

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jkpt>

ZONA AMAN PEMASANGAN ATRAKTOR CUMI-CUMI

SAFETY ZONE INSTALLATION OF SQUID ATTRACTORS

Danu Sudrajat[#], Muhammad Handri, Muhammad Hery Riyadi Alauddin, Hery Choerudin, Eli Nurlaela, dan Jaulim Sirait

¹Politeknik Ahli Usaha Perikanan

Jl. AUP Pasar Minggu, Jakarta Selatan

[#]E-mail: sudrajatwrb@gmail.com

(Diterima: 07 Juli 2022; Diterima setelah perbaikan: 14 September 2022; Disetujui: 14 September 2022)

ABSTRAK

Pembuatan atraktor cumi-cumi harus memperhatikan arus yang bekerja baik secara vertikal maupun horizontal dengan kecepatan maksimal 5 knot sebagaimana arus yang sesuai dengan kondisi cumi-cumi bertelur. Selanjutnya hasil perhitungan tersebut akan disesuaikan dengan hasil perhitungan daya tahan statis yang telah dibuat, sehingga kinerja atraktor dapat maksimal. Kecepatan arus maksimal yang dapat ditahan agar atraktor cumi-cumi tersebut tetap berdiri/tidak terguling disebut zona aman penempatan atraktor cumi-cumi di perairan. Tujuan penelitian ini adalah menentukan zona aman peletakan atraktor cumi-cumi di perairan terhadap masing-masing tipe atraktor cumi-cumi. Perhitungan daya tahan statis atraktor cumi-cumi dalam penelitian ini menggunakan 2 (dua) buah tipe atraktor cumi-cumi. Tipe pertama disebut Tipe 1 yaitu atraktor cumi-cumi pada bagian atas dan sisi kiri dan kanannya sedangkan tipe kedua disebut Tipe 2 hanya pada bagian atasnya saja yang diberikan penutup jaring waring PE 40%. Waktu pertama kali ditempatkan dalam perairan digambarkan dengan t_0 , sedangkan t_1 adalah yang telah ditempatkan selama 2 (dua) bulan. Atraktor cumi-cumi Tipe 2 perhitungan F dan C_d akan mengikuti perhitungan sebagai terumbu yang mana dilakukan dengan mengikuti prosedur Nakamura. Selanjutnya untuk Tipe 1 perhitungan jaring F dan C_d mengacu pada Puspito yaitu untuk rumus tahanan jaring dengan C_d jaring sebesar 1,4. Hasil perhitungan tersebut menyatakan zona aman peletakan atraktor cumi-cumi di perairan Tipe 1 untuk t_0 pada 0,37 m/s dan t_1 pada 0,27 m/s, sedangkan Tipe 2 untuk t_0 pada 1,34 m/s dan t_1 pada 1,26 m/s.

KATA KUNCI: Atraktor cumi-cumi, zona aman

ABSTRACT

The manufacture of squid attractors must pay attention to currents that work both vertically and horizontally with a maximum speed of 5 knots as the current is in accordance with squid laying eggs. Furthermore, the results of these calculations will be adjusted to the results of the calculation of the static endurance that has been made, so that the performance of the attractor can be maximized. The maximum current speed that can be restrained so that the squid attractor remains standing/slipping is called the safety zone for placing the squid attractor in the waters. The purpose of this study was to determine the safety zone for placing squid attractors in the waters for each type of squid attractor. Calculation of squid attractor static resistance in this study used 2 (two) types of squid attractor. The first type is called Type 1, which is a squid attractor on the top and the left and right sides, while the second type is called Type 2, only on the top that is given a 40% PE net cover. The time it was first placed in the waters is represented by t_0 , while t_1 is the one that has been placed for 2 (two) months. Type 2 squid attractor calculations for F and C_d will follow the calculation as reef which was carried out following the Nakamura procedure. Furthermore, for Type 1, the calculation of nets F and C_d refers to Puspito, with a net C_d of 1.4. The results of these calculations indicate the safety zone for placing squid attractors in Type 1 waters for t_0 at 0.37 m/s and t_1 at 0.27 m/s, while Type 2 is for t_0 at 1.34 m/s and t_1 at 1.26 m/s.

KEYWORDS: safety zone, squid attractor

[#] Korespondensi: Teknologi Penangkapan Ikan, Politeknik Ahli Usaha Perikanan
E-mail: sudrajatwrb@gmail.com

PENDAHULUAN

Atraktor cumi-cumi berfungsi sebagai *artificial reef* yang menjadi daerah baru bagi tempat ikan, karang lunak dan makroalga sehingga menjadi suatu ekosistem baru di suatu perairan (Baskoro, 2017), maka persyaratan bahan yang dipergunakan terutama kerangka atraktor cumi-cumi harus memenuhi persyaratan dasar material terumbu karang buatan (Sudrajat, 2019). Persyaratan dasar material untuk terumbu buatan antara lain adalah kuat dan tahan lama di laut, mudah dibentuk dalam berbagai spesifikasi dan stabil, tidak membahayakan lingkungan, dapat berfungsi dengan baik dan ekonomis (Reppie, 2006). *Concrete* merupakan salah satu material yang hampir memenuhi semua persyaratan tersebut sehingga paling umum digunakan untuk konstruksi terumbu buatan (Murdock & Brook, 1999). Desain dan konstruksi terumbu buatan akan meningkatkan efektivitas dari struktur dan material yang digunakan untuk terumbu buatan (Collins *et al.* 1995).

Terumbu buatan adalah suatu struktur bangunan buatan manusia yang ditempatkan di dasar perairan menyerupai terumbu karang alami, berfungsi sebagai habitat tempat berlindung, mencari makan dan berkembang biak dari berbagai biota ikan yang produktif (Reppie, 2006; Rembet *et al.* 2011; Alwi, *et al.* 2020). Pembuatan terumbu buatan merupakan suatu rekayasa struktur bangunan yang sengaja diturunkan ke laut untuk menyerupai habitat ikan yang bertujuan mengubah perairan yang sepi ikan menjadi ramai ikan (Setiawan, 2014). Terumbu buatan berguna untuk memproteksi daerah pemijahan dan asuhan ikan (Rahman *et al.* 2020). Ekosistem terumbu karang memiliki peranan penting bagi biota asosiasi yang hidup di sekitarnya (Zamani, 2015; Puspitasari, *et al.* 2019; Zurba, 2019). Reppie (2006) menyatakan tentang beberapa karakteristik fisik yang diperlukan untuk mendukung keberhasilan terumbu di dasar laut adalah: 1) kemampuan menahan gaya-gaya hidrodinamik, 2) sedimen dasar mampu menompang berat struktur terumbu pada berbagai kondisi hidrodinamik, 3) tetap mempertahankan keutuhan struktur terumbu, dan 4) material terumbu tidak memberikan dampak negatif terhadap lingkungannya. Gaya-gaya hidrodinamik seperti arus dan gelombang sangat berpengaruh terhadap stabilitas dan keutuhan struktur (Siti *et al.*, 2018). Persyaratan terumbu menurut Shimomura (1982) menekankan tiga persyaratan utama yaitu: struktur harus kuat dalam proses konstruksi dan setelah penempatan, struktur harus stabil terhadap gelombang dan arus, struktur tidak hilang fungsinya karena erosi atau terbenam sedimen.

Atraktor cumi-cumi adalah bagian dari terumbu karang buatan, sehingga pembuatan atraktor cumi-

cumi harus mengikuti persyaratan terumbu karang buatan tersebut (Sudrajat, 2019a; Sudrajat, 2019b). Gaya arus dan gaya gelombang yang bekerja di lokasi penempatan terumbu karang sangat mempengaruhi keberhasilan terumbu tersebut (Vik, 1982; Sato, 1985; Grove & Sonu, 1985; Suryono, *et al.*, 2021). Keberhasilan gaya-gaya tersebut jika berlebihan akan menyebabkan pengikisan atau erosi sedimen dasar dan memindahkan struktur terumbu. Menurut Sheng (2000) dan Nuzul, *et al.* (2018) arus yang bekerja pada unit terumbu akan menciptakan gaya-gaya hidrodinamika yang dapat mengakibatkan unit terumbu buatan tersebut berpindah, terbenam atau tertimbun sedimen, dan berkurangnya kapasitas *weight-bearing* di dasar perairan.

Perhitungan gaya statis atraktor cumi-cumi ini perlu diketahui untuk kestabilan atraktor cumi-cumi di dasar perairan. Pembuatan atraktor cumi-cumi harus memperhatikan arus yang bekerja pada daerah tersebut, yang selanjutnya akan disesuaikan dengan hasil perhitungan daya tahan statis yang telah dibuat, sehingga kinerja atraktor dapat maksimal. Kecepatan arus maksimal yang dapat ditahan agar atraktor cumi-cumi tersebut tetap berdiri/tidak terguling (*slipping*) disebut zona aman (*safety zone*) penempatan atraktor cumi-cumi di perairan. Tujuan penelitian ini adalah menentukan zona aman (*safety zone*) peletakan atraktor cumi-cumi di perairan terhadap masing-masing tipe atraktor cumi-cumi.

BAHAN DAN METODE

Atraktor Cumi-cumi

Atraktor cumi-cumi yang dipergunakan dalam penelitian ini berbentuk kubus di mana kerangka atraktor cumi-cumi terbuat dari pipa PVC berdiameter 2 inci. Rancang bangun atraktor cumi-cumi berbahan pipa PVC terdiri dari beberapa kerangka, yaitu kerangka bagian bawah, bagian atas dan bagian tiang. Kerangka atraktor tersebut diberikan 2 (dua) perlakuan isi dalam pipa yaitu yang berisi cor semen dan berisi air. Bagian pipa PVC yang diberikan cor semen hanya pada bagian bawah yang berguna juga sebagai pemberat. Selanjutnya kerangka bagian tiang dan atas atraktor cumi-cumi diberikan lubang untuk air laut masuk ke dalam pipa PVC. Dimensi atraktor cumi-cumi berbahan pipa PVC ($p \times l \times t$) adalah 109 cm x 77 cm x 59 cm. Atraktor cumi-cumi berbahan pipa PVC dalam gambar 3D dan bahan yang dibutuhkan dalam 1 buah atraktor sebagaimana Gambar 1.



Keterangan: (1) Pipa PVC Ø 2 inch panjang 250 mm, dilubangi untuk masuk air laut.
 (2) Penutup atraktor cumi-cumi menggunakan jaring waring PE 40%.
 (3) Tali atraktor cumi-cumi berbahan tali ijuk Ø 1 cm
 (4) Pipa PVC Ø 2 inch panjang 450 mm, dilubangi untuk masuk air laut.
 (5) Pipa PVC yang diberi cor semen Ø 2 inch panjang 250 mm

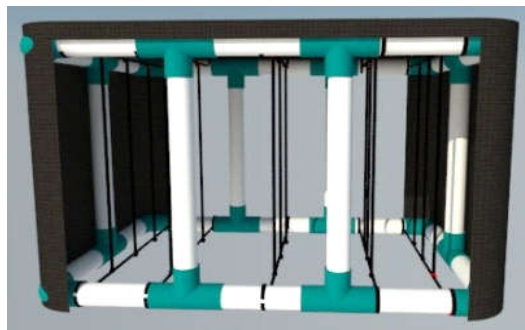
Gambar 1. Desain 3D atraktor cumi-cumi berbahan pipa PVC berdiameter 2 inch

Figure 1. 3D design of squid squid attractor made of PVC pipe with a diameter of 2 inches

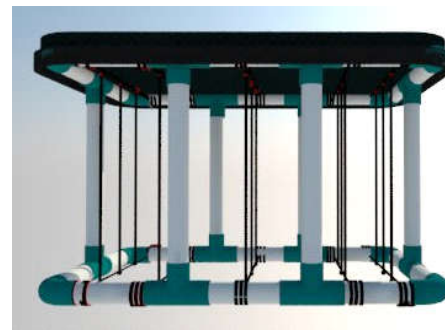
Desain Penelitian

Perhitungan daya tahan statis atraktor cumi-cumi dalam penelitian ini menggunakan 2 (dua) buah tipe atraktor cumi-cumi. Tipe pertama disebut Tipe 1 yaitu atraktor cumi-cumi pada bagian atas dan sisi kiri dan kanannya diberi penutup jaring waring PE 40% (Gambar 2a). Tipe kedua disebut Tipe 2 yaitu atraktor cumi-cumi pada bagian atasnya saja yang diberikan penutup

jaring waring PE 40% (Gambar 2b). Penggunaan Jaring PE 40% tersebut untuk menahan/melindungi cahaya matahari. Posisi pada gambar tersebut juga menggambarkan bagian depan dan sisi atraktor cumi-cumi, yang mana bagian ini yang menjadi bagian untuk perhitungan Gaya hidrodinamika (F) dan *Drag coefficient* (C_d).



(a)



(b)

Gambar 2. Atraktor cumi-cumi Tipe 1 (a), Atraktor Cumi-cumi Tipe 2 (b)

Figure 2. Squid Attractor Type 1 (a), Squid Attractor Type 2 (b)

Pengumpulan Data

Data-data yang dibutuhkan dalam perhitungan daya tahan statis atraktor cumi-cumi antara lain berat, ukuran serta ukuran dari masing-masing penyusun atraktor. Pengukuran panjang, diameter dan berat penyusun atraktor dilakukan secara manual dan disesuaikan dengan literatur terutama ukuran PVC. Selanjutnya untuk data Koefisien tahanan/gaya gesek (*Drag coef-*

ficient), densitas air laut, Koefisien friksi, dan Koefisien non-dimensi didapatkan berdasarkan literatur. Data yang dibutuhkan sebagaimana disajikan dalam Tabel 1, untuk menghitung gaya hidrodinamika dan menghitung berat unit terumbu agar tidak tergelincir (*slipping*).

Tabel 1. Data dan analisis gaya pada atraktor cumi-cumi
 Table 1. Data and force analysis on squid attractors

| Tujuan Penelitian | Jenis Data | Cara Pengumpulan Data | Analisis |
|--|--|--|---------------------|
| Menentukan zona aman (<i>safety zone</i>) peletakan atraktor cumi-cumi | Nilai Gaya hidrodinamika (F) <ul style="list-style-type: none"> • Berat atraktor • Densitas atraktor • Dimensi atraktor • Bidang tahanan air • Diameter benang jaring • Panjang kaki mata jaring • Densitas air laut • Koefisien friksi • Koefisien non-dimensi | Persamaan matematik Pengukuran langsung Persamaan matematik Pengukuran langsung Persamaan matematik Pengukuran langsung Pengukuran langsung Literatur Literatur Literatur | Analisis komparatif |

Analisis Data

Atraktor cumi-cumi secara garis besar tersusun atas 3 (tiga) bagian dasar, yaitu: pipa PVC, tali, dan jaring. Ketiga bagian tersebut akan mempengaruhi perhitungan Gaya hidrodinamika (F) dan *Drag coefficient* (C_d). Jaring pada bagian penutup atraktor cumi-cumi dianggap bernilai nol, karena hanya gaya arus horizontal yang dilakukan perhitungan.

Arus yang dihitung dalam penelitian ini hanya arus horizontal yang menerpa atraktor cumi-cumi. Atraktor cumi-cumi Tipe 2 perhitungan F dan C_d akan mengikuti perhitungan sebagai terumbu karena akan dihitung kerangka pipa PVC dan tali yang diasumsikan berbentuk tabung. Perhitungan gaya hidrodinamika atraktor cumi-cumi Tipe 2 mengikuti gaya hidrodinamika terumbu, yang mana dilakukan dengan mengikuti prosedur Nakamura (1982). Gaya arus terhadap terumbu diperoleh dengan rumus:

$$F = \frac{1}{2} \rho v^2 A C_d \dots\dots\dots (1)$$

dengan

- F = Gaya hidrodinamika (kg m/s²)
- A = Bidang terumbu yang menerima tahanan air (*right angle shadow*) (m)
- ρ = Densitas air laut (kg/m³)
- v = Kecepatan arus (m/s)
- C_d = Koefisien tahanan/gaya gesek (*Drag coefficient*)

Besar *Drag coefficient* (C_d) dari pipa PVC dan tali atraktor, tergantung dari bilangan Reynold (Rn) dan faktor-faktor lain. Bilangan Reynold (Rn) merupakan salah satu bilangan tak berdimensi yang paling penting dalam mekanika fluida yaitu rasio antara gaya inersia ($v\rho$) terhadap gaya viskos (μ/L) yang mengkuantifikasikan hubungan kedua gaya tersebut dengan suatu kondisi aliran tertentu. Bilangan ini digunakan untuk mengidentifikasi jenis aliran yang

berbeda misalnya laminar dan turbulen. Rumus bilangan Reynold (Rn) umumnya diberikan sebagai berikut :

$$Re = \frac{L v_s}{\mu} = \frac{L v_s}{\nu} = \frac{\text{Gaya inersia}}{\text{Gaya viskos}} \dots\dots\dots (2)$$

dengan :

- v_s = Kecepatan fluida
- L = Panjang karakteristik
- μ = Viskositas absolut fluida dinamis
- ν = Viskositas kinematik fluida ; $\nu = \mu/\rho$
- ρ = Kerapatan (densitas fluida)

Hakekatnya pipa PVC dan tali berbentuk seperti silender/tabung yang panjang. *Drag coefficient* (C_d) benda yang memiliki bentuk beraturan seperti silinder, dapat dihitung dengan menggunakan formula Munson, *et al.* (2003). Rumus perhitungan *Drag coefficient* (C_d) yaitu :

$$C_d = \frac{0.075}{(\log R_n - 2)^2} \dots\dots\dots (3)$$

Selanjutnya atraktor Tipe 1 perhitungan F dan C_d selain perhitungan sebagai terumbu akan ditambahkan dengan perhitungan terhadap jaringnya. Penambahan perhitungan terhadap jaring, karena pada atraktor Tipe 1 terdapat jaring pada kedua sisi yang secara vertikal menutupi badan atraktor. Perhitungan jaring F dan C_d mengacu pada Puspito (2009) yaitu untuk rumus tahanan jaring menggunakan formula di bawah dengan C_d jaring sebesar 1.4. Hal itu dikarenakan posisi jaring tegak lurus terhadap atraktor cumi-cumi, maka ketika posisi alat tegak lurus terhadap aliran air atau sudut kejadian $\alpha = 90^\circ$, tahanan drag mencapai maksimum dan tahanan lift mencapai minimum.

$$F_d = C_d \rho V^2 (D/m_j) L H \dots\dots\dots (4)$$

dengan

- F_d = F = Gaya hidrodinamika (kg m/s²)
 D_t = Diameter benang jaring (m)
 m_s = Panjang kaki mata jaring (m)
 L_s = Lebar jaring (m)
 H = Tinggi jaring (m)
 ρ = Densitas air laut (kg/m³)
 v = Kecepatan arus (m/s)
 C_d = Koefisien tahanan/gaya gesek (*Drag coefficient*)

Selanjutnya menghitung berat unit terumbu agar tidak tergelincir (*slipping*) adalah :

$$W > \frac{F}{\mu \left(1 - \frac{\rho}{\sigma}\right)} \dots\dots\dots (5)$$

dengan

- W = Berat terumbu (dalam air) (kg)
 F = Gaya hidrodinamika terhadap terumbu (kg m/s²)
 μ = Koefisien friksi antara terumbu dengan dasar perairan
 σ = Densitas terumbu (kg/m³)
 ρ = Densitas air laut (kg/m³)

HASIL DAN BAHASAN

Berat atraktor cumi-cumi bervariasi, kemungkinan ini terjadi karena perbedaan kerapatan cor semen yang dimasukkan ke dalam tabung pipa PVC. Enam belas buah atraktor yang dibuat selama penelitian didapatkan berat yang paling ringan yaitu 17,28 kg dan berat yang terberat 20,24 kg. Berat tipe atraktor Tipe 1 dan Tipe 2 tidak ada perbedaan, dikarenakan berat jaring yang

dipakai tidak signifikan penambahan beratnya. Berat yang dipakai dalam penelitian ini adalah berat teringan yaitu sebesar 17,28 kg.

Berat sebesar 17,28 kg adalah berat atraktor cumi-cumi di udara, sedangkan berat atraktor cumi-cumi di air menjadi 28,28 kg. Hal ini terjadi karena pada kerangka bagian tiang dan kerangka bagian atas atraktor terisi air pada bagian dalam pipa. Berat air yang masuk ke dalam pipa-pipa tersebut sebesar 11,0 kg. Selanjutnya dengan berat atraktor cumi-cumi di air sebesar 28,28 kg, maka didapat densitas terumbu sebesar 1454 kg/m³. Beberapa parameter atraktor cumi-cumi yang dipergunakan untuk memprediksi gaya hidrodinamika (F) antara tipe atraktor cumi-cumi sebagaimana Tabel 2.

Gaya hidrodinamika yang bekerja pada atraktor cumi-cumi hanya dihitung terhadap gaya horizontal terhadap atraktor cumi-cumi. Hidrodinamika merupakan cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari gerak liquid atau gerak fluida cair khususnya gerak air hidrodinamika merupakan salah satu aspek yang sangat berpengaruh terhadap proses-proses yang terjadi di pantai terutama gelombang dan arus (Putra *et al.*, 2018). Gaya hidrodinamika akan menerpa pada bagian depan araktor dan bagian sisi atraktor. Gaya

Tabel 2. Parameter atraktor cumi-cumi berbahan pipa PVC

Table 2. Parameters of squid attractor made from PVC pipe

| Parameter | Atraktor cumi-cumi | |
|--|-----------------------|-----------------------|
| | Tipe 1 | Tipe 2 |
| Berat struktur (di udara), W (kg) | 17.28 | 17.28 |
| Berat struktur (di air), W (kg) | 28.28 | 28.28 |
| Densitas trumbu, σ (minimal) (kg/m ³) | 1454.00 | 1454.00 |
| Diameter benang jaring, D_t (m) | 2.50×10^{-4} | 2.5×10^{-4} |
| Panjang kaki mata jaring, m_s (m) | 4.00×10^{-3} | 4.00×10^{-3} |
| Bidang tahanan air, A (m ²) (t_0) | 0.55 | 0.37 |
| Bidang tahanan air, A (m ²) atraktor dalam 2 bulan (t_1) | 0.59 | 0.41 |
| Densitas air laut, P (kg/m ³) | 1025.00 | 1025.00 |
| Koefisien friksi, μ | 0.50 | 0.50 |
| Koefisien non-dimensi, K_1 ¹⁾ | 0.48 | 0.48 |

¹⁾ $K_1 = 0.48$ untuk struktur bentuk kubus atau persegi dengan arus tegak

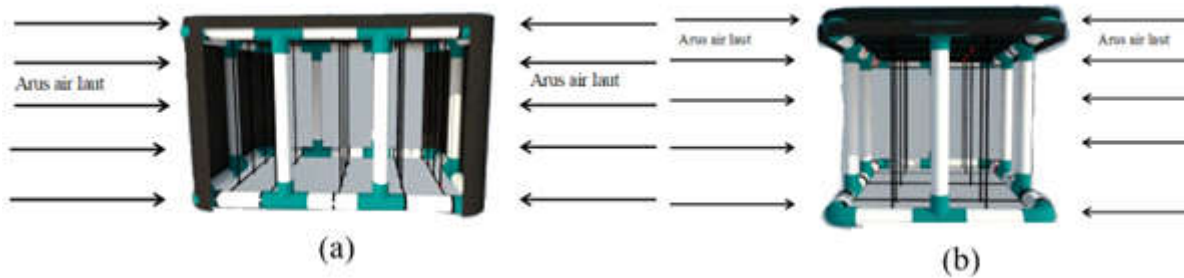
²⁾Luasan waring sebesar 0.29 m²

³⁾Luasan waring sebesar 0.29 m² dan telah mengalami kerapatan sebesar 50%

hidrodinamika yang dihitung adalah luas bidang tahanan yang terbesar pada masing-masing atraktor cumi-cumi. Luas bidang tahanan terluas pada atraktor Tipe 2 berada pada depan sebagaimana Gambar 3a. Selanjutnya luas bidang tahanan pada atraktor Tipe 1 berada pada arah sisi yang terdapat jaring PE 40% pada bagian sisi atraktor (Gambar 3a). Nilai luas bidang tahanan air (A) atraktor Tipe 2 sebesar 0.37 m², sedangkan atraktor Tipe 1 sebesar 0.55 m². Perbedaan luas tahanan air (A) ini yang secara signifikan akan membedakan hasil nilai gaya hidrodinamika antara tipe

atraktor cumi-cumi.

Atraktor cumi-cumi yang ditempatkan pada perairan, dalam waktu lama akan ditempeli bunga karang dan tumbuhan laut dari jenis alga dan lumut. Alga, lumut dan lain-lain yang menempel pada atraktor cumi-cumi akan memperbesar diameter pipa dan tali atraktor. Waktu pertama kali atraktor cumi-cumi ditempatkan dalam perairan digambarkan dengan t_0 , sedangkan t_1 adalah atraktor yang telah ditempatkan selama 2 (dua) bulan di perairan. Atraktor cumi-cumi



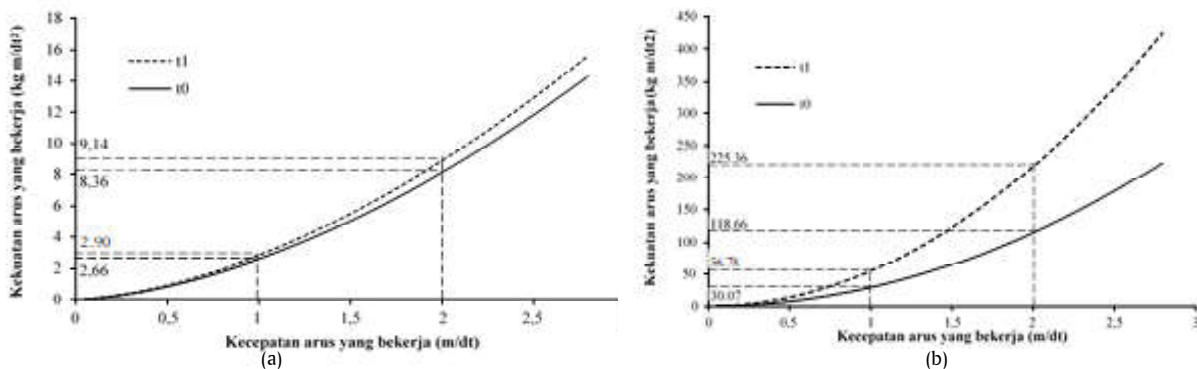
Gambar 3. Arah arus air laut yang menimpa bidang tahanan terbesar pada Tipe 1 (a) dan Tipe 2 (b)
 Figure 3. The direction of the sea water currents that hit the largest resistance field in Type 1 (a) and Type 2 (b)

yang telah ditempatkan pada perairan selama 2 (dua) bulan akan menambah ketebalan kerangka, tali dan jaring atraktor. Penebalan pada kerangka dan tali tersebut sekitar 2 mm sedangkan luasan mata jaring berkurang 50 %. Penambahan luas bidang tahanan air (A) pada t_1 untuk Tipe 2 sebesar $0,41 \text{ m}^2$, sedangkan A Tipe 1 sebesar $0,59 \text{ m}^2$ ditambah kerapatan pada jaring sebesar 50%.

Hasil perhitungan gaya hidrodinamika (F) atraktor cumi-cumi Tipe 2 digambarkan dalam Gambar 4a. Atraktor cumi-cumi pada saat t_0 dengan kecepatan arus sebesar 1 m/s akan menerima F sebesar $2,66 \text{ kg m/s}^2$, sedangkan pada saat t_1 dengan arus yang sama akan menerima F sebesar $2,90 \text{ kg m/s}^2$. Selanjutnya jika

kecepatan arus dinaikkan menjadi 2 m/s , maka atraktor cumi-cumi pada saat t_0 akan menerima F sebesar $8,36 \text{ kg m/s}^2$, sedangkan pada saat t_1 akan menerima F sebesar $9,14 \text{ kg m/s}^2$. Rata-rata peningkatan gaya hidrodinamika antara t_0 dan t_1 dalam setiap peningkatan arus sebesar $0,05 \text{ m/s}$ sebesar $8,41\%$.

Selanjutnya hasil perhitungan gaya hidrodinamika (F) atraktor cumi-cumi Tipe 1 digambarkan dalam Gambar 4b. Atraktor cumi-cumi pada saat t_0 dengan kecepatan arus sebesar 1 m/s akan menerima F sebesar $30,07 \text{ kg m/s}^2$, sedangkan pada saat t_1 dengan arus yang sama akan menerima F sebesar $56,78 \text{ kg m/s}^2$. Selanjutnya jika kecepatan arus dinaikkan menjadi 2 m/s , maka atraktor cumi-cumi pada saat t_0 akan menerima F sebesar $118,66 \text{ kg m/s}^2$,



Gambar 4. Gaya hidrodinamika (F) atraktor cumi-cumi Tipe 2 (a) dan Tipe 1 (b) dengan waktu penempatan t_0 dan t_1

Figure 4. Hydrodynamic force (F) of Type 2 (a) and Type 1 (b) squid attractors with placement times t_0 and t_1

sedangkan pada saat t_1 akan menerima F sebesar $225,46 \text{ kg m/s}^2$. Rata-rata peningkatan gaya hidrodinamika antara t_0 dan t_1 dalam setiap peningkatan arus sebesar $0,05 \text{ m/s}$ sebesar $88,44\%$. Gaya hidrodinamika (F) Tipe 1 lebih besar dari pada Tipe 2 pada saat t_0 dan t_1 , karena adanya waring pada atraktor Tipe 1. Bagian yang memiliki tahanan hidrodinamik terbesar pada atraktor cumi-cumi adalah jaring sebagai penutup atraktor.

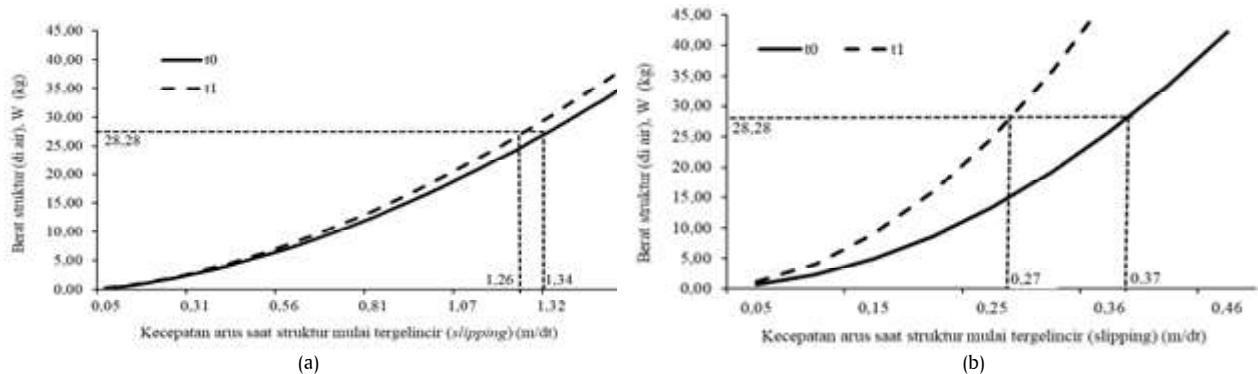
Berat struktur atraktor cumi-cumi Tipe 2 di udara sebesar $17,28 \text{ kg}$ atau di air sebesar $28,28 \text{ kg}$ mulai tergelincir (*slipping*) pada kecepatan arus sebesar $1,26 \text{ m/s}$ untuk waktu

penempatan t_0 dan sebesar $1,34 \text{ m/s}$ untuk waktu penempatan t_1 . Grafik berat atraktor cumi-cumi Tipe 2 berbahan pipa PVC dengan waktu penempatan t_0 dan t_1 saat mulai tergelincir (*slipping*) disajikan dalam Gambar 5a. Penambahan berat atraktor cumi-cumi akan menambah kecepatan arus yang dapat ditahan oleh atraktor agar tidak tergelincir (*slipping*). Begitu pula sebaliknya, dengan pengurangan berat pada atraktor cumi-cumi, maka akan mengurangi kemampuan atraktor dalam menahan arus yang menyimpannya.

Selanjutnya berat struktur atraktor cumi-cumi Tipe

1 di air sebesar 28,28 kg mulai tergelincir (*slipping*) pada kecepatan arus sebesar 0,27 m/s untuk waktu penempatan t_0 dan sebesar 0,37 m/s untuk waktu penempatan t_1 . Grafik berat atraktor cumi-cumi Tipe 1 berbahan pipa PVC dengan waktu penempatan t_0 dan t_1

saat mulai tergelincir (*slipping*) disajikan dalam Gambar 5b. Sebagaimana atraktor Tipe 2 dengan penambahan berat atraktor cumi-cumi akan menambah kecepatan arus yang dapat ditahan oleh atraktor agar tidak tergelincir (*slipping*) begitu pula sebaliknya. Kemampuan atraktor



Gambar 5. Grafik berat atraktor cumi-cumi Tipe 2 (a) dan Tipe 1 (b) berbahan pipa PVC dengan waktu penempatan t_0 dan t_1 saat mulai tergelincir (*slipping*)

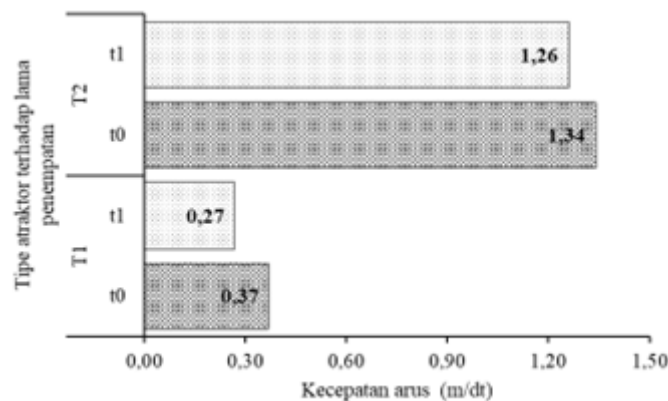
Figure 5. Graph of the weight of Type 2 (a) and Type 1 (b) squid attractors made of PVC pipe with placement times t_0 and t_1 when they start to slipping

Tipe 1 untuk menahan arus agar tidak tergelincir (*slipping*) lebih kecil dari pada atraktor Tipe 2 dikarenakan adanya jaring pada bagian sisi atraktor. Jaring pada sisi atraktor akan menerima tahanan arus lebih besar dari pada sisi yang tanpa jaring. Hal tersebut sesuai dengan yang digambarkan pada gaya hidrodinamika (F) atraktor cumi-cumi Tipe 1.

sesuai dengan tempat yang disukai cumi-cumi bertelur yaitu kecepatan arus kurang dari 0,50 knot (0,25 m/s), sebagaimana yang dikatakan Baskoro *et al.* (2011) arus pada lokasi penempatan atraktor cumi-cumi tidak lebih dari 0,50 knot (0,25 m/s).

Kecepatan arus yang dapat diterima atraktor Tipe 1 dan Tipe 2 agar tidak tergelincir (*slipping*) dengan berat atraktor di air sebesar 28,28 kg digambarkan dalam Gambar 6. Arus yang dapat ditahan oleh Tipe 1 pada t_0 sebesar 0,37 m/s dan pada t_1 sebesar 0,27 m/s. Sedangkan arus yang dapat ditahan oleh Tipe 2 pada t_0 sebesar 1,34 m/s dan pada t_1 sebesar 1,26 m/s. Kecepatan arus agar tidak tergelincir (*slipping*) pada atraktor berbahan pipa PVC yang dapat diterima tersebut, masih

Kecepatan arus yang dapat diterima atraktor agar tidak tergelincir (*slipping*), adalah zona aman (*safety zone*) untuk penempatan atraktor cumi-cumi pada suatu daerah. Penempatan atraktor cumi-cumi akan aman diletakkan pada daerah yang arusnya kurang dari kemampuan yang dapat ditahan oleh atraktor. Selanjutnya akan tidak aman (akan tergelincir atau bahkan hilang) jika diletakkan pada arus yang diluar kemampuan yang dapat ditahan oleh atraktor. Zona aman penempatan atraktor cumi-cumi Tipe 2 sebagaimana Gambar 7a dan Tipe 1 sebagaimana



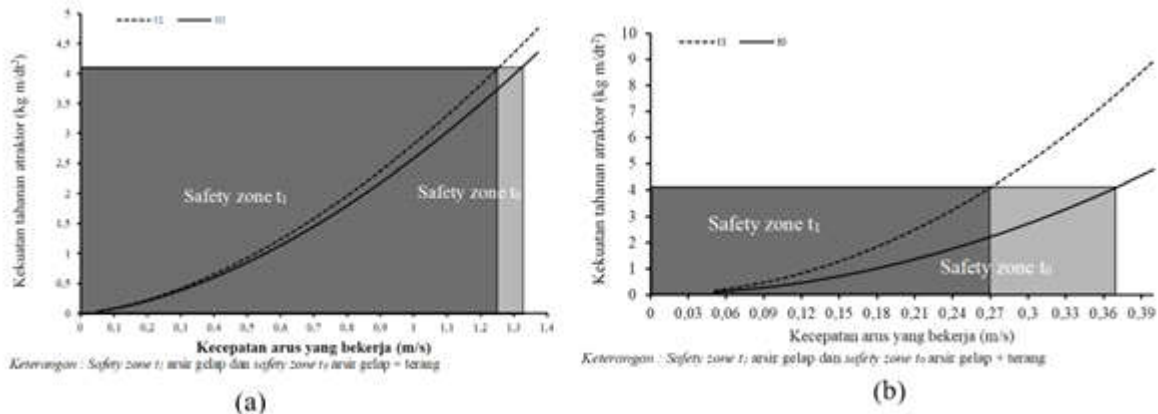
Gambar 6. Kecepatan arus yang dapat ditahan oleh atraktor cumi-cumi agar tidak tergelincir (*slipping*) dengan waktu penempatan t_0 dan t_1 dengan berat atraktor di air sebesar 28,28 kg

Figure 6. The current speed that can be held by the squid attractor so as not to slip (*slipping*) with the placement time t_0 and t_1 with the weight of the attractor in the water of 28.28 kg

Gambar 7b. Zona aman (*safety zone*) t_0 lebih luas dibandingkan t_1 untuk semua tipe atraktor cumi-cumi, berbanding lurus dengan gaya hidrodinamika yang bekerja pada atraktor cumi-cumi tersebut.

Pemilihan penempatan peletakan atraktor cumi-cumi, harus memperhatikan arus pada daerah tersebut, apakah termasuk zona aman (*safety zone*)

untuk peletakan atraktor cumi-cumi. Selanjutnya, jika arus pada daerah tersebut tiba-tiba melebihi batas zona aman (*safety zone*), maka atraktor cumi-cumi harus segera diangkat agar tidak hilang. Kedua tipe atraktor cumi-cumi berbahan pipa PVC dalam peletakannya telah sesuai dengan kecepatan rata-rata arus di Palabuhanratu. Kecepatan arus pada musim barat di



Gambar 7. Zona aman (*safety zone*) penempatan atraktor cumi-cumi Tipe 2 (a) dan Tipe 1 (b)

Figure 7. *Safety zone for placement of Type 2 (a) and Type 1 (b) squid attractors*

teluk Palabuhanratu pada bulan Januari didapatkan kecepatan rata-rata arus adalah 0,21 m/s dengan kecepatan maksimum sebesar 0,42 m/s (Zibar, 2017). Senada yang dikatakan Nugraha dan Surbakti (2009) yaitu massa air di teluk Palabuhanratu akan bergerak ke luar teluk dengan kecepatan maksimum 0,48 m/s.

Zona aman (*safety zone*) atraktor cumi-cumi tersebut dapat ditingkatkan dengan cara pengurangan daya hidrodinamika (F) pada jaring/waring atau dengan peningkatan koefisien friksi antara terumbu dengan dasar perairan (λ). Pengurangan daya hidrodinamika (F) pada jaring/waring dengan memberikan beberapa sobekan pada jaring. Sedangkan peningkatan Koefisien friksi antara terumbu dengan dasar perairan (λ) dengan pemberian besi pada bagian dasar atraktor, yang berguna untuk menancapkan atraktor pada dasar perairan. Pengurangan daya hidrodinamika (F) dan peningkatan koefisien friksi antara terumbu dengan dasar perairan (λ) dapat dilakukan dengan penambahan berat atraktor, akan tetapi akan menyulitkan pada saat pengangkatan atraktor ke permukaan. Hal tersebut dikecualikan jika atraktor cumi-cumi tidak diperuntukkan untuk diangkat kembali atau dibiarkan di dasar perairan.

KESIMPULAN

Zona aman (*safety zone*) peletakan atraktor cumi-cumi di perairan Tipe 1 untuk t_0 pada 0,37 m/s dan t_1 pada 0,27 m/s, sedangkan Tipe 2 untuk t_0 pada 1,34 m/s dan t_1 pada 1,26 m/s.

DAFTAR PUSTAKA

- Alwi, D., Lule, A., Muhammad, S.H., & Taliki, R., (2020). Penerapan Teknologi Terumbu Buatan (*Bambooreef*) sebagai Daerah Penangkapan Ikan Alternatif di Perairan Tanjung Dehegila Pulau Morotai. *Prosiding Seminar Nasional Kahuripan 1 Tahun 2020 Universitas Kahuripan Kediri*. ISBN : 978-602-60606-3-1. Hal 245-250
- Baskoro, M.S., Sondita, M.F.A., Yusfiandayani, R., & Syari, I.A., (2017). Efektifitas Bentuk Atraktor Cumi-cumi sebagai Media Penempelan Telur Cumi-cumi (*Loligo sp.*). *Jurnal Kelautan Nasional*. Vol. 10. No. 3
- Grove, K.J., Jensen, A.C., & Albert. S., (1995). A review of wastetyre utilizaton in the marine environment. *Chemistry and Ecology*, 10:3-4, 205-216, DOI: [10.1080/02757549508037679](https://doi.org/10.1080/02757549508037679)
- Grove, R.S., & Sonu, C.J., (1985). *Fishing reef planning in Japan*. In: D,Itri FM. (Ed). *Artificial reefs: Marine and freshwater applications*, Lewis Publisher, Chelsea, Mich, pp. 187-252
- Munson, B.R., Young, D.F., & Okiishi, T.H., (2003). *Mekanika Fluida (Fundamentals of Fluid Mechanics)* edisi keempat. Erlangga Surabaya
- Murdock, L. J., & Brook, K. M.. (1999). Bahan dan Praktek Beton; diterjemahkan oleh Stephanus Hendarko, Jakarta : Erlangga
- Nakamura, M., (1982). The planning and design or artificial reefs and tsukiiso (49-65). In: Vik SF. (Ed).

- Japanese artificial reef technology. Aquabio, Inc, Annapolis, MD, Technical Report.604.
- Nugraha, R.B.A., & Surbakti, H., (2009). Simulasi Pola Arus Dua Dimensi di Perairan Teluk Palabuhanratu pada Bulan September 2004. *Jurnal Kelautan Nasional* Vol. 4o No. 1
- Nuzul, R.D., Sasmito, B. & Sukmono. A. (2018). Studi Perkembangan Terumbu Karang di Perairan Pulau Panjang Jepara Menggunakan Citra Sentinel-2 Dengan Metode Algoritma Iyeng. *Jurnal Geodesi Undip*. 7(4): 223-243.
- Putra, H.M, Thaha, A. & Dharmawan, A. (2018). Pengaruh kondisi hidrodinamika pantai tarawang terhadap penentu tipe pengaman pantai. *Jurnal Keteknikan dan Sains* 1(2):17–21.
- Puspito, G., (2009). *Gaya-gaya Eksternal pada Alat Penangkap Ikan*. Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan – IPB ISBN 978-979-1225-18-2. 60 p.
- Puspitasari, G, Endang, L., Widiastuti, Wijayanti, H., & Tugiyono., (2019). Coral Reef Fish and Plankton Diversity toward Coral Reef Coverage in Panjang Island of Anak Krakatoa Mountain. *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati*. Vol. 6 No.1. hal. 45 – 49.
- Rahman, D.U., Risamasu, F.J.L., & Pua Upa, H.M.D. (2020). Valuasi Ekonomi Terumbu Karang Pasca Penetapan Kawasan Konservasi Laut Sawu Di Kabupaten Kupang. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. 6(1), 22-26
- Rembet, U.N.W.J., Boer, M., Bengen, D.G., & Fahrudin, A., (2011). Struktur Komunitas Ikan Target di Terumbu Karang Pulau Hogow dan Putus-putus Sulawesi Utara. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*. Vol. VII-2
- Reppie, E., (2006). Desain, konstruksi dan kinerja (fisik, biologi dan sosial ekonomi) terumbu buatan sebagai nursery ground ikan-ikan karang. Desertasi. Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Setiawan. E.I., (2014). Membangun Rumah Ikan dengan Karang Buatan. [Online]. Available: <http://regional.coremap.or.id/batam/berita/article.php?id=523>.
- Sheng, Y.P., (2000). *Physical Characteristics and Engineering at Reef Sites* (51-94). In Seaman, W.Jr. Artificial reef evaluation, with application to natural marine habitats. CRC Press New York.
- Siti, C.W., Setyobudiandi I., & Affandy, R. (2018). Kondisi dan status keberlanjutan ekosistem terumbu karang di kawasan konservasi perairan pulo pasi gusung, selayar. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(1):153-166, doi: 10.29244/jitkt.v10i1.216 72.
- Shimomura, K., (1982). Construction, site engineering and problem area of artificial reefs. (77-89). In :vik SF. (Ed). Japanese artificial reef technology. Aquabio Inc., Annapolis, MD, Technical Report. 604.
- Sudrajat, D., (2019). Rancang Bangun Atraktor Cumi-cumi Berbahan Dasar Pipa PVC 2 Inci. Desertasi. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sudrajat, D., Baskoro, M.S., Zulkarnain, & Yusfiandayani, R., (2019). Asosiasi Ikan Karang pada Atraktor Cumi-cumi Berbahan Pipa PVC. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. Vol. 11 No. 2, Hlm. 413-42. DOI: <http://doi.org/10.29244/jitkt.v11i2.21738>
- Sudrajat, D., Baskoro, M.S., Zulkarnain, & Yusfiandayani, R. (2019). Kelimpahan Ikan Karang di Sekitar Atraktor Cumi-cumi Berbahan Pipa PVC. *Jurnal Kelautan Nasional*. Vol. 14. No. 2. Hal. 113-124.
- Suryono, Ambariyanto , Munasik , Sugianto, D. N., Ario1. R , Pratikto, I., Taufiq, N., Canavaro, S.V., & Anggita, A., (2021). Hidrodinamika Gelombang pada Terumbu Karang di Pulau Panjang, Jepara. *Buletin Oseanografi Marina*. Vol 10 No 3.hal 307–318
- Vik, S.F (1982). Japanese artificial reef technology. Aquabio Inc., Annapolis, MD, Technical Report. 604.
- Zamani N.P. (2015). Kelimpahan *Acanthaster planci* sebagai indikator kesehatan karang di perairan pulau Tunda, Kabupaten Serang, Banten. *Journal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. Vol 7(1): 273-286.
- Zibar, Z., (2017). Proses Fisik Musiman Di Zona ROFI (Region of Freshwater Influence) Muara Sungai Cimandiri Teluk Pelabuhan Ratu. (Tesis). Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Zurba. N., (2019). *Pengenalan Terumbu Karang, Sebagai Pondasi Utama Laut Kita*. Unimal Press. ISBN 798 – 602 –464- 077-4.hal 96