-2B NO.81-63 dengan kabel sensor 20 m. Pengukuran ke arah vertikal dilakukan mulai dari permukaan dengan interval 1 m sampai 20 m (Gambar 3).

Pengukuran intensitas lampu LED dilakukan pada saat pengoperasian bagan petepete. Pengukuran intensitas cahaya bawah air (lux) diukur pada bagian tengah perahu lampu ke arah horizontal samping perahu lampu dengan interval 1 meter sejauh 20 meter. Setiap pengukuran ke arah horizontal juga dilakukan pengukuran secara vertikal yang dilakukan mulai dari kedalaman nol m permukaan air dengan interval 1 meter sedalam 17 meter. Pengukuran intensitas cahaya dilakukan dengan menggunakan *lux meter under water* OSK dengan kabel sensor yang panjang kabel yaitu 20 meter (Gambar 4).



Gambar 3 Pengukuran intensitas cahaya satu unit lampu LED di laut.



Gambar 4. Pengukuran intensitas cahaya di atas bagan yang menggunakan lampu LED

2.2.2. Data Pengamatan Tingkah Laku Ikan

Data pengamatan tingkah laku ikan di permukaan air dilakukan dengan observasi tingkah laku ikan pada bagan petepete dilakukan dengan menggunakan cara pengamatan secara visual di permukaan air. Data pengamatan tingkah laku ikan secara visual di atas permukaan air meliputi jenis ikan dan pola pergerakan kawanan ikan. Pengamatan ini dilakukan secara visual pada permukaan perairan. Data direkam dengan menggunakan *handycam* (sony 80 GB) dan *camera* (canon G 12).

Data pengamatan tingkah laku ikan di kolom perairan dilakukan dengan menggunakan *side scan sonar colour* (JRC JFP-101 *Color Sonar*). Tingkah laku ikan yang diamati adalah pola kedatangan, sebaran ikan, dan pola pergerakan serta, sebaran dan pergerakan ikan di daerah cakupan alat tangkap (*catchable area*).

2.2.3. Data Pola Tingkah Laku Ikan

Data pola distribusi kawanan ikan di sekitar pencahayaan sebelum dan setelah pro-

ses penangkapan, pola kedatangan kawanan ikan disekitar pencahayaan dan tingkah laku ikan disekitar pencahayaan yang meliputi pola pergerakan pada saat pengoperasian bagan dianalisis secara deskriptif berdasarkan pengamatan visual untuk ikan-ikan yang terakumulasi di bawah cahaya lampu sampai dengan kedalaman 1,5 meter. Analisis data di kedalaman lebih dari 1,5 meter menggunakan metode akustik untuk mengetahui tingkah laku ikan yang ada di dalam kolom air.

2.3. Analisis Data

2.3.1. Analisis Intensitas Cahaya

Distribusi iluminasi cahaya LED 80 watt di medium udara dapat dianalisis dengan menggunakan batuan perangkat lunak *Microsoft Office excel 2013* dengan bantuan *radar chart* untuk menggambarkan sebaran cahaya setiap sudut. Distribusi cahaya iluminasi cahaya satu unit lampu di dalam medium air dianalisis dengan grafik X Y (*Scatter*) excel 2013 menggunakan fungsi *index (logest)* untuk melihat kecenderungan iluminasi cahaya dalam perairan. Hasil analisis iluminasi cahaya bawah air untuk memperoleh koefisien atenuasi sehingga dapat diketahui persamaan jarak tembus intensitas cahaya dalam perairan. Nilai estimasi iluminasi pada cahaya selanjutnya dibuat kontur distribusi iluminasi cahaya yang masuk dalam perairan dianalisis dengan Analisis *counter map Surfer v.10* untuk memperoleh gambaran distribusi iluminasi cahaya di bawah rangka bagan.

2.3.2. Analisis Pola Tingkah Laku Ikan

Data hasil rekaman *side scan sonar colour* diamati secara deskriptif untuk mengetahui pola pergerakan kawanan ikan. Pola kawanan ikan juga dapat diamati dari hasil rekaman *side scan sonar colour* dengan melihat bentuk kawannya dan jenisnya dapat diketahui dengan menghubungkan dengan data hasil tangkapan. Data hasil rekaman *side scan sonar colour* juga diamati pola kedatangan kawanan ikan di sekitar pencahayaan, pola pergerakan pada saat lampu mulai di-

padamkan secara bertahap dan pola penyebaran kawanan ikan setelah proses *hauling*.

III. HASILDAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

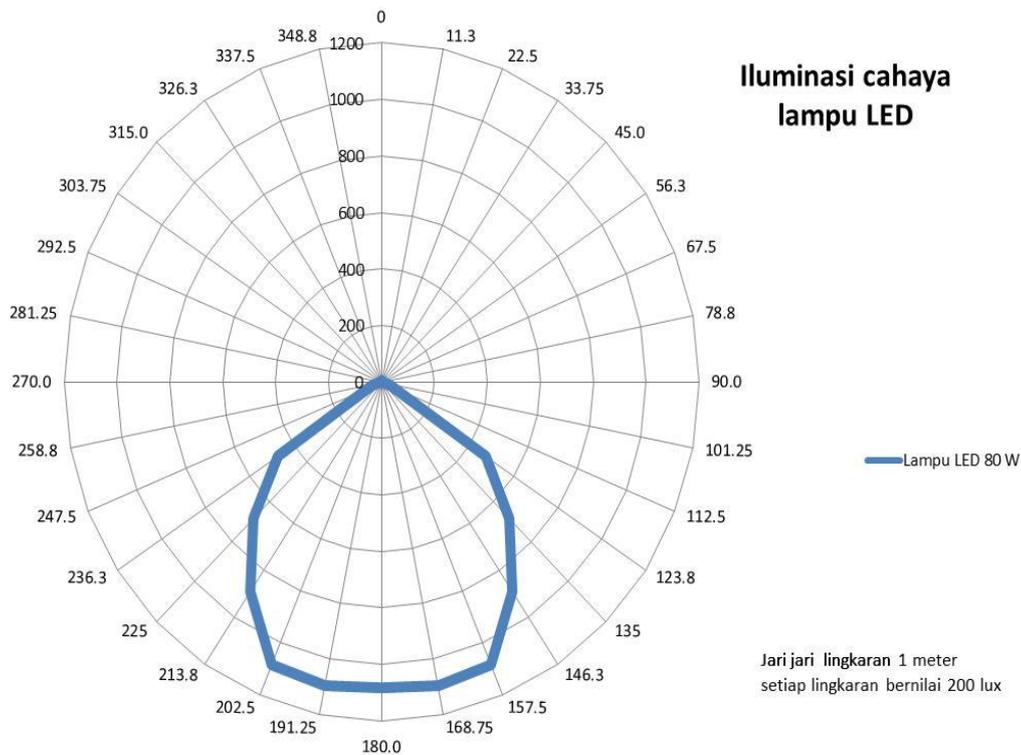
3.1.1. Distribusi Iluminasi Lampu LED di Laboratorium

Hasil pengukuran iluminasi cahaya di laboratorium dapat dilihat pada Gambar 5 bahwa sebaran cahaya lampu LED 80 watt mempunyai sebaran yang lebih fokus vertikal. Iluminasi cahaya lampu LED terbesar pada sudut $168,75^\circ$ dengan nilai 1096 lux dengan kisaran sudut sebaran cahaya sekitar $123,75^\circ$.

3.1.2. Distribusi Iluminasi 1 (Satu) Buah LED di Perairan

Hasil pengukuran iluminasi cahaya bawah air dari satu buah lampu LED 80 watt dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil analisis data

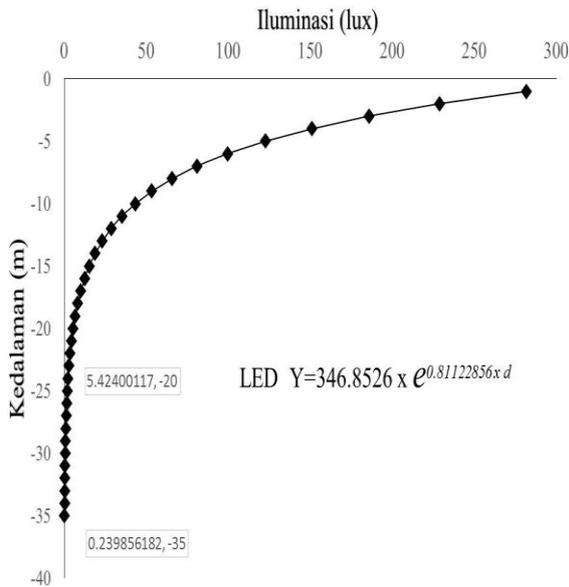
yaitu menunjukkan bahwa iluminasi cahaya di dalam air berkurang secara eksponensial dengan semakin bertambahnya kedalaman (Gambar 6). Pola iluminasi cahaya tergantung dari awal intensitas cahaya yang masuk ke dalam perairan. Intensitas awal tergantung dari jarak sumber cahaya, sudut, dan keadaan gelombang. Hal ini sesuai dengan hukum Beer dan Lambert yang menyatakan bahwa penyerapan cahaya meningkat secara eksponensial dengan meningkatnya panjang jarak dari larutan yang harus dilewati oleh cahaya (Tebbut, 1992 *diacu dalam* Effendi, 2003). Nilai estimasi iluminasi cahaya lampu LED dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil analisis menunjukkan bahwa koefisien atenuasi lampu LED 80 watt 0,812 dengan persamaan $Y = 346.8526e^{0.81122856 \times d}$. Hasil dari persamaan ini diperoleh bahwa pada kedalaman 20 meter, lampu LED mempunyai intensitas yaitu pada intensitas 5,2 lux.



Gambar 5. Iluminasi cahaya LED di laboratorium.

Tabel 1. Hasil pengukuran iluminasi cahaya satu unit lampu LED di perairan

Kedalaman (m)	Iluminasi (lux)	Estimasi iluminansi setelah di normalkan
	LED	LED
1	650	281,74
2	340	228,86
3	170	185,90
4	140	151,00
5	90	122,66
6	75	99,63
7	60	80,93
8	50	65,74
9	45	53,40
10	40	43,37
11	30	35,23
12	26	28,62
13	20	23,25
14	18	18,88
15	16	15,34
16	14	12,46
17	12	10,12
18	10	8,22
19	8	6,68
20	6	5,42



Gambar 6. Pola Iluminasi cahaya lampu LED 80 watt di perairan tepat di bawah lampu.

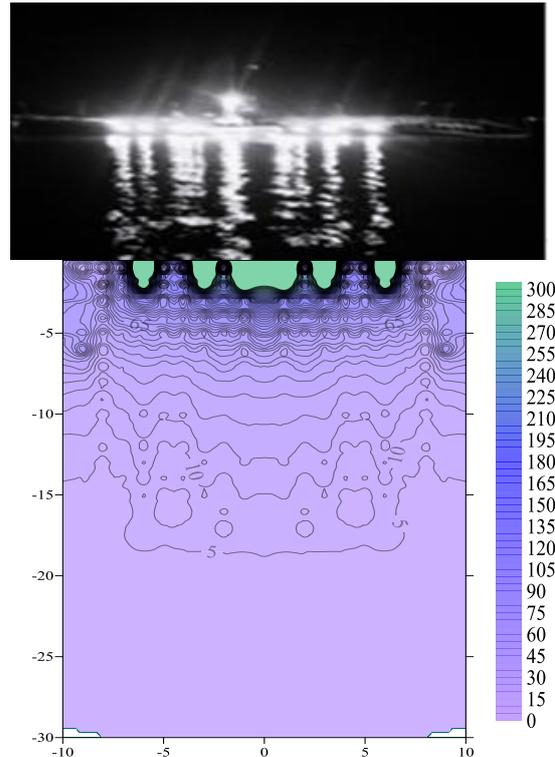
3.1.3. Distribusi Iluminasi Lampu LED di Bawah Bagan Petepete

Kontur iluminasi cahaya bagan petepete yang menggunakan lampu LED memperlihatkan pola iluminasi cahaya yang berada dalam radius 5 m di bawah perahu bagan menunjukkan bahwa cahaya lebih jauh menembus perairan (Gambar 7). Hal ini disebabkan pada daerah ini terdapat lampu fokus yang arah pencahayaannya terfokus secara vertikal ke dalam perairan. Pola iluminasi juga memperlihatkan bahwa pola iluminasi cahaya sangat tergantung dari tata letak lampu di atas bagan.

3.1.4. Pola Tingkah Laku Ikan pada Bagan Petepete yang Menggunakan Lampu LED

3.1.4.1. Pola Kedatangan Kawanan Ikan Secara Horizontal

Pengamatan tingkah laku ikan diamati secara visual hanya sampai kedalaman 1 m. Ikan mulai masuk ke daerah pencahayaan di bawah rangka bagan setelah 3-5 menit.

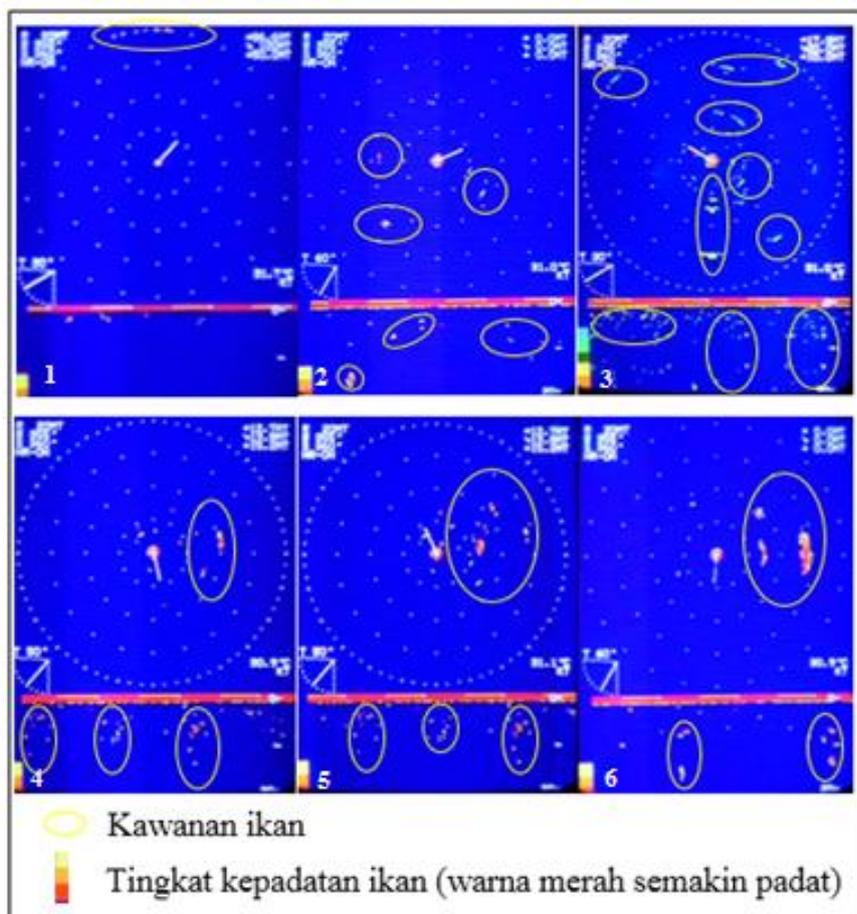


Gambar 7. Distribusi iluminasi cahaya pada bagan petepete yang menggunakan lampu LED 80 watt.

Jenis ikan yang pertama masuk adalah ikan yang sangat kecil yang tidak teridentifikasi, ikan teri kecil, cumi-cumi dan ikan terbang.

Pengamatan tingkah laku ikan pada kedalaman lebih dari 1,5 meter diamati dengan menggunakan *side scan sonar colour*. Hasil pengamatan pada saat lampu dinyalakan semua menunjukkan bahwa ikan mendatangi bagan dari segala arah, baik dari kiri, kanan, depan maupun dari belakang bagan dengan kawanan ikan yang masih kecil (Gambar 8). Semakin lama penyinaran, jumlah kawanan ikan yang mendatangi sumber pencahayaan semakin banyak, baik ukuran kawanan maupun jumlah kawanan ikan. Pergerakan kawanan ikan belum terkonsentrasi pada sumber pencahayaan atau belum beradaptasi sempurna dengan intensitas

cahaya yang ada pada saat penyinaran 15 menit sampai 60 menit. Ukuran kawanan ikan semakin mesar dan mulai mengelilingi sumber pencahayaan searah jarum jam pada jarak 10 meter sampai 60 meter dari sumber pencahayaan dengan lama pencahayaan 60 menit sampai 120 menit. Kawanan ikan masih berada di luar daerah tangkapan bagan petepete. Pola kedatangan kawanan ikan ini sesuai juga dengan pendapat Mills *et al.* (2014), bahwa dengan cahaya buatan, ikan yang tersebar pada waktu malam hari akan berkumpul membentuk kawanan dan bergerak mendatangi sumber cahaya. Ikan membutuhkan cahaya untuk berkumpul, tetapi menghindari cahaya yang kuat sehingga kawanan ikan akan berada di sekitar pencahayaan yang tidak tirlalu terang.

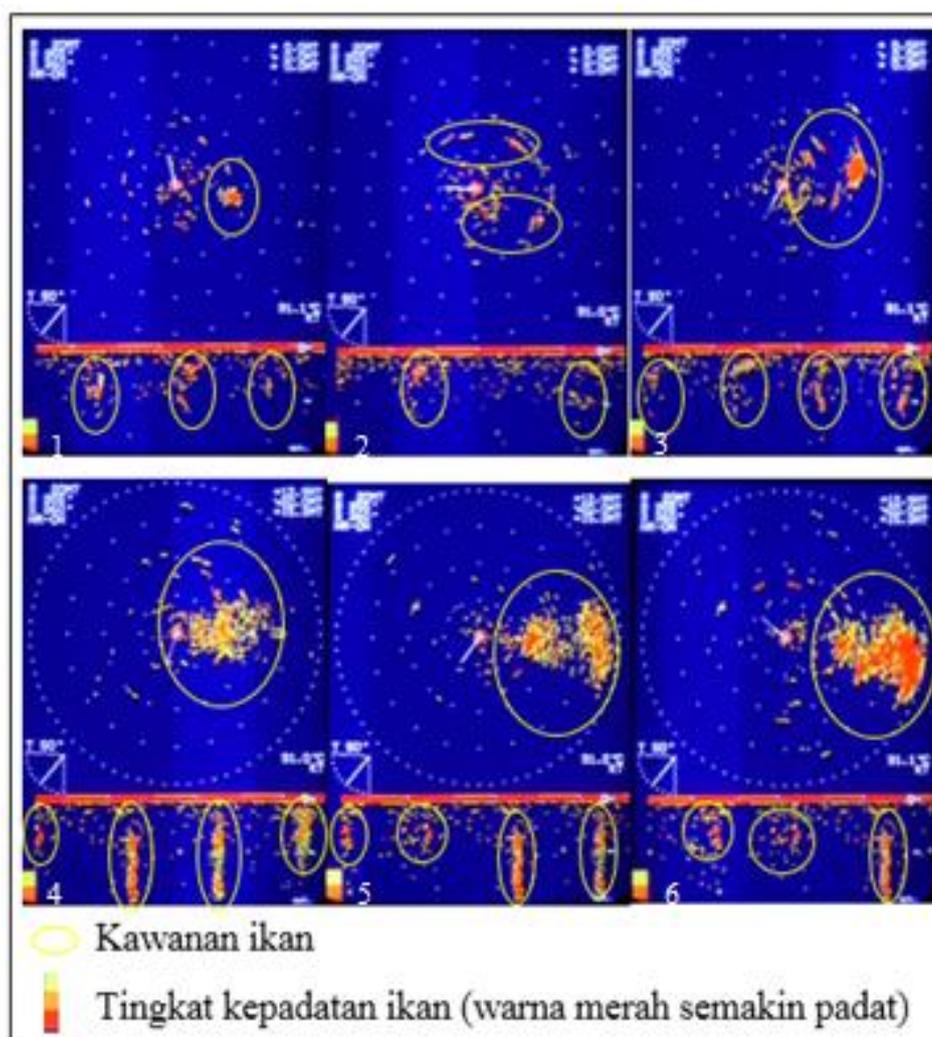


Keterangan: bagian atas: haluan bagan, bagian bawah: buritan bagan, sisi kanan: lambung kanan bagan, dan sisi kiri: lambung kiri bagan.

Gambar 8. Pola kedatangan ikan secara horizontal saat lampu masih menyala semua.

Pola pergerakan kawanan ikan setelah lampu terluar dipadamkan (Gambar 9) memperlihatkan ikan semakin banyak berkumpul di sekitar pencahayaan walaupun masih sering tersebar yang kemungkinan disebabkan oleh predator. Ikan predator datang ke sekitar pencahayaan bukan karena tertarik secara langsung oleh cahaya tetapi karena mencari makan. Pola penyebaran kawanan ikan sudah berada di sekitar pencahayaan dan mulai masuk ke daerah *catchable area*. Kawanan ikan terlihat bergerak tidak teratur, namun terlihat

dalam lingkaran ikan sudah semakin mendekati cahaya. Pola penyebaran kawanan ikan belum diketahui dengan pasti, apakah bergerak memutar atau juga mendekat dan menjauhi sumber pencahayaan. Pola pergerakan kawanan ikan yang tidak teratur ini dikarenakan pemadaman lampu dilakukan secara langsung, tidak dengan cara diredupkan secara perlahan sehingga kawanan ikan terganggu juga orientasinya dengan pemadaman pada lampu-lampu bagian terluar pada bagan tersebut.



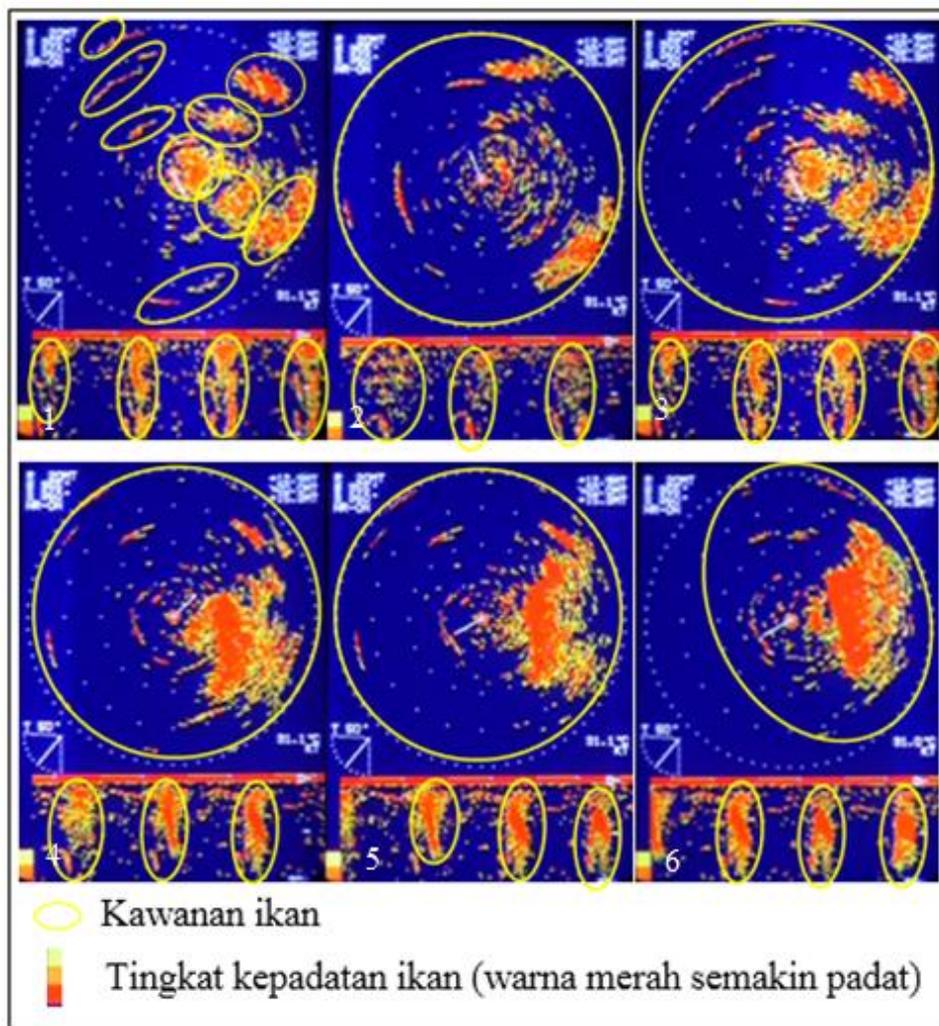
Keterangan: bagian atas: haluan bagan, bagian bawah: buritan bagan, sisi kanan: lambung kanan bagan, dan sisi kiri: lambung kiri bagan.

Gambar 9. Pola kedatangan ikan secara horizontal dimana lampu terluar sudah dipadamkan.

3.1.4.2. Pola Penyebaran ikan pada saat *hauling* dan setelah *hauling*

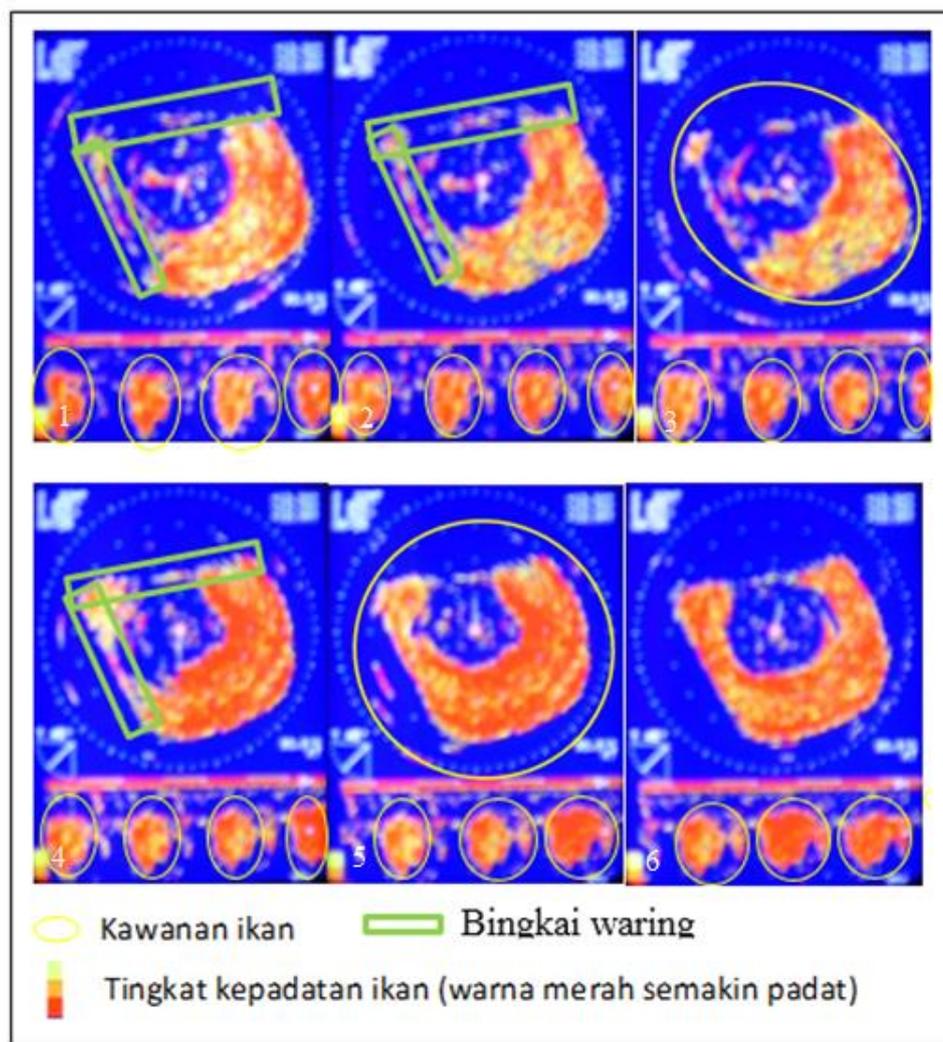
Pola penyebaran kawanan ikan sesaat sebelum hanya satu lampu LED yang menyala adalah ikan menyebar di sekitar daerah cakupan alat tangkap (*catchable area*) dan masih ada yang meninggalkan dan mendekati sumber pencahayaan. Gambar 10 menunjukkan jika hanya satu lampu menyala memperlihatkan bahwa ikan telah terkonsentrasi di *catchable area*. Terkonsentrasinya ikan pada *catchable area* dikarenakan lampu yang dinyalakan hanya 1 buah setiap sisi yang menyala dan arah pencahayaannya ter-

fokus ke arah bawah secara vertikal. Kawanan ikan semakin mendekat sumber cahaya ketika lampu yang dinyalakan di redupkan. Kawanan ikan akan semakin terkonsentrasi di sekitar pencahayaan. Hal ini sesuai dengan pendapat Iskandar *et al.* (2002); Baskoro *et al.* (2011); Gustaman *et al.* (2012) menyatakan bahwa ikan akan masuk ke areal bagan seiring dengan pemadaman lampu secara bertahap, baik secara vertikal maupun horizontal dan ikan lebih terkonsentrasi di *catchable area* pada saat hanya lampu konsentrasi dinyalakan.



Keterangan: bagian atas: haluan bagan, bagian bawah: buritan bagan, sisi kanan: lambung kanan bagan, dan sisi kiri: lambung kiri bagan.

Gambar 10. Pola kawanan ikan secara horizontal dimana hanya satu lampu LED disetiap sisi yang dinyalakan.



Keterangan: bagian atas: haluan bagan, bagian bawah: buritan bagan, sisi kanan: lambung kanan bagan, dan sisi kiri: lambung kiri bagan.

Gambar 11. Pola kawanan ikan secara horizontal dimana hanya satu lampu LED disetiap sisi yang dinyalakan.

Pola penyebaran ikan setelah *hauling* (Gambar 11) memperlihatkan bahwa masih ada ikan yang lolos dari cakupan alat tangkap. Kawanan ikan yang tidak masuk pada cakupan alat tangkap inilah yang lolos dari alat tangkap. Ikan yang lolos dari cakupan alat tangkap masih berada di sekitar pencahayaan, hal ini dapat dilihat dari kawanan ikan yang masih terdeteksi sonar di luar cakupan alat tangkap setelah bingkai jaring telah terikat di rangka bagan.

Tabel 2. memperlihatkan hasil penga-

matan visual dan menggunakan *scan sonar colour secara horisontal* tentang waktu kedatangan ikan secara visual, waktu kedatangan, posisi atau jarak dari sumber cahaya dan aktifitas ikan, baik jenis maupun kawanan ikan. Kawanan ikan umumnya datang dalam bentuk kawanan yang kecil dan semakin lama kawanan semakin membesar. Kawanan ikan juga semakin mendekat seiring pemataman lampu yang dilakukan secara bertahap dari yang terluar sampai hanya lampu fokus yang menyala.

Tabel 2. Waktu kedatangan dan jarak dari sumber pencahayaan secara horizontal dengan menggunakan *side scan sonar colour*.

Kawanan Ikan	Waktu kedatangan (menit)	Jarak dari sumber cahaya (meter)
❖ Lampu menyala semua		
Jenis Ikan tidak teridentifikasi	0-10	0-1 di samping lambung perahu bagan
Cumi-cumi	10-15	1-1.5 di bawah platform
Ikan terbang	10-15	1-1.5
Kawanan kecil	10-15	40-60
Kawanan kecil dalam jumlah semakin besar	15-60	20-60
Kawanan kecil dalam jumlah semakin besar	60-120	10-60
Membentuk kawanan yang lebih besar	120-180	10-60
❖ Lampu terluar di padamkan		
Membentuk kawanan ikan yang semakin besar	180-210	10-60
Lampu fokus yang menyala		
Kawanan ikan yang besar	210-225	5-40
❖ Lampu fokus diredupkan		
Kawanan ikan	225-240	1-10
Kawanan ikan di luar <i>catchable area</i> setelah bingkai bagan sampai di permukaan	>240	>10

3.1.4.3. Pola kawanan ikan secara vertikal

Pola kawanan ikan pada saat lampu dinyalakan telah terlihat di atas dasar perairan. Ikan ini kemungkinan telah ada saat lampu belum dinyalakan. Keberadaan ikan di atas dasar perairan terus bertambah seiring semakin lamanya lampu dinyalakan.

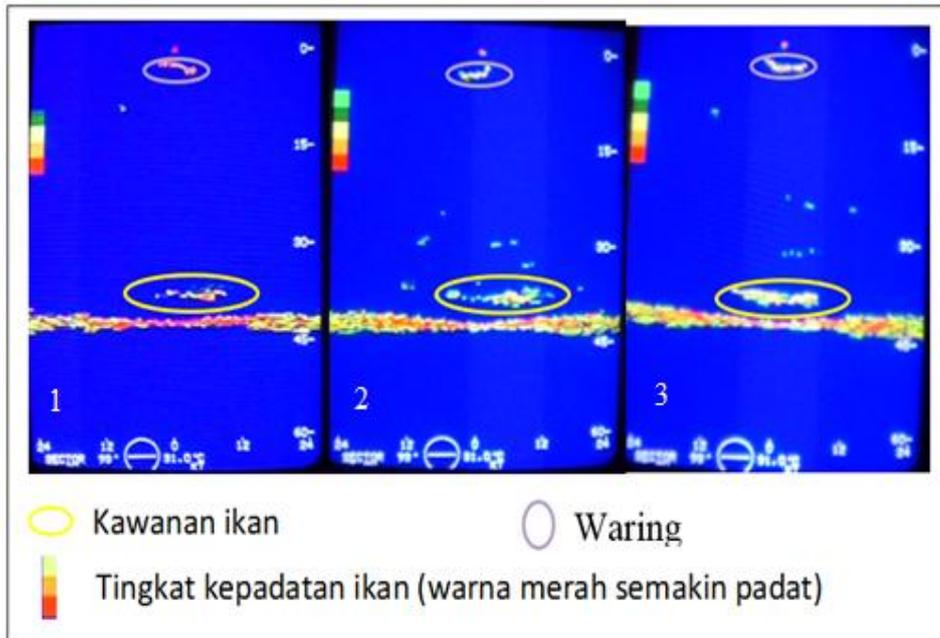
Pola pada kawanan ikan yang datang setelah lampu dinyalakan nampak pada kedalaman sekitar 20 meter. Kawanan ikan ini juga dapat terus bertambah seiring semakin lamanya lampu dinyalakan (Gambar 12).

Sebagian besar kawanan ikan pada saat lampu terluar dipadamkan berada di kedalaman lebih dari 20 meter (Gambar 13). Kawanan ikan sudah nampak bertambah banyak dibandingkan pada saat lampu terluar masih dinyalakan, walaupun kedalaman renang kawanan ikan masih dikedalaman lebih dari 20 meter.

Kawanan ikan mulai bergerak ke permukaan setelah lampu yang menyala hanya

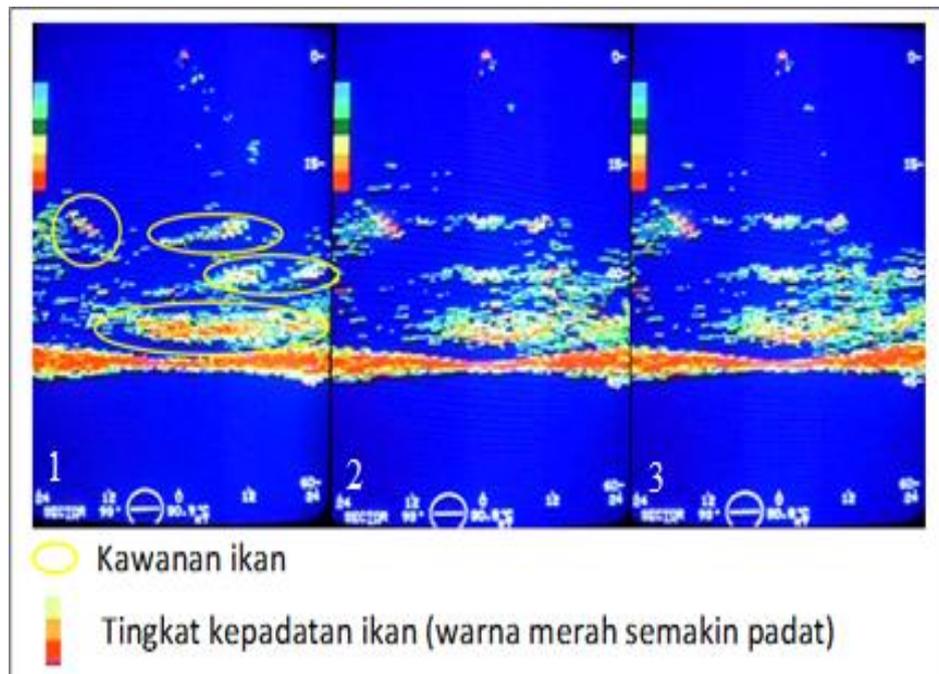
satu disetiap sisi perahu. Kawanan ikan nampak semakin bersatu di dekat sumber pencahayaan (Gambar 14). Keberadaan kawanan ikan di sekitar lampu akan semakin rapat seiring dengan semakin diredupkan lampu yang menyala, walaupun terlihat ada kawanan ikan yang juga terpisah dari kawanan yang besar (Gambar 15). Hal ini mungkin disebabkan adanya predator yang menyerang.

Tabel 3 memperlihatkan hasil menggunakan *scan sonar colour* secara vertikal tentang waktu kedatangan ikan secara visual dan ukuran kawanan secara deskriptif, waktu kedatangan, posisi atau jarak dari sumber cahaya dan aktifitas kawanan ikan. Kawanan ikan telah berada di dasar perairan yang diduga merupakan ikan demersal yang sebelumnya telah menempati daerah penangkapan. Kawanan ikan mulai nampak di bawah rangka bagan setelah lampu terluar dipadamkan. Kawanan ikan semakin ke permukaan seiring pemadaman lampu.



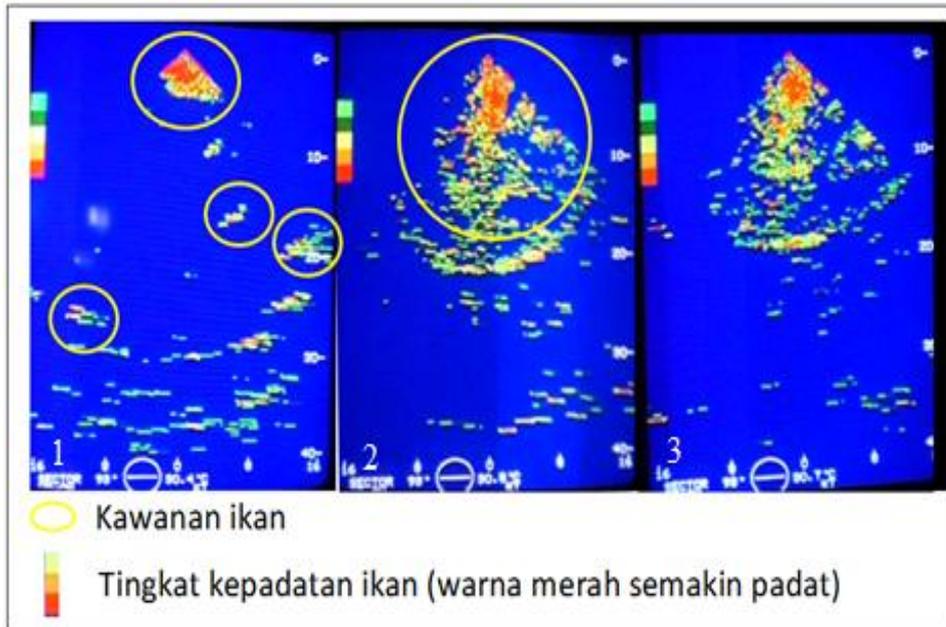
Keterangan: bagian atas: permukaan perairan, bagian bawah: dasar perairan, sisi kanan: lambung kanan bagan, dan sisi kiri: lambung kiri bagan.

Gambar 12. Pola kawanan ikan secara vertikal dimana semua lampu dinyalakan.



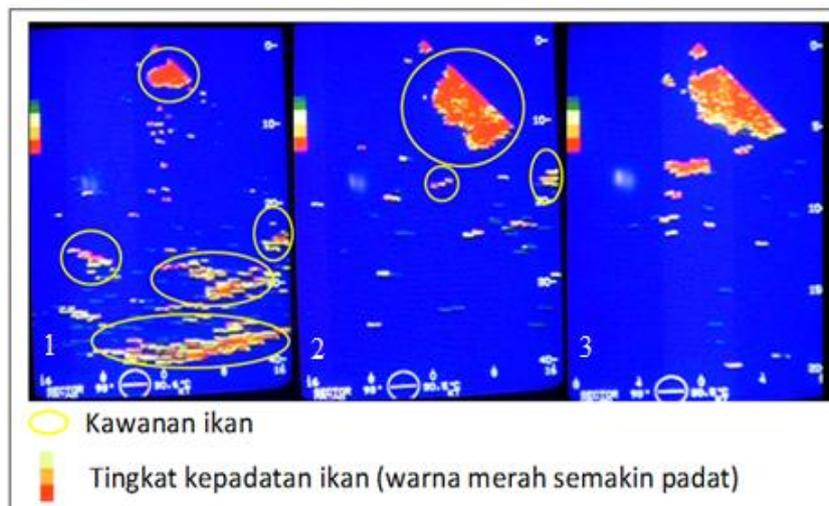
Keterangan: bagian atas: permukaan perairan, bagian bawah: dasar perairan, sisi kanan: lambung kanan bagan, dan sisi kiri: lambung kiri bagan.

Gambar 13. Pola kawanan ikan secara vertikal dimana lampu terluar dipadamkan.



Keterangan: bagian atas: permukaan perairan, bagian bawah: dasar perairan, sisi kanan: lambung kanan bagan, dan sisi kiri: lambung kiri bagan.

Gambar 14. Pola kawanan ikan secara vertikal dimana hanya satu lampu LED disetiap sisi yang dinyalakan.



Keterangan: bagian atas: permukaan perairan, bagian bawah: dasar perairan, sisi kanan: lambung kanan bagan, dan sisi kiri: lambung kiri bagan.

Gambar 15. Pola kawanan ikan secara vertikal dimana hanya satu lampu LED disetiap sisi yang dinyalakan.

Tabel 3. Waktu kedatangan, jarak dari sumber pencahayaan dan aktifitas ikan secara vertikal dengan menggunakan *side scan sonar colour*

Kawanan Ikan	Waktu kedatangan (menit)	Jarak dari sumber cahaya (meter)
❖ Lampu menyala semua Kawanan ikan di dasar perairan	0	>40
❖ Lampu terluar dipadamkan Kawanan kecil	180-210	20-30
❖ Lampu fokus yang menyala Kawanan ikan besar	210-225	0-20
❖ Lampu fokus diredupkan Kawanan ikan semakin membesar Kawanan ikan di bawah jaring ketika dilakukan hauling	225-240 >240	0-10 20-40

3.2. Pembahasan

Sebaran cahaya lampu LED yang lebih fokus karena sudut sebaran cahaya sekitar $123,75^\circ$ sehingga dapat menembus perairan yang lebih dalam, hal ini sesuai dengan tulisan Maxi-Signal (2015) bahwa lampu LED 80 watt memiliki medium beam (130°). LED *flood light* merupakan lampu yang sangat baik untuk menggantikan lampu pijar yang mempunyai biaya pemeliharaan dan operasional yang tinggi. Lampu LED yang mampu menembus perairan yang lebih dalam berindikasi juga dapat menarik perhatian ikan yang lebih jauh sehingga dapat menarik perhatian ikan yang jaraknya jauh dari sumber pencahayaan. Kemampuan lampu LED yang demikian inilah menyebabkan ikan yang jaraknya jauh dapat tertarik ke sumber pencahayaan. Kelebihan lampu LED yang dapat menembus perairan yang lebih jauh, juga mempunyai kelemahan yaitu jarak ikan jauh lebih dalam dari kedalaman bingkai jaring. Kelemahan ini dapat diatasi dengan meredupkan lampu LED pada saat dilakukan *hauling*.

Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang didapatkan bahwa sebaran cahaya lampu LED 80 watt sebanyak 20 unit lebih fokus dengan nilai terbesar 1096 lux pada sudut 168° dengan koefisien atenuasi lampu adalah 0,812 yaitu dengan persamaan $Y = 346.8526 x e^{0.81122856 x d}$ dapat menembus perairan 20

meter dengan nilai 5.20 lux. Hasil penelitian sudirman (2003) mengatakan bahwa iluminasi cahaya di bawah *platform* bagan rambo (bagan yang menggunakan 56 unit lampu merkuri 500 watt) menunjukkan iluminasi mencapai 5 lux. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hanya dengan menggunakan lampu LED 80 watt 20 unit dapat sebanding dengan penggunaan lampu merkuri 500 watt 56 unit dalam hal daya tembus cahaya ke dalam perairan.

Reaksi ikan terhadap cahaya berbeda-beda, seperti fototaksis positif, preferensi untuk intensitas optimum, *investigatory reflex*, mengelompok dan mencari makan di bawah cahaya serta disorientasi akibat kondisi buatan dari gradient intensitas di bawah air (Ben-Yami, 1987), sedangkan menurut pendapat Arimoto *et al.* (2010), perbedaan-perbedaan di dalam pengaturan lampu dianggap menggambarkan perilaku ikan dan alasan mengapa ikan tertarik kepada cahaya yaitu bergerombol untuk mencari makan, respon terkondisi dengan intensitas cahaya tinggi, perilaku keingintahuan dan perilaku sosial lainnya, fototaksis positif membuat ikan berorientasi ke sumber cahaya, intensitas cahaya optimum untuk mencari makan dan kegiatan lainnya, dan disorientasi dan imobilisasi karena tingkat cahaya yang tinggi dan di sekitarnya kondisi gelap. Reaksi ikan inilah yang dimanfaatkan untuk menangkap ikan dengan

menggunakan alat bantu cahaya, sehingga pergerakan ikan semakin ke permukaan dan masuk ke dalam area tangkapan alat tangkap yang digunakan.

Pergerakan ikan yang berbeda-beda terhadap sumber dari cahaya merupakan salah satu aspek yang perlu diketahui untuk meningkatkan hasil tangkapan. Pergerakan ikan yang mendekati sumber cahaya dikonsentrasikan dengan mengurangi intensitas cahaya dengan cara menggunakan satu lampu disetiap sisi bagan sebagai lampu fokus untuk mengkonsentrasikan ikan di *catchable area*. Pengkonsentrasian ikan hubungannya dengan pergerakan ikan yang berbeda terhadap sumber cahaya mengakibatkan perlakuan dalam mengkonsentrasikan ikan juga berbeda. Ikan teri, kembung dan tembang merupakan ikan yang menyenangi cahaya yang terang sehingga peredupan lampu tidak perlu maksimal. Sebaliknya ikan layang merupakan ikan yang menyenangi daerah pencahayaan yang tidak terlalu terang, sehingga dalam mengkonsentrasikannya haruslah dengan seredup mungkin dan peredupan lampu dilakukan sehalus mungkin agar ikan tidak terkejut. Hasil penelitian ini diperkuat oleh penelitian Sudirman (2003) bahwa ikan teri (*Stolephorus insularis*) menyenangi intensitas cahaya yang tinggi (35-45 lux), sedangkan ikan layang (*Decapterus ruselli*) sangat sensitif dengan cahaya sehingga cenderung berada pada iluminasi antara 0.2-5 lux, selanjutnya Tupamahu (2001) mengatakan bahwa ikan tembang (*Sardinella fimbriata*) menyenangi intensitas yang tinggi (10-100 lux) sedangkan ikan selar (*Megalaspis cordyla*) antara 100 lux sampai 200 lux.

Penarikan jaring dilakukan setelah ikan telah terkonsentrasi di sekitar lampu fokus dimana ikan telah teradaptasi sempurna oleh cahaya. Ikan yang telah beradaptasi sempurna dengan cahaya dapat mengakibatkan ikan tidak terlalu terpengaruh oleh proses pengangkatan bingkai jaring pada saat *haul*ing. Ikan yang tetap berada dalam lingkup bingkai bagan akan tertangkap dan ikan yang

berada di luar lingkup bingkai bagan akan lolos dari proses penangkapan.

Pola kedatangan ikan di sekitar sumber cahaya berbeda-beda, tergantung jenis dan keberadaan ikan di perairan. Jenis-jenis ikan yang tertangkap selama penelitian adalah ikan pelagis kecil yang sifatnya bergerombol. Jenis ikan yang dominan tertangkap adalah teri hitam (*Stolephorus insularis*), teri putih (*Stolephorus indicus*), layang (*Decapterus ruselli*), kembung lelaki (*Rastrelliger kanagurta*), tembang (*Sardinella fimbriata*), bete-bete atau peperek (*Leiognatus spp*) dan cumi-cumi (*Loligo spp*). Kelompok ikan lainnya yang tertangkap bagan petepete adalah ikan berukuran kecil yang tidak teridentifikasi, layur (*Lepturacanthus savala*), barakuda (*Sphyraena genie*), talang-talang (*Scomberoides lysan*), selar (*Megalaspis cordyla*), beronang lingkis (*Siganus canaliculatus*), japuh (*Dussumieria acuta*), barakuda obtuse (*Sphyraena obtusata*), dan lolosi merah (*Pterocaesio chrysozona*). Hasil penelitian yang sama dikemukakan oleh Sudirman (2003) dan Sulaiman (2006) bahwa hasil tangkapan utama bagan rambo (bagan yang ukurannya lebih besar dari bagan petepete) yang diope-rasikan di perairan Barru Selat Makassar adalah ikan teri, kembung, layang, tembang dan cumi-cumi.

Pengamatan dengan menggunakan *side scan sonar colour* tidak dapat mengetahui jenis ikan yang berada di perairan, namun pergerakan kawanan ikan yang ada di sekitar bagan dapat diketahui. Hasil pengamatan dengan menggunakan *side scan sonar colour* memperlihatkan bahwa kawanan ikan berenang mendatangi sumber cahaya dari berbagai arah dengan kedalaman yang berbeda, yaitu ada yang berenang pada kisaran kedalaman 20-30 meter dan ada pula yang berenang pada kisaran kedalaman yaitu 5-10 meter, hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Gambang *et al.* (2003) bahwa ikan pelagis kecil terdistribusi dikedalaman 15-60 meter. Perbedaan ini diindikasikan karena jenis ikan yang berbeda dan kedalaman rena-

ng ikan yang berbeda tergantung dari kondisi yang optimum ikan tersebut. Demikian pula respon ikan berbeda terhadap cahaya mengakibatkan pola pergerakan ikan mendekati cahaya juga berbeda.

Pola kedatangan ikan di sekitar pencahayaan ada yang langsung menuju sumber cahaya dan ada juga yang masih berada di sekitar sumber pencahayaan. Hal ini terjadi karena ketertarikan ikan berbeda-beda terhadap cahaya. Ikan-ikan yang pola kedatangannya tidak langsung masuk ke dalam sumber cahaya diindikasikan karena ingin mencari makan. Ikan yang tidak langsung mendatangi sumber cahaya adalah ikan predator yang mendatangi sumber cahaya karena mencari makan (Baskoro *et al.* 2011). Menurut Siebeck *et al.* (2015) bahwa ikan yang sangat kecil terdiri dari beberapa jenis ikan dalam tahap larva dari kebanyakan ikan laut menghabiskan hidupnya sampai beberapa minggu di lingkungan pelagis, di mana mereka harus menemukan makanan dan menghindari predator untuk bertahan hidup. Hal ini dapat terjadi karena pada perikanan *light fishing* yang tertarik langsung oleh cahaya umumnya ikan-ikan kecil.

Pola kedatangan ikan hubungannya dengan arah memperlihatkan bahwa ikan cenderung mendatangi sumber pencahayaan dari segala arah bagan. Hal ini dikarenakan ikan yang mendatangi sumber cahaya membutuhkan adaptasi dari suatu daerah yang baru. Hasil penelitian juga menunjukkan ikan telah ada di dasar perairan sebelum lampu dinyalakan. Ikan ini kemungkinan ikan dasar yang menetap di tempat tersebut. Keberadaan ikan pada saat setting ke-2 atau ke-3 telah berada di sekitar pencahayaan di sebabkan karena adanya ikan yang lolos dari tangkapan pada saat *hauling* pertama. Keberadaan ikan ini di sebabkan ikan yang berhasil meloloskan tidak meninggalkan lokasi bagan. Ikan-ikan ini diindikasikan adalah ikan yang berfototaksis positif dan telah beradaptasi dengan cahaya masih terus bergerak mendekati dan menjauhi dari sumber pada cahaya dikarenakan adanya predator ataupun adanya

gangguan lain seperti proses *hauling* yang dilakukan.

Hasil *side scan sonar colour* memperlihatkan ada yang tetap berada di sekitar sumber pencahayaan dan ada yang terus bergerak di sekitar sumber pencahayaan. Penyebaran ikan belum memperlihatkan pola yang tetap. Penyebaran ikan pada saat lampu LED masih dinyalakan semua memperlihatkan bahwa kawanan ikan masih cenderung berada di luar *catchable area*. Pada saat ini kawanan ikan masih terus mendatangi sumber pencahayaan.

Penyebaran kawanan ikan pada saat lampu luar bagan telah dimatikan terlihat semakin mendekati *catchable area*. Pada saat ini pola pergerakan ikan cenderung membentuk pola pergerakan yang teratur memutar (melingkari) sumber pencahayaan dimana ikan masih kadang-kadang bergerak agak menjauhi sumber pencahayaan kemudian mendekati lagi. Saat lampu yang berada di bawah bingkai bagan akan dipadamkan terlihat ikan semakin terkonsentrasi di sekitar *catchable area*, walaupun pada saat ini masih ada kawanan ikan yang terlihat meninggalkan lokasi pencahayaan dan ada pula yang mendekati sumber pencahayaan.

Penyebaran kawanan ikan di kedalaman perairan berada di sekitar waring bagan dan sekitar permukaan perairan. Ikan-ikan yang berada di sekitar waring bagan dan kolom perairan diindikasikan adalah ikan kembung, tembang dan layang. Hal ini sesuai dengan apa yang dikemukakan oleh Godø *et al.* (2004) bahwa sekitar 65 % ikan mackerel berada diantara permukaan sampai kedalaman 40 m, sedangkan ikan yang berada di sekitar permukaan adalah ikan teri yang merupakan ikan berfototaksis positif.

Saat *hauling* dimana hanya 1 lampu LED menyala di setiap sisi, pola penyebaran ikan di perairan sudah memiliki pola yang teratur. Pola penyebaran ikan berada di sekitar waring bagan dan tepat berada di bawah rangka bagan. Pola penyebaran seperti ini diindikasikan adalah pola penyebaran ikan teri yang berada di bawah rangka bagan, se-

dangkan ikan kembung dan tembang yang berada di sekitar bingkai bagan. Pola distribusi ikan ini membentuk pola *spherical* (bola) seperti yang dikemukakan oleh Misund *et al.* (2003).

Saat hauling telah selesai, masih terlihat kawanan ikan di sekitar bagan. Kawanan ikan ini diindikasikan adalah kawanan ikan yang dapat meloloskan diri dari cakupan bingkai jaring bagan dan ikan-ikan yang berada di luar *catchable area* tetapi tidak meninggalkan daerah bagan ketika pada saat *hauling* dilaksanakan. Ikan-ikan yang tidak tertangkap ada yang menjauhi bagan dan ada yang tetap berada di sekitar bagan. Diduga ikan yang tetap berada di daerah bagan adalah ikan-ikan yang menyenangi cahaya atau dengan kata lain berfototaksis positif seperti ikan teri dan tembang. Kemungkinan kedua adalah ikan predator yang datang memangsa ikan-ikan kecil yang stres akibat proses *hauling* sehingga dapat dengan mudah dimangsa seperti ikan kembung, layang, layur, selar, cumi-cumi dan barakuda.

IV. KESIMPULAN

Sebaran cahaya lampu LED 80 watt lebih fokus dengan nilai 1096 lux pada sudut 168° . Koefisien atenuasi lampu LED 80 watt dengan nilai 0,812 dengan persamaan $Y = 346.8526x e^{0.81122856 \times d}$. Hasil persamaan ini diperoleh bahwa pada kedalaman 20 meter lampu LED 5,2 lux.

Pola pergerakan kawanan ikan mendatangi pencahayaan berada pada kedalaman 5-10 meter adalah jenis ikan yang menyenangi intensitas cahaya yang tinggi seperti ikan teri, kembung dan tembang, dan yang berada pada kedalaman 20-30 m adalah ikan layang. Pola pergerakan ikan menuju permukaan di sekitar pencahayaan terjadi pada saat hanya lampu fokus menyala dan diredupkan secara perlahan selama 15 menit. Pola pergerakan kawanan ikan setelah proses penangkapan ada yang meninggalkan daerah pencahayaan dan ada yang tetap di daerah pencahayaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami sangat berterima kasih kepada H. Basri pemilik bagan petepete, nahkoda dan anak buah kapal “darahmuda” untuk kerja samanya selama penelitian. Penelitian ini sebagian dibiayai oleh Ditjen Dikti melalui bantuan beasiswa BPPS.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayodhya, A.U. 1981. Metode penangkapan ikan. Yayasan Dewi Sri. Bogor. 91p.
- Arimoto, T., C.W.Glass, and X. Zhang. 2010. Fish vision and its role in fish capture. *In*: Pingguo He (ed.). Behaviour of marine fish: capture processes and conservation challenges. 25-44pp.
- Baskoro, S.M. 1999. Capture process of the floated bamboo-platform liftnet with light attraction (Bagan). Dissertation. Course of Marine Sciences and Technology, College of Fisheries. Tokyo University. 149p.
- Baskoro, S.M., A.A. Taurusman, and Sudirman. 2011. Tingkah laku ikan hubungannya dengan ilmu dan teknologi perikanan tangkap. Lubuk Agung. Bandung. 258hlm.
- Ben-Yami, M. 1987. Fishing with light. Arrangement with the Agriculture Organization of the United Nation by Fishing News Books Ltd. Farnham, Surrey, England. 121p.
- Brandt's V. 2005. Fish catching methods of the world. 4th ed. Blackwell Publishing Ltd. England. 523p.
- Effendi, H. 2003. Telah kualitas air bagi pengelola sumberdaya dan lingkungan perairan. Kanisius Press. Yogyakarta. 259hlm.
- Gambang, A.C., H.B. Rajali, and D. Awang. 2003. Overview of biology and exploitation of the small pelagic fish resources of the EEZ of Sarawak, Malaysia. Fisheries Research Ins-

- titute Malaysia Serawak Bintawa. Kucing. 18p.
- Godø, O.R., V. Hjellvik, S.A. Iversen, A.S. lotte, E. Tenningen, and T. Torkelsen. 2004. Behaviour of mackerel school during summer feeding migration in the Norwegian Sea, as observed from fishing vessel sonars. *J. ICESJMS*, 61(7):1093-1099.
- Gustaman, G., F. Fauziyah, and I. Isnaini. 2012. Efektifitas perbedaan warna cahaya lampu terhadap hasil tangkapan bagan tancap di perairan Sungsang Sumatera Selatan. *Maspari J.* 4(1): 90-102.
- Haruna. 2010. Distribusi cahaya lampu dan tingkah laku ikan pada proses penangkapan bagan perahu di perairan Maluku Tengah. *J. Amanisal*, 1(1): 22-29.
- Hoar, W.S. and D.J. Randall. 1971. Fish physiology: Sensory systems and electric organs. Academic Press Inc. New York and London. 600p.
- Iskandar, M.D.H., A.U. Ayodhyua, D.R. Monintja, and I. Jaya. 2002. Analisis hasil tangkapan bagan bermotor pada tingkat pencahayaan yang berbeda di perairan Teluk Semangka Kabupaten Tanggamus. *Maritek*. 1(2):79-98.
- Maxi-Signal (2015). LED 80 watt flood light. Maxi_Signal Productsigna Co. Illionis.<http://www.maxi-signal.com/pdf/LED-Flood-Light-Flyer.pdf>. [9 Pebruari 2015].
- Mills, E., T. Gengnagel, and P. Wollburg. 2014. Solar-LED alternatives to fuel-based lighting for night fishing. *Energy Sustain Dev.*, 21(0):30-41. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.esd.2014.04.006>.
- Misund, O., J. Coetzee, P. Fréon, M. Gardener, K. Olsen, I. Svellingen, and I. Hampton. 2003. Schooling behaviour of sardine *sardinops sagax* in False bay, *South Africa*. *J. Mar. Sci.*, 25(1):185-193.
- Mitsugi, S. 1974. Fish Lamps. In Fishing Gear and Methods. Japan International Co. Agency, Government of Japan. 240p.
- Nikonorov, I.Ve. 1975. Interaction of fishing gear with fish aggregations. Keter Publishing House Jerusalem Ltd. Israel. 216p.
- Siebeck U.E., J. O'connor, C. Braun, and J.M Leis. 2015. Do human activities influence survival and orientation abilities of larval fishes in the ocean. *J. Integr. zool.*, 10(1):65-82.
- Sudirman. 2003. Analisis tingkah laku ikan untuk mewujudkan teknologi ramah lingkungan dalam proses penangkapan pada bagan rambo. Disertasi. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 307hlm.
- Sulaiman, M., J. Indra, dan S.M. Baskoro. 2006. Studi tingkah laku ikan pada proses penangkapan dengan alat bantu cahaya: Suatu pendekatan akustik. *Indonesia J. Mar. Sci.*, 11(1):31-36.
- Tupamahu, A., M.S. Baskoro, I. Jaya, and D.R. Monintja. 2001. Komparas adaptasi retina ikan tembang (*Sardinella fimbriata*) dan ikan selar (*Selar crumenophthalmus*) yang tertarik dengan cahaya lampu. *Bulletin PSP*, 10(1):65-74.
- Tupamahu, A. 2003. Studi tentang tingkah laku ikan tembang (*Sardinella fimbriata*) dan selar (*Selar crumenophthalmus*) di bawah cahaya lampu. Disertasi. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 120hlm.
- Wisudo, S.H., H. Sakai, S. Takeda, S. Akiyama, T. Arimoto, and T. Takayama. 2002. Total lumen estimation of fishing lamp by means of Rousseau diagram analysis with Lux measurement. *J. Fish Sci.*, 68(sup1):479480p.
- Diterima* : 17 Februari 2015
Direview : 22 Mei 2015
Disetujui : 8 Juni 2015

