



KEMENTERIAN KELAUTAN DAN PERIKANAN
DIREKTORAT JENDERAL
PENGELOLAAN KELAUTAN DAN RUANG LAUT

JALAN MEDAN MERDEKA TIMUR, NOMOR 16
JAKARTA 10110 KOTAK POS 4130 JKP 10041
TELEPON (021) 3519070 (LACAK), FAKSIMILE (021) 3520357
LAMAN www.kkp.go.id SUREL sespridijenpri@kkp.go.id

KEPUTUSAN DIREKTUR JENDERAL PENGELOLAAN RUANG LAUT
NOMOR 55 TAHUN 2023

TENTANG

PEDOMAN TEKNIS PENGHITUNGAN DAYA DUKUNG KEGIATAN
PEMANFAATAN KAWASAN KONSERVASI

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

DIREKTUR JENDERAL PENGELOLAAN RUANG LAUT,

- Menimbang : a. bahwa untuk melaksanakan ketentuan terkait daya dukung kegiatan pemanfaatan Kawasan Konservasi dalam Lampiran Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 31 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Kawasan Konservasi, perlu menetapkan Pedoman Teknis Daya Dukung Kegiatan Pemanfaatan Kawasan Konservasi;
- b. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a, perlu menetapkan Keputusan Direktur Jenderal Ruang Laut tentang pedoman teknis daya dukung kegiatan Pemanfaatan Kawasan Konservasi.
- Mengingat : a. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 31 tahun 2020 tentang Pengelolaan Kawasan Konservasi (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2020 Nomor 1165) ;
- b. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 48/PERMEN-KP/2020 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Kelautan dan Perikanan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2020 Nomor 1114);
- c. Permen KP Nomor 62/PERMEN-KP/2020 tentang Pembentukan Peraturan Perundang-undangan di Lingkungan Kementerian Kelautan dan Perikanan.

MEMUTUSKAN:

- Menetapkan : KEPUTUSAN DIREKTUR JENDERAL PENGELOLAAN RUANG LAUT TENTANG PEDOMAN TEKNIS PENGHITUNGAN DAYA DUKUNG KEGIATAN PEMANFAATAN KAWASAN KONSERVASI.
- KESATU : Menetapkan Pedoman Teknis Penghitungan Daya Dukung Kegiatan Pemanfaatan Kawasan Konservasi sebagaimana tercantum dalam Lampiran yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Keputusan Direktur Jenderal ini.
- KEDUA : Pedoman Teknis Penghitungan Daya Dukung Kegiatan Pemanfaatan Kawasan Konservasi sebagaimana dimaksud dalam diktum KESATU meliputi:
- a. Kegiatan Penangkapan Ikan;
- b. Kegiatan Pembudidayaan Ikan; dan
- c. Kegiatan Pariwisata Alam Perairan.
- KETIGA : Pedoman Teknis Penghitungan Daya Dukung Kegiatan Pemanfaatan Kawasan Konservasi sebagaimana dimaksud

dalam diktum KESATU merupakan acuan bagi Satuan Unit Organisasi Pengelola Kawasan Konservasi untuk menghitung daya dukung pemanfaatan kawasan konservasi.

- KEEMPAT : Satuan Unit Organisasi Pengelola Kawasan Konservasi sebagaimana dimaksud dalam diktum KETIGA mengajukan hasil perhitungan daya dukung pemanfaatan kawasan konservasi kepada Direktur Konservasi dan Keanekaragaman Hayati Laut yang untuk diusulkan untuk ditetapkan oleh Direktur Jenderal Pengelolaan Ruang Laut.
- KELIMA : Penetapan hasil perhitungan daya dukung pemanfaatan kawasan konservasi sebagaimana dimaksud dalam diktum KEEMPAT menjadi dasar pertimbangan penerbitan perizinan pemanfaatan di Kawasan Konservasi.
- KEENAM : Keputusan Direktur Jenderal ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 18 September 2023
DIREKTUR JENDERAL
PENGELOLAAN KELAUTAN DAN
RUANG LAUT,

ttd.

VICTOR GUSTAAF MANOPPO

Salinan sesuai dengan aslinya,
Sekretaris Direktorat Jenderal Pengelolaan
Kelautan dan Ruang Laut

Kusdiantoro



LAMPIRAN
KEPUTUSAN DIREKTUR JENDERAL
PENGELOLAAN RUANG LAUT
NOMOR 55 TAHUN 2023
TENTANG
PEDOMAN TEKNIS PENGHITUNGAN
DAYA DUKUNG KEGIATAN
PEMANFAATAN KAWASAN
KONSERVASI

1. Pendahuluan

1.1. Pengertian

1. Kawasan Konservasi adalah kawasan yang mempunyai ciri khas tertentu sebagai satu kesatuan Ekosistem yang dilindungi, dilestarikan, dan dimanfaatkan secara berkelanjutan;
2. Penangkapan Ikan adalah kegiatan untuk memperoleh ikan di perairan yang tidak dalam keadaan dibudidayakan dengan alat atau cara apa pun, termasuk kegiatan yang menggunakan kapal untuk memuat, mengangkut, menyimpan, mendinginkan, menangani, mengolah, dan/atau mengawetkannya;
3. Potensi sumber daya ikan atau tangkapan potensial (Potential Yield) adalah hasil tangkapan rata-rata terbesar yang dapat diambil secara terus-menerus dari persediaan dengan kondisi lingkungan saat ini. Sering juga disebut Tangkapan Lestari Maksimum (Maximum Sustainable Yield atau MSY);
4. Jumlah Tangkapan yang Diperbolehkan (JTB) adalah banyaknya sumber daya ikan yang boleh ditangkap di WPPNRI dengan tetap memperhatikan kelestariannya sehingga diperlukan adanya data dan informasi yang akurat tentang ketersediaan sumber daya ikan yang dapat dipertanggungjawabkan baik secara ilmiah maupun secara factual setiap daerah penangkapan;
5. Tingkat Pemanfaatan adalah proporsi populasi di awal periode waktu tertentu yang didaratkan selama periode waktu tersebut (biasanya dinyatakan dalam basis tahunan);
6. Nelayan Kecil adalah orang yang mata pencahariannya melakukan penangkapan ikan untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari, baik yang menggunakan kapal penangkap ikan maupun yang tidak menggunakan Kapal Penangkap Ikan;
7. Daya Dukung Lingkungan Hidup adalah daya dukung lingkungan hidup adalah kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung peri kehidupan manusia, makhluk hidup lain, dan keseimbangan antar keduanya;
8. Alokasi Sumber Daya Ikan adalah jumlah tangkapan, usaha atau biomassa yang dikaitkan dengan seseorang, kapal, dan perusahaan penangkapan ikan;
9. Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia yang selanjutnya disingkat WPPNRI adalah wilayah Pengelolaan Perikanan untuk penangkapan Ikan dan pembudidayaan Ikan, yang meliputi perairan Indonesia, zona ekonomi eksklusif Indonesia, sungai, danau,

waduk, rawa, dan genangan air lainnya yang potensial untuk diusahakan di Wilayah Negara Republik Indonesia.

10. Daerah Penangkapan Ikan adalah WPPNRI dan laut lepas yang diperuntukkan sebagai tempat penangkapan ikan.
11. Pembudidayaan ikan adalah kegiatan untuk memelihara, membesarkan, dan/atau membiakkan Ikan serta memanen hasilnya dalam lingkungan yang terkontrol, termasuk kegiatan yang menggunakan kapal untuk memuat, mengangkut, menyimpan, mendinginkan, menangani, mengolah, dan/atau mengawetkannya
12. Pembudi Daya ikan adalah Setiap Orang yang mata pencahariannya melakukan Pembudidayaan Ikan air tawar, Ikan air payau, dan Ikan air laut.
13. Pembudidaya ikan kecil adalah Pembudi Daya Ikan yang melakukan Pembudidayaan Ikan untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari.
14. Pariwisata Alam Perairan adalah segala sesuatu yang berhubungan dengan wisata alam, termasuk pengusahaan obyek dan daya tarik serta usaha yang terkait dengan wisata alam perairan pada Kawasan Konservasi Perairan.
15. Pariwisata berbagai macam kegiatan wisata yang didukung oleh berbagai fasilitas serta layanan yang disediakan masyarakat, pengusaha, Pemerintah dan Pemerintah Daerah.
16. Zonasi Kawasan Konservasi adalah batas-batas fungsional di Kawasan Konservasi yang ditetapkan sesuai dengan potensi sumber daya hayati, non-hayati, dan sosial budaya beserta daya dukung lingkungan;
17. Menteri adalah Menteri kelautan dan perikanan.
18. Direktur adalah Direktur yang menyelenggarakan urusan di bidang konservasi keanekaragaman hayati laut.
19. Direktur Jenderal adalah direktur jenderal yang menyelenggarakan tugas teknis di bidang pengelolaan kelautan dan ruang laut.
20. Satuan Unit Organisasi Pengelola selanjutnya disebut SUOP adalah unit yang melaksanakan pengelolaan Kawasan Konservasi.

1.2. Tujuan

Tujuan dari penyusunan pedoman teknis penghitungan daya dukung kegiatan pemanfaatan kawasan konservasi bidang penangkapan adalah sebagai acuan bagi SUOP dalam menentukan pengelolaan kawasan konservasi melalui kegiatan pemanfaatan bidang penangkapan ikan, bidang pembudidayaan ikan dan bidang pariwisata alam perairan untuk memastikan pemanfaatan sumber daya ikan secara berkelanjutan.

1.3. Sasaran dan Manfaat

Metode penentuan daya dukung untuk setiap kegiatan pemanfaatan kawasan konservasi ditentukan dengan cara mengidentifikasi faktor-faktor pendukung yang memiliki relevansi pada setiap kegiatan pemanfaatan di kawasan konservasi meliputi data dan informasi, sarana, prasarana, skala usaha dan alokasi ruang. Data dan informasi daya dukung kegiatan pemanfaatan kawasan konservasi bidang penangkapan ikan, pembudidayaan ikan dan pariwisata alam perairan digunakan sebagai dasar pemanfaatan sumber daya ikan dengan memperhatikan:

1. keberlanjutan proses dan fungsi kegiatan pemanfaatan di kawasan konservasi;

2. keberlanjutan produktivitas kegiatan pemanfaatan di kawasan konservasi; dan
3. keselamatan, mutu hidup, dan kesejahteraan masyarakat.

2. Daya Dukung Kegiatan Pemanfaatan Kawasan Konservasi Bidang Penangkapan Ikan

2.1. Alur Pikir Konsep Daya Dukung Bidang Penangkapan Ikan

Sumber daya ikan diharapkan dapat menjadi tumpuan ekonomi nasional. Kesadaran pentingnya melindungi sumber daya ikan di Indonesia diwujudkan melalui Undang-Undang Nomor 45 Tahun 2009 tentang perubahan atas Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2004 tentang perikanan. Undang-Undang ini menyatakan bahwa konservasi sumber daya ikan adalah upaya perlindungan, pelestarian dan pemanfaatan sumber daya ikan termasuk ekosistem, jenis dan genetik untuk menjamin keberadaan, ketersediaan dan kesinambungannya dengan tetap memelihara dan meningkatkan nilai dan keanekaragaman hayati sumber daya ikan. Pengelolaan kawasan konservasi juga mengacu pada Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2014 tentang Perubahan Atas Undang-Undang Nomor 27 tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. Undang-undang ini secara spesifik mengatur konservasi wilayah pesisir dan pulau pulau kecil yang ditujukan untuk: (1) menjaga kelestarian ekosistem dan pulau pulau kecil, (2) melindungi alur migrasi ikan dan biota laut lainnya, (3) melindungi habitat biota laut, (4) melindungi situs budaya tradisional.

Peraturan Pemerintah Nomor 60 tahun 2007 tentang Konservasi Sumber Daya Ikan menjabarkan arahan kedua undang-undang tersebut dengan mengamankan pemerintah melalui Kementerian Kelautan dan Perikanan untuk melaksanakan konservasi sumber daya ikan, dan salah satunya adalah melalui penetapan dan pengelolaan kawasan konservasi. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2007 tentang Konservasi Sumber Daya Ikan, dalam ketentuan Pasal 30 ayat (2) menyebutkan bahwa, pemanfaatan kawasan konservasi diantaranya dilakukan dalam bentuk kegiatan penangkapan ikan, pembudidayaan ikan, pariwisata alam perairan atau penelitian dan pendidikan.

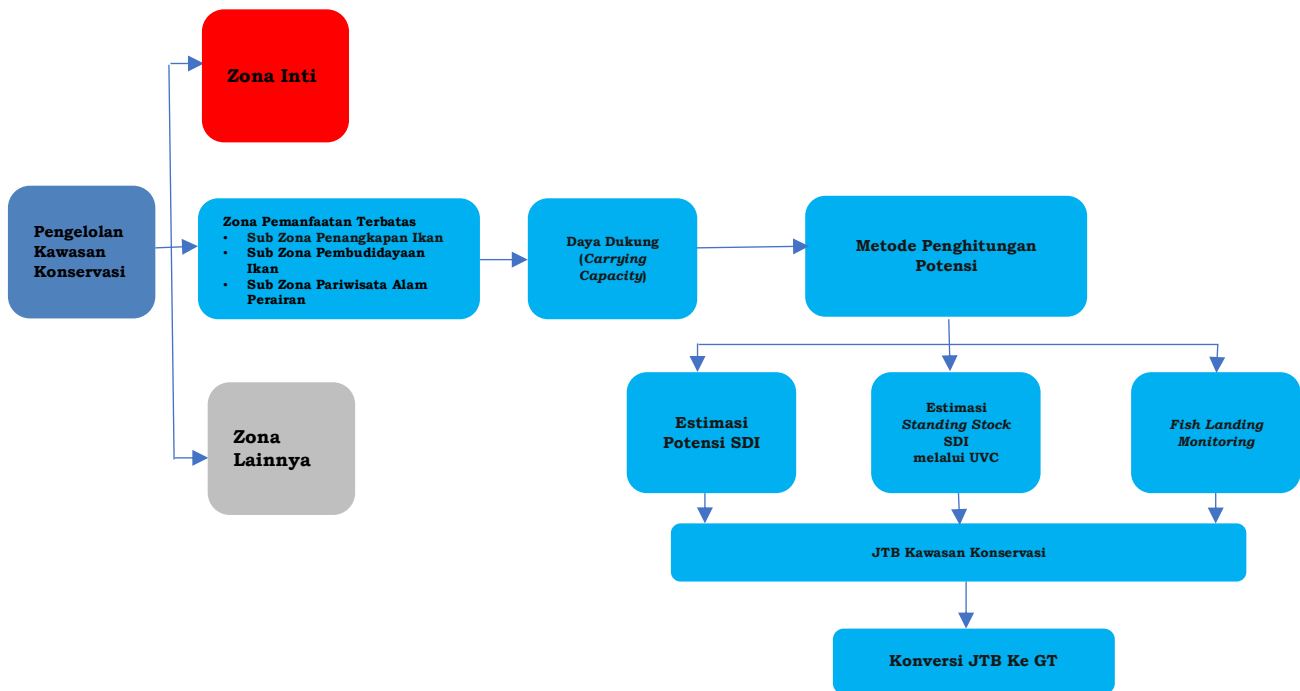
Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 31 tahun 2020 tentang pengelolaan kawasan konservasi yang mendefinisikan zonasi kawasan konservasi sebagai batas-batas fungsional di kawasan konservasi yang ditetapkan sesuai dengan potensi sumber daya hayati, non hayati dan sosial budaya beserta daya dukung lingkungan. Suatu Kawasan Konservasi akan efektif pengelolaannya bila masyarakat merasakan dampak sosial ekonomi dan keberadaan kawasan konservasi tersebut. Oleh sebab itu, pelaksanaan kegiatan pemanfaatan, khususnya bidang penangkapan ikan harus didasarkan pada prinsip kehati-hatian (*precautionary approach*), agar kegiatan pemanfaatan tetap berkelanjutan diperlukan mekanisme kontrol melalui penentuan daya dukung (*carrying capacity*).

Penentuan daya dukung bidang penangkapan ikan ini dapat dilakukan melalui tiga pendekatan yaitu

- a. estimasi potensi sumber daya ikan di kawasan konservasi berdasarkan Potensi sumber daya ikan per Wilayah Pengelolaan Perikanan yang telah ditetapkan melalui Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 19 Tahun 2022 tentang Estimasi Potensi Sumber Daya Ikan, Jumlah Tangkapan Ikan yang Diperbolehkan, dan Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia;
- b. estimasi potensi sumber daya ikan sesaat (*standing stock*) dengan mengacu kepada data sensus visual (*underwater visual census/UVC*); dan

- c. estimasi potensi sumber daya ikan sesaat (*standing stock*) berdasarkan data pendaratan ikan (*fish landing monitoring*).

Alur pikir konsep daya dukung bidang penangkapan ikan dapat di dilihat pada Gambar dibawah.



Gambar 1. Alur pikir konsep daya dukung bidang penangkapan ikan

2.2. Pengaturan Pemanfaatan Kegiatan Penangkapan Ikan di Dalam Kawasan Konservasi

2.2.1. Lokasi Penangkapan

Lokasi penangkapan ikan di dalam kawasan konservasi dapat dilakukan pada:

- sub zona perikanan tangkap; dan
- zona pemanfaatan terbatas (apabila belum ada penetapan sub zona perikanan tangkap).

Satuan Unit Organisasi Pengelola harus menggambarkan secara detail lokasi/daerah pemanfaatan untuk penangkapan ikan di dalam sebuah peta (sesuai kaidah pemetaan).

2.2.2. Jenis Alat Tangkap

Kelompok alat tangkap yang boleh digunakan di dalam kawasan konservasi adalah jenis kelompok alat tangkap yang ramah lingkungan sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 31 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Kawasan Konservasi. Berdasarkan FAO. Dalam *Code of Conduct for Responsible Fisheries (CCRF)* terdapat 9 (sembilan) kriteria alat tangkap ramah lingkungan sebagai berikut:

- memiliki tingkat selektifitas yang tinggi terhadap hasil tangkapan;
- tidak merusak habitat;
- tidak membahayakan nelayan;
- menghasilkan ikan yang bermutu baik;
- produk tidak membahayakan konsumen;
- hasil tangkapan yang terbuang minimum;
- memberikan dampak minimum terhadap Keanekaragaman Hayati (Biodiversity);

- h. tidak menangkap jenis ikan yang dilindungi berdasarkan ketentuan peraturan perundang-undangan atau yang sudah terancam punah; dan
- i. diterima secara sosial.

2.2.3. Ketentuan Penangkapan Ikan di Kawasan Konservasi

Ketentuan pemanfaatan jenis kegiatan penangkapan ikan di kawasan konservasi berdasarkan ketentuan dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 31 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Kawasan Konservasi, menyebutkan bahwa:

- a. memenuhi kewajiban perizinan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan;
- b. lokasi penangkapan di zona pemanfaatan terbatas pada subzona perikanan tangkap;
- c. menggunakan jenis alat penangkapan ikan yang ramah lingkungan;
- d. apabila terdapat jenis ikan dilindungi yang tertangkap secara tidak sengaja dalam kondisi masih hidup maka harus dilepaskan kembali ke perairan dan melaporkannya kepada pengelola Kawasan Konservasi;
- e. apabila tertangkap secara tidak sengaja dalam kondisi sudah mati maka bangkai jenis ikan dilindungi tersebut diserahkan kepada pengelola Kawasan Konservasi;
- f. apabila menemukan jenis ikan dilindungi dalam keadaan terancam dan masih hidup, harus melakukan tindakan penyelamatan dan melaporkannya kepada pengelola Kawasan Konservasi/SUOP;
- g. apabila menemukan jenis ikan dilindungi dalam keadaan mati, maka bangkai jenis ikan dilindungi tersebut diserahkan kepada pengelola Kawasan Konservasi;
- h. membuat laporan hasil tangkapan dan menyampaikan laporan secara berkala kepada pengelola Kawasan Konservasi;
- i. melaporkan kepada pengelola Kawasan Konservasi segala bentuk pelanggaran yang terjadi di Kawasan Konservasi;
- j. tidak membuang sampah atau bahan lain yang berpotensi menimbulkan pencemaran di Kawasan Konservasi.
- k. mematuhi ketentuan dan peraturan yang berlaku di Kawasan Konservasi; dan
- l. mematuhi arahan dan petunjuk pengelola Kawasan Konservasi/SUOP

2.2.4. Ukuran Kapal Penangkapan yang Diperbolehkan

Pemanfaatan sumber daya ikan di dalam kawasan konservasi mengedepankan keberlanjutan dan memprioritaskan perikanan skala kecil. Oleh karena itu, ukuran kapal penangkapan yang diperbolehkan beroperasi di dalam kawasan konservasi.

2.3. Daya Dukung Kegiatan Penangkapan Ikan Di dalam Kawasan Konservasi Prinsip perlindungan di dalam kawasan konservasi menjamin ekosistem tetap terjaga, sehingga produktivitas sumber daya ikan dalam kawasan tersebut terjaga kelestariannya. Lebih jauh, produktivitas sumber daya ikan dari suatu kawasan konservasi dapat menjadi potensi suplai stok sumber daya ikan terhadap diluar kawasan konservasi. Mengingat pemanfaatan sumber daya ikan dalam kawasan konservasi dilaksanakan berdasarkan kondisi stok sumber daya ikan maka penghitungan daya dukung dilakukan dengan tujuan agar sumber daya ikan tetap lestari namun tetap menguntungkan secara ekonomi bagi masyarakat.

2.4. Estimasi Penghitungan Daya Dukung Pemanfaatan Kawasan Konservasi Bidang Penangkapan Ikan

Estimasi Penghitungan Daya Dukung Pemanfaatan Kawasan Konservasi Bidang Penangkapan Ikan dilakukan menggunakan metode yaitu

- a. berdasarkan Potensi sumber daya ikan per Wilayah Pengelolaan Perikanan yang telah ditetapkan melalui Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 19 Tahun 2022;

- b. mengacu estimasi potensi sumber daya ikan sesaat (*standing stock*) dengan mengacu kepada data sensus visual (UVC); dan
- c. estimasi potensi sumber daya ikan sesaat (*standing stock*) berdasarkan data pendaratan ikan (*fish landing monitoring*). Daya dukung pemanfaatan kawasan untuk penangkapan ikan akan dihitung berdasarkan kelompok jenis ikan. Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 19 Tahun 2022 terdapat 9 (Sembilan) kelompok jenis ikan yaitu ikan pelagis kecil, ikan pelagis besar, ikan demersal, ikan karang, udang penaeid, lobster, kepiting, rajungan, dan cumi-cumi.

Metode estimasi penghitungan daya dukung penangkapan di kawasan konservasi dapat menggunakan salah satu metode di atas berdasarkan ketersediaan jenis data pendukung.

2.5. Estimasi potensi sumber daya ikan di kawasan konservasi berdasarkan Potensi sumber daya ikan per WPPNRI

Tata cara penghitungan daya dukung pemanfaatan kawasan konservasi bidang penangkapan ikan dengan metode estimasi potensi sumber daya ikan di kawasan konservasi berdasarkan potensi sumber daya ikan di WPPNRI adalah sebagai berikut:

- a. Berdasarkan ketentuan dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 19 Tahun 2022, bahwa estimasi daya dukung pemanfaatan kawasan konservasi bidang penangkapan ikan akan menggunakan data JTB dari masing-masing kelompok jenis ikan (9 kelompok jenis ikan) di masing-masing WPPNRI. Sebagai contoh untuk penentuan daya dukung pemanfaatan kawasan konservasi bidang penangkapan ikan TWP Pulau Pieh pada kelompok ikan karang menggunakan data WPPNRI 572 dengan nilai JTB sebesar 16.715 ton.
- b. Besaran JTB untuk kawasan konservasi (JTB KK) kemudian dihitung berdasarkan proporsi luasan kawasan konservasi terhadap luasan WPPNRI, dengan rumus perhitungan:

$$JTB\ KK = JTB\ WPPNRI \times \frac{Luas\ Area\ Penangkapan\ Ikan}{Luas\ WPPNRI}$$

Dimana :

- JTB KK : Jumlah Tangkapan yang diperbolehkan di Kawasan Konservasi
- JTB WPPNRI : Jumlah Tangkapan yang diperbolehkan di WPPNRI (KEPMEN-KP Nomor 19 Tahun 2022)
- Luas Area Penangkapan Ikan : Luasan zona yang memperbolehkan aktivitas pemanfaatan penangkapan ikan (ha) di kawasan konservasi
- Luas WPPNRI : Luas Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (KepmenKP Nomor 19 Tahun 2022)

Beberapa asumsi yang dipertimbangkan dalam rangka perhitungan estimasi potensi ini adalah sumberdaya ikan menyebar merata di seluruh wilayah perairan indonesia. Dengan menggunakan perhitungan di atas, maka estimasi sumber daya ikan yang dapat dimanfaatkan di dalam kawasan konservasi ditampilkan pada Lampiran 1.

2.6. Estimasi Potensi Sumber Daya Ikan Sesaat (Standing Stock) dengan Mengacu Kepada Data Sensus Visual (Underwater Visual Census - UVC) Estimasi jumlah stok ikan karang berdasarkan metode sensus visual di bawah air dilakukan berdasarkan per jenis ikan. Untuk mengestimasi potensi memerlukan data sebagai berikut:

- a. data primer survey visual bawah air (jenis ikan, estimasi ukuran, dan kelimpahan);
- b. mortalitas alami (M) dapat diestimasi dari fishbase; dan
- c. mortalitas penangkapan (F) dapat diestimasi dari *fishbase* atau menggunakan formula:

$$F = (E \cdot M) / (1 - E)$$

Tingkat penangkapan (E) dapat diduga menggunakan asumsi tingkat penangkapan rendah (E=0.1) dan tingkat penangkapan tinggi (E=0.5).

Tata cara penghitungan daya dukung penangkapan ikan dengan menggunakan data dari UVC adalah:

- a. Berat masing-masing individu ikan dihitung dari data panjang dengan menggunakan relasi:

$$W = aL^b$$

- b. Kelimpahan jenis di area survey dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$A_{ind} = \frac{\sum_{i=1}^p W \cdot n_i}{L_d}$$

A_{ind} : kelimpahan ikan (no/ha); n_i : jumlah ikan ke-i yang ditemukan dalam ukuran yang sama (individu); L_d : luas transek (m^2).

- c. Biomassa ikan dikelompokkan berdasarkan jenis yang sama dan diakumulasi

$$B_i = D \sum_{i=1}^p B_{ind}$$

B_i : total biomassa jenis ikan-i

- d. Biomassa total (ton) ikan dihitung dengan mengalikan B_i dengan luas habitat jenis-i

$$B_{tot_i} = B_i \times L_h$$

- e. MSY diestimasi dengan menggunakan formula

$$MSY = (B_{tot_i} \cdot M^2) / ((2 \cdot M) - F)$$

- f. Besaran pemanfaatan yang diperbolehkan ditentukan jumlah tangkapan yang diperbolehkan (JTB), mengikuti pembagian JTB berdasarkan prinsip aspek pengendalian di kawasan konservasi sebesar 50% dari MSY. Cara pendugaan MSY menggunakan metode ini disajikan dalam Lampiran 2.

2.7. Estimasi potensi sumber daya ikan sesaat (*standing stock*) berdasarkan data pendaratan ikan (*fish landing monitoring*)

Pendugaan estimasi jumlah stok ikan menggunakan hasil monitoring atau pemantauan pendaratan ikan di lokasi-lokasi pendaratan ikan (*landing site*) membutuhkan data dan informasi sebagai berikut:

- a. data lokasi;
- b. nama jenis ikan;
- c. data produksi tangkapan ikan (ton) dapat berdasarkan jenis ikan atau kelompok jenis ikan;
- d. data produksi merupakan data time series atau tahunan;
- e. tingkat resiliensi jenis ikan (tinggi/średang/rendah/sangat rendah). Dideterminasi dari variable r yang dapat diperoleh dari <http://www.fishbase.org/> berdasarkan Tabel 1.

Tabel 1. Tingkat Resiliensi Jenis Ikan

Tingkat Resiliensi	Kisaran r
Tinggi	0.6 – 1.5
Moderate	0.2 – 0.8
Rendah	0.05 – 0.5
Sangat rendah	0.015 – 0.1

- f. stock (*lightly exploited, fully exploited, overexploited*) yang ditentukan dari rasio B/k . Informasi yang dibutuhkan adalah status stock sebelum, sesudah, serta pertengahan. Pendugaan dapat menggunakan tabel 2.

Tabel 2. Status Stock

Tingkat Penipisan (<i>depletion level</i>)	Kisaran B/k	Deskripsi Status Stok
Sangat kencang	0.01 – 0.2	Sangat tereksploitasi, stok sangat menipis, kolaps, tidak menguntungkan, kelompok ukuran panjang terbatas, rekrutmen berkurang, rekrutmen sporadic, kelimpahan rendah.
Kencang	0.01 – 0.4	Tereksploitasi lebih, stok menipis, di luar limit aman secara biologis, rekrutmen berkurang, tangkapan berkurang, peningkatan ongkos penangkapan, peningkatan upaya, penurunan ukuran tangkapan, ikan tidak ditemukan di tempat tangkapan biasanya.
Menengah	0.2 – 0.6	Tereksploitasi penuh, MSY tereksploitasi seluruhnya, produksi tangkapan tinggi, upaya penangkapan tinggi, biaya penangkapan tinggi tetapi masih menguntungkan, tanda awal penurunan ukuran rata-rata tangkapan dan kelimpahan di

Tingkat <i>Penipisan</i> (<i>depletion level</i>)	Kisaran B/k	Deskripsi <i>Status Stok</i>
		sejumlah area, kadang rekrutmen rendah.
Lambat	0.4 – 0.8	Tangkapan cukup baik, CPUE baik, keuntungan tinggi, ikan ukuran besar dalam jumlah banyak, sebaran ukuran yang sehat, kelimpahan ikan tinggi hampir di seluruh area, rekrutmen teratur, kondisi perikanan sehat.
Sangat lambat	0.75 – 1.0	Kegiatan perikanan tidak berkembang, status stok, upaya penangkapan rendah, permintaan pasar rendah, hanya tangkapan sesekali, tangkapan bukan

Selain sejumlah data utama di atas, data tambahan yang dapat digunakan sebagai sumber verifikasi adalah data trip penangkapan. Data trip tangkapan berupa tonase kapal, alat tangkap, dimensi alat tangkap, waktu pendaratan, jumlah hari melaut, lokasi pendaratan, lokasi penangkapan, dan/atau alat bantu penangkapan ikan.

Berdasarkan data yang dikumpulkan selama monitoring pendataan hasil tangkapan, maka pendugaan MSY berdasarkan data *catch* dilakukan menggunakan model cMSY yang **dioperasikan menggunakan perangkat R**. Data yang digunakan (data input dan *ID file* data) serta tata cara pengerjaan disajikan dalam Lampiran 3).

- g. Besaran pemanfaatan yang diperbolehkan ditentukan jumlah tangkapan yang diperbolehkan (JTB), mengikuti pembagian JTB berdasarkan prinsip aspek pengendalian di kawasan konservasi sebesar 50% dari MSY.

2.8. Mengestimasi Upaya Penangkapan yang Diperbolehkan (GT) melalui Konversi dari JTB

Dengan mengacu kepada JTB, besaran upaya penangkapan di dalam Kawasan Konservasi dapat diestimasi berdasarkan alat tangkap yang dominan dioperasikan di dalam Kawasan Konservasi untuk menangkap kelompok jenis ikan. Oleh karena itu sebelum estimasi upaya penangkapan dilakukan diperlukan informasi mengenai jenis, jumlah dan produksi tangkapan per alat tangkap yang beroperasi di dalam Kawasan Konservasi.

Estimasi upaya penangkapan yang diperbolehkan dapat diestimasi berdasarkan pada:

- produktivitas alat tangkap menggunakan alat tangkap dominan di masing masing komoditas yang beroperasi di kawasan konservasi;
- produktivitas alat tangkap (ton/GT/tahun) berdasarkan ketentuan dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 98 Tahun 2021 tentang Produktivitas Kapal Penangkap Ikan; dan
- Jumlah GT kapal yang diperbolehkan berdasarkan nilai JTB masing-masing kelompok jenis atau spesies ikan dalam kawasan konservasi ditampilkan pada Lampiran 4 berdasarkan perhitungan:

$$GT \text{ Kapal} = \frac{JTB \text{ } KK_i}{Produktivitas \text{ alat tangkap}_i}$$

Dimana:

i : kelompok ikan ke-i

- d. Pendugaan upaya penangkapan ikan yang diperbolehkan dengan menggunakan satu alat tangkap disajikan dalam Lampiran 4 dan dengan lebih dari satu alat tangkap dalam Lampiran 5.
- e. Pemberian izin kapal disuatu kawasan konservasi dengan mempertimbangkan hasil perhitungannya untuk masing masing jenis alat penangkapan ikan berdasarkan kelompok jenis ikan yang ditangkap.
- f. Pemberian izin alat penangkapan ikan juga memerhatikan jalur penangkapan ikannya sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 18 Tahun 2021 tentang Penempatan Alat Penangkapan Ikan dan Alat Bantu Penangkapan Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia dan Laut Lepas Serta Penataan Andon Penangkapan Ikan.

2.9. Pendugaan Total Upaya Penangkapan di dalam Kawasan Konservasi (GT) Pendugaan total upaya penangkapan ikan di dalam Kawasan Konservasi dilakukan dengan menjumlahkan nilai upaya (GT) berdasarkan potensi sumber daya ikan yang diestimasi berdasarkan 9 (Sembilan) kelompok sumber daya ikan yaitu ikan pelagis kecil, ikan pelagis besar, ikan demersal, ikan karang, udang penaeid, lobster, kepiting, rajungan, dan cumi-cumi berdasarkan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 19 Tahun 2022. Pendugaan upaya penangkapan di dalam Kawasan Konservasi dihitung menggunakan rumus:

$$GT\ kapal_{tot} = \sum_{i=1}^n GT\ kapal_i$$

Dimana:

GT kapal_{tot} : Total Upaya penangkapan ikan dalam Kawasan Konservasi

GT kapal_i : upaya penangkapan ikan dalam Kawasan Konservasi kelompok jenis ke-1 hingga kelompok jenis ke-n.

2.10. Pendugaan Nilai Produktivitas Alat Penangkapan Ikan

Nilai produktivitas alat penangkapan ikan (API) diatur dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 98 Tahun 2021. Apabila terdapat alat tangkap yang nilai produktivitasnya tidak diatur dalam peraturan tersebut maka perlu dilakukan kajian/survei lapang untuk menentukan nilai produktivitasnya. Data yang diperlukan dalam menentukan pendugaan nilai tersebut diantaranya:

- a. jumlah hasil tangkapan ikan perkapal dalam 1 (satu) tahun; dan
- b. besaran GT Kapal yang dioperasikan dalam penangkapan ikan tersebut.

Berdasarkan data tersebut maka nilai produktivitas alat tangkap per tahun dihitung berdasarkan rata-rata yang diperoleh dari nilai pembagian antara jumlah hasil tangkapan ikan per kapal dalam 1 (satu) tahun dengan besarnya GT kapal tersebut. Contoh perhitungan selanjutnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Contoh Perhitungan Produktivitas Alat Tangkap Pancing Tonda

Nelayan	Hasil Tangkapan (kg)	Upaya Penangkapan (trip)	Total Hasil Tangkapan		Nilai Produktifitas (ton/gt/tahun)
			kg	ton	
Nelayan A	50	265	13250	13,25	2,65
Nelayan A	40	265	10600	10,6	2,12
Nelayan A	50	265	13250	13,25	2,65
Nelayan A	60	265	15900	15,9	3,18
Nelayan A	70	265	18550	18,55	3,71
Nelayan A	80	265	21200	21,2	4,24

Nelayan A	60	265	15900	15,9	3,18
Nelayan A	60	265	15900	15,9	3,18
Nelayan A	40	265	10600	10,6	2,12
Nelayan A	30	265	7950	7,95	1,59
Nilai rata-rata produktivitas pancing tonda					2,86

Berdasarkan tabel diatas maka perhitungan produktivitas alat tangkap pancing tonda senilai 2,86. Selanjutnya Nilai ini digunakan untuk melakukan penghitungan konversi ke Unit Kapal yang diperbolehkan beroperasi di Kawasan Konservasi.

Lampiran 1.

Contoh Penghitungan Estimasi Potensi Penangkapan Ikan di Kawasan Konservasi Nasional dan Estimasi Jumlah Unit Kapal Yang Dapat Beroperasi di Dalam Kawasan Konservasi untuk Kelikan Ikan Pelagis Kecil

WPP	Kawasan Konservasi	Luasan WPP/fishing ground	Luasan KK (Ha)	Luasan Zona Inti	Luasan zona lain	Persentase (Luasan KK-zona inti-zona lainnya)	Ikan Pelagis Kecil				
							JTB WPP (ton)	JTB KK (ton)	Alat tangkap		GT Kapal
									Jenis alat tangkap	Nilai produktivitas	
572	TWP Pulau Pieh	94.368.838,04	39.900,00	197,34	41,6	0,042%	431.553	181,37	Pukat Cincin pelagis kecil	1,30	69,76
573	TWP Gili Matra	96.448.792,51	2.954,00	101,95	163,00	0,003%	437.056	6,09	Pukat Cincin pelagis kecil	1,30	4,69
573	TNP Laut Sawu	96.448.792,51	3.355.352,82	7.966,62	533,08	3,470%	437.056	15.166,21	Pukat Cincin pelagis kecil	1,30	5.833,16
711	TWP Anambas	66.195.416,22	1.262.686,20	3.345,83	-	1,902%	375.842	7.150,24	Pukat Cincin pelagis kecil	1,30	2.750,09
713	TWP Kapoposang	48.118.622,10	50.000,00	911,23	-	0,102%	142.151	145,02	Pukat Cincin pelagis kecil	1,30	55,78
714	TWP Banda	66.248.430,27	2.500,00	32,33	97,80	0,004%	156.017	5,58	Pukat Cincin pelagis kecil	1,30	2,15
715	SAP Raja Ampat	47.468.479,31	183.000,00	629,42	-	0,384%	310.761	1.193,92	Pukat Cincin pelagis kecil	1,30	459,20
715	SAP Waigeo Sebelah Barat	47.468.479,31	271.630,00	851,24	11,41	0,570%	310.761	1.772,63	Pukat Cincin pelagis kecil	1,30	681,78
717	TWP Padaido	63.513.904,70	60.000,00	1.333,95	1.161,42	0,091%	121.626	110,12	Pukat Cincin pelagis kecil	1,30	42,35
718	SAP Kepulauan Aru	48.000.819,36	114.000,00	2.378,01	1.949,70	0,228%	669.579	1.529,85	Pukat Cincin pelagis kecil	1,30	588,41

Contoh Penghitungan Estimasi Potensi Penangkapan Ikan di Kawasan Konservasi Nasional dan Estimasi Jumlah Unit Kapal Yang Dapat Beroperasi di Dalam Kawasan Konservasi untuk Kelikan Ikan Pelagis Besar

WPP	Kawasan Konservasi	Luasan WPP/fishing ground	Luasan KK (Ha)	Luasan Zona Inti	Luasan zona lain	Persentase (Luasan KK-zona inti-zona lainnya)	Ikan Pelagis Besar				
							JTB WPP (ton)	JTB KK (ton)	Alat tangkap		GT Kapal
									Jenis alat tangkap	Nilai produktivitas	
572	TWP Pulau Pieh	94.368.838,04	39.900,00	197,34	41,6	0,042%	219.439	92,23	Jaring angkat/Jala Jatuh Kapal	0,86	53,62
573	TWP Gili Matra	96.448.792,51	2.954,00	101,95	163,00	0,003%	468.902	13,07	Jaring angkat/Jala Jatuh Kapal	0,86	7,60
573	TNP Laut Sawu	96.448.792,51	3.355.352,82	7.966,62	533,08	3,470%	247.590	8.591,58	Jaring angkat/Jala Jatuh Kapal	0,86	4.995,10
711	TWP Anambas	66.195.416,22	1.262.686,20	3.345,83	-	1,902%	114.621	2.180,62	Jaring angkat/Jala Jatuh Kapal	0,86	1.267,80
713	TWP Kapopongan	48.118.622,10	50.000,00	911,23	-	0,102%	113.754	116,05	Jaring angkat/Jala Jatuh Kapal	0,86	67,47
714	TWP Banda	66.248.430,27	2.500,00	32,33	97,80	0,004%	259.457	9,28	Jaring angkat/Jala Jatuh Kapal	0,86	5,40
715	SAP Raja Ampat	47.468.479,31	183.000,00	629,42	-	0,384%	52.436	201,46	Jaring angkat/Jala Jatuh Kapal	0,86	117,13
715	SAP Waigeo Sebelah Barat	47.468.479,31	271.630,00	851,24	11,41	0,570%	52.436	299,10	Jaring angkat/Jala Jatuh Kapal	0,86	173,90
717	TWP Padaido	63.513.904,70	60.000,00	1.333,95	1.161,42	0,091%	132.803	120,24	Jaring angkat/Jala Jatuh Kapal	0,86	69,91
718	SAP Kepulauan Aru	48.000.819,36	114.000,00	2.378,01	1.949,70	0,228%	655.096	1.496,76	Jaring angkat/Jala Jatuh Kapal	0,86	870,21

Contoh Penghitungan Estimasi Potensi Penangkapan Ikan di Kawasan Konservasi Nasional dan Estimasi Jumlah Unit Kapal Yang Dapat Beroperasi di Dalam Kawasan Konservasi untuk Kelikan Ikan Demersal

WPP	Kawasan Konservasi	Luasan WPP/fishing ground	Luasan KK (Ha)	Luasan Zona Inti	Luasan zona lain	Persentase (Luasan KK-zona inti-zona lainnya)	Ikan Demersal				
							JTB WPP (ton)	JTB KK (ton)	Alat tangkap		GT Kapal
									Jenis alat tangkap	Nilai produktivitas	
572	TWP Pulau Pieh	94.368.838,04	39.900,00	197,34	41,6	0,042%	143.150	60,16	Pancing ulur	0,70	42,97
573	TWP Gili Matra	96.448.792,51	2.954,00	101,95	163,00	0,003%	269.640	7,52	Pancing ulur	0,70	5,37

WPP	Kawasan Konservasi	Luasan WPP/fishing ground	Luasan KK (Ha)	Luasan Zona Inti	Luasan zona lain	Persentase (Luasan KK-zona inti-zona lainnya)	Ikan Demersal				
							JTB WPP (ton)	JTB KK (ton)	Alat tangkap		GT Kapal
									Jenis alat tangkap	Nilai produktivitas	
573	TNP Laut Sawu	96.448.792,51	3.355.352,82	7.966,62	533,08	3,470%	269.640	9.356,73	Pancing ulur	0,70	6.683,38
711	TWP Anambas	66.195.416,22	1.262.686,20	3.345,83	-	1,902%	202.510	3.852,67	Pancing ulur	0,70	2.751,91
713	TWP Kapoposang	48.118.622,10	50.000,00	911,23	-	0,102%	337.050	343,85	Pancing ulur	0,70	245,60
714	TWP Banda	66.248.430,27	2.500,00	32,33	97,80	0,004%	204.400	7,31	Pancing ulur	0,70	5,22
715	SAP Raja Ampat	47.468.479,31	183.000,00	629,42	-	0,384%	56.158	215,76	Pancing ulur	0,70	154,11
715	SAP Waigeo Sebelah Barat	47.468.479,31	271.630,00	851,24	11,41	0,570%	56.158	320,33	Pancing ulur	0,70	228,81
717	TWP Padaido	63.513.904,70	60.000,00	1.333,95	1.161,42	0,091%	48.447	43,86	Pancing ulur	0,70	31,33
718	SAP Kepulauan Aru	48.000.819,36	114.000,00	2.378,01	1.949,70	0,228%	701.378	1.602,51	Pancing ulur	0,70	1.144,65

Contoh Penghitungan Estimasi Potensi Penangkapan Ikan di Kawasan Konservasi Nasional dan Estimasi Jumlah Unit Kapal Yang Dapat Beroperasi di Dalam Kawasan Konservasi untuk Kelikan Ikan Karang

WPP	Kawasan Konservasi	Luasan WPP/fishing ground	Luasan KK (Ha)	Luasan Zona Inti	Luasan zona lain	Persentase (Luasan KK-zona inti-zona lainnya)	Ikan Karang				
							JTB WPP (ton)	JTB KK (ton)	Alat tangkap		GT Kapal
									Jenis alat tangkap	Nilai produktivitas	
572	TWP Pulau Pieh	94.368.838,04	39.900,00	197,34	41,6	0,042%	16.715	7,02	-	0,00	0
573	TWP Gili Matra	96.448.792,51	2.954,00	101,95	163,00	0,003%	11.863	0,33	-	0,00	0
573	TNP Laut Sawu	96.448.792,51	3.355.352,82	7.966,62	533,08	3,470%	11.863	411,66	-	0,00	0
711	TWP Anambas	66.195.416,22	1.262.686,20	3.345,83	-	1,902%	138.306	2.631,21	-	0,00	0
713	TWP Kapoposang	48.118.622,10	50.000,00	911,23	-	0,102%	83.702	85,39	-	0,00	0
714	TWP Banda	66.248.430,27	2.500,00	32,33	97,80	0,004%	60.663	2,17	-	0,00	0
715	SAP Raja Ampat	47.468.479,31	183.000,00	629,42	-	0,384%	52.668	202,35	-	0,00	0
715	SAP Waigeo Sebelah Barat	47.468.479,31	271.630,00	851,24	11,41	0,570%	52.668	300,43	-	0,00	0
717	TWP Padaido	63.513.904,70	60.000,00	1.333,95	1.161,42	0,091%	9.907	8,97	-	0,00	0

WPP	Kawasan Konservasi	Luasan WPP/fishing ground	Luasan KK (Ha)	Luasan Zona Inti	Luasan zona lain	Persentase (Luasan KK-zona inti-zona lainnya)	Ikan Karang				
							JTB WPP (ton)	JTB KK (ton)	Alat tangkap		GT Kapal
									Jenis alat tangkap	Nilai produktivitas	
718	SAP Kepulauan Aru	48.000.819,36	114.000,00	2.378,01	1.949,70	0,228%	23.588	53,89	-	0,00	0

Contoh Penghitungan Estimasi Potensi Penangkapan Ikan di Kawasan Konservasi Nasional dan Estimasi Jumlah Unit Kapal Yang Dapat Beroperasi di Dalam Kawasan Konservasi untuk Kelikan Udang Panaeid

WPP	Kawasan Konservasi	Luasan WPP/fishing ground	Luasan KK (Ha)	Luasan ZONA INTI	Luasan zona lain	Persentase (Luasan KK-zona inti-zona lainnya)	Udang Panaeid				
							JTB WPP (ton)	JTB KK (ton)	Alat tangkap		GT Kapal
									Jenis alat tangkap	Nilai produktivitas	
572	TWP Pulau Pieh	94.368.838,04	39.900,00	197,34	41,6	0,042%	17.780	7,47	Jaring hela udang	1,320	2,83
573	TWP Gili Matra	96.448.792,51	2.954,00	101,95	163,00	0,003%	4.257	0,12	Jaring hela udang	1,320	0,04
573	TNP Laut Sawu	96.448.792,51	3.355.352,82	7.966,62	533,08	3,470%	4.257	147,72	Jaring hela udang	1,320	55,96
711	TWP Anambas	66.195.416,22	1.262.686,20	3.345,83	-	1,902%	50.267	956,31	Jaring hela udang	1,320	362,24
713	TWP Kapoposang	48.118.622,10	50.000,00	911,23	-	0,102%	39.785	40,59	Jaring hela udang	1,320	15,37
714	TWP Banda	66.248.430,27	2.500,00	32,33	97,80	0,004%	3.236	0,12	Jaring hela udang	1,320	0,04
715	SAP Raja Ampat	47.468.479,31	183.000,00	629,42	-	0,384%	3.707	14,24	Jaring hela udang	1,320	5,39
715	SAP Waigeo Sebelah Barat	47.468.479,31	271.630,00	851,24	11,41	0,570%	3.707	21,15	Jaring hela udang	1,320	8,01
717	TWP Padaido	63.513.904,70	60.000,00	1.333,95	1.161,42	0,091%	6.681	6,05	Jaring hela udang	1,320	2,29
718	SAP Kepulauan Aru	48.000.819,36	114.000,00	2.378,01	1.949,70	0,228%	50.274	114,87	Jaring hela udang	1,320	43,51

Contoh Penghitungan Estimasi Potensi Penangkapan Ikan di Kawasan Konservasi Nasional dan Estimasi Jumlah Unit Kapal Yang Dapat Beroperasi di Dalam Kawasan Konservasi untuk Kelikan Lobster

WPP	Kawasan Konservasi	Luasan WPP/fishing ground	Luasan KK (Ha)	Luasan ZONA INTI	Luasan zona lain	Persentase (Luasan KK-zona inti-zona lainnya)	Lobster				
							JTB WPP (ton)	JTB KK (ton)	Alat tangkap		GT Kapal
									Jenis alat tangkap	Nilai produktivitas	
572	TWP Pulau Pieh	94.368.838,04	39.900,00	197,34	41,6	0,042%	1.361	0,57	Bubu	0,510	0,56
573	TWP Gili Matra	96.448.792,51	2.954,00	101,95	163,00	0,003%	782	0,02	Bubu	0,510	0,02
573	TNP Laut Sawu	96.448.792,51	3.355.352,82	7.966,62	533,08	3,470%	782	27,14	Bubu	0,510	26,60
711	TWP Anambas	66.195.416,22	1.262.686,20	3.345,83	-	1,902%	734	13,96	Bubu	0,510	13,69
713	TWP Kapoposang	48.118.622,10	50.000,00	911,23	-	0,102%	383	0,39	Bubu	0,510	0,38
714	TWP Banda	66.248.430,27	2.500,00	32,33	97,80	0,004%	362	0,01	Bubu	0,510	0,01
715	SAP Raja Ampat	47.468.479,31	183.000,00	629,42	-	0,384%	609	2,34	Bubu	0,510	2,29
715	SAP Waigeo Sebelah Barat	47.468.479,31	271.630,00	851,24	11,41	0,570%	609	3,47	Bubu	0,510	3,41
717	TWP Padaido	63.513.904,70	60.000,00	1.333,95	1.161,42	0,091%	515	0,47	Bubu	0,510	0,46
718	SAP Kepulauan Aru	48.000.819,36	114.000,00	2.378,01	1.949,70	0,228%	950	2,17	Bubu	0,510	2,13

Contoh Penghitungan Estimasi Potensi Penangkapan Ikan di Kawasan Konservasi Nasional dan Estimasi Jumlah Unit Kapal Yang Dapat Beroperasi di Dalam Kawasan Konservasi untuk Kelikan Kepiting

WPP	Kawasan Konservasi	Luasan WPP/fishing ground	Luasan KK (Ha)	Luasan Zona Inti	Luasan zona lain	Persentase (Luasan KK-zona inti-zona lainnya)	Kepiting				
							JTB WPP (ton)	JTB KK (ton)	Alat tangkap		GT Kapal
									Jenis alat tangkap	Nilai produktivitas	
572	TWP Pulau Pieh	94.368.838,04	39.900,00	197,34	41,6	0,042%	6.108	2,57	Jaring Insang Hanyut	0,780	1,65
573	TWP Gili Matra	96.448.792,51	2.954,00	101,95	163,00	0,003%	410	0,01	Jaring Insang Hanyut	0,780	0,01
573	TNP Laut Sawu	96.448.792,51	3.355.352,82	7.966,62	533,08	3,470%	410	14,23	Jaring Insang Hanyut	0,780	9,12
711	TWP Anambas	66.195.416,22	1.262.686,20	3.345,83	-	1,902%	1.694	32,23	Jaring Insang Hanyut	0,780	20,66
713	TWP Kapoposang	48.118.622,10	50.000,00	911,23	-	0,102%	4.349	4,44	Jaring Insang Hanyut	0,780	2,84

WPP	Kawasan Konservasi	Luasan WPP/fishing ground	Luasan KK (Ha)	Luasan Zona Inti	Luasan zona lain	Persentase (Luasan KK-zona inti-zona lainnya)	Kepiting				
							JTB WPP (ton)	JTB KK (ton)	Alat tangkap		GT Kapal
									Jenis alat tangkap	Nilai produktivitas	
714	TWP Banda	66.248.430,27	2.500,00	32,33	97,80	0,004%	879	0,03	Jaring Insang Hanyut	0,780	0,02
715	SAP Raja Ampat	47.468.479,31	183.000,00	629,42	-	0,384%	235	0,90	Jaring Insang Hanyut	0,780	0,58
715	SAP Waigeo Sebelah Barat	47.468.479,31	271.630,00	851,24	11,41	0,570%	235	1,34	Jaring Insang Hanyut	0,780	0,86
717	TWP Padaido	63.513.904,70	60.000,00	1.333,95	1.161,42	0,091%	491	0,44	Jaring Insang Hanyut	0,780	0,28
718	SAP Kepulauan Aru	48.000.819,36	114.000,00	2.378,01	1.949,70	0,228%	1.198	2,74	Jaring Insang Hanyut	0,780	1,75

Contoh Penghitungan Estimasi Potensi Penangkapan Ikan di Kawasan Konservasi Nasional dan Estimasi Jumlah Unit Kapal Yang Dapat Beroperasi di Dalam Kawasan Konservasi untuk Kelikan Rajungan

WPP	Kawasan Konservasi	Luasan WPP/fishing ground	Luasan KK (Ha)	Luasan Zona Inti	Luasan zona lain	Persentase (Luasan KK-zona inti-zona lainnya)	Rajungan				
							JTB WPP (ton)	JTB KK (ton)	Alat tangkap		GT Kapal
									Jenis alat tangkap	Nilai produktivitas	
572	TWP Pulau Pieh	94.368.838,04	39.900,00	197,34	41,6	0,042%	1.267	0,53	Bubu	0,510	0,52
573	TWP Gili Matra	96.448.792,51	2.954,00	101,95	163,00	0,003%	2.625	0,07	Bubu	0,510	0,07
573	TNP Laut Sawu	96.448.792,51	3.355.352,82	7.966,62	533,08	3,470%	2.625	91,09	Bubu	0,510	89,30
711	TWP Anambas	66.195.416,22	1.262.686,20	3.345,83	-	1,902%	4.902	93,26	Bubu	0,510	91,43
713	TWP Kapopongan	48.118.622,10	50.000,00	911,23	-	0,102%	4.627	4,72	Bubu	0,510	4,63
714	TWP Banda	66.248.430,27	2.500,00	32,33	97,80	0,004%	3.294	0,12	Bubu	0,510	0,12
715	SAP Raja Ampat	47.468.479,31	183.000,00	629,42	-	0,384%	110	0,42	Bubu	0,510	0,41
715	SAP Waigeo Sebelah Barat	47.468.479,31	271.630,00	851,24	11,41	0,570%	110	0,63	Bubu	0,510	0,62
717	TWP Padaido	63.513.904,70	60.000,00	1.333,95	1.161,42	0,091%	146	0,13	Bubu	0,510	0,13
718	SAP Kepulauan Aru	48.000.819,36	114.000,00	2.378,01	1.949,70	0,228%	620	1,42	Bubu	0,510	1,39

Contoh Penghitungan Estimasi Potensi Penangkapan Ikan di Kawasan Konservasi Nasional dan Estimasi Jumlah Unit Kapal Yang Dapat Beroperasi di Dalam Kawasan Konservasi untuk Kelikan Cumi-cumi

WPP	Kawasan Konservasi	Luasan WPP/fishing ground	Luasan KK (Ha)	Luasan Zona Inti	luasan zona lain	Persentase (Luasan KK-zona inti-zona lainnya)	Cumi-cumi				
							JTB WPP (ton)	JTB KK (ton)	Alat tangkap		GT Kapal
									Jenis alat tangkap	Nilai produktivitas	
572	TWP Pulau Pieh	94.368.838,04	39.900,00	197,34	41,6	0,042%	23.435	9,85	Pancing Cumi	0,680	7,24
573	TWP Gili Matra	96.448.792,51	2.954,00	101,95	163,00	0,003%	11.062	0,31	Pancing Cumi	0,680	0,23
573	TNP Laut Sawu	96.448.792,51	3.355.352,82	7.966,62	533,08	3,470%	11.062	383,86	Pancing Cumi	0,680	282,25
711	TWP Anambas	66.195.416,22	1.262.686,20	3.345,83	-	1,902%	22.658	431,06	Pancing Cumi	0,680	316,96
713	TWP Kapoposang	48.118.622,10	50.000,00	911,23	-	0,102%	5.685	5,80	Pancing Cumi	0,680	4,26
714	TWP Banda	66.248.430,27	2.500,00	32,33	97,80	0,004%	9.422	0,34	Pancing Cumi	0,680	0,25
715	SAP Raja Ampat	47.468.479,31	183.000,00	629,42	-	0,384%	2.712	10,42	Pancing Cumi	0,680	7,66
715	SAP Waigeo Sebelah Barat	47.468.479,31	271.630,00	851,24	11,41	0,570%	2.712	15,47	Pancing Cumi	0,680	11,37
717	TWP Padaido	63.513.904,70	60.000,00	1.333,95	1.161,42	0,091%	1.278	1,16	Pancing Cumi	0,680	0,85
718	SAP Kepulauan Aru	48.000.819,36	114.000,00	2.378,01	1.949,70	0,228%	7.370	16,84	Pancing Cumi	0,680	12,38

Contoh Penghitungan Estimasi Potensi Penangkapan Ikan di Kawasan Konservasi Nasional dan Estimasi Jumlah Unit Kapal Yang Dapat Beroperasi di Dalam Kawasan Konservasi

WPP	Kawasan Konservasi	Ikan Pelagis Kecil	Ikan Pelagis Besar	Ikan Demersal	Ikan Karang	Udang Panaeid	Lobster	Kepiting	Rajungan	Cumi-cumi	Total GT
		GT Kapal									
572	TWP Pulau Pieh	139,52	107,24	85,95	0	5,66	1,12	3,29	1,04	14,48	368,69
573	TWP Gili Matra	4,69	15,20	10,74	0	0,09	0,04	0,01	0,14	0,45	31,75
573	TNP Laut Sawu	11.666,31	9.990,21	13.366,76	0	111,91	53,21	18,24	178,61	564,50	36.424,70
711	TWP Anambas	5.500,18	2.535,60	5.503,81	0	724,48	27,38	41,32	182,86	633,91	15.673,86
713	TWP Kapoposang	111,55	134,94	491,21	0	30,75	0,77	5,69	9,26	8,53	803,20

WPP	Kawasan Konservasi	Ikan Pelagis Kecil	Ikan Pelagis Besar	Ikan Demersal	Ikan Karang	Udang Panaeid	Lobster	Kepiting	Rajungan	Cumi-cumi	Total GT
		GT Kapal									
714	TWP Banda	4,29	10,79	10,45	0	0,09	0,03	0,04	0,23	0,50	26,87
715	SAP Raja Ampat	918,40	234,25	308,22	0	10,79	4,59	1,16	0,83	15,32	1.504,40
715	SAP Waigeo Sebelah Barat	1.363,56	347,79	457,62	0	16,02	6,81	1,72	1,23	22,75	2.233,60
717	TWP Padaido	84,71	139,81	62,66	0	4,58	0,91	0,57	0,26	1,70	296,50
718	SAP Kepulauan Aru	1.176,81	1.740,42	2.289,30	0	87,02	4,26	3,51	2,78	24,76	5.347,11

Contoh Penghitungan Estimasi Potensi Penangkapan Ikan di Kawasan Konservasi Nasional dan Estimasi Jumlah Unit Kapal Yang Dapat Beroperasi di Dalam Kawasan Konservasi yang berada dalam 2 WPPNRI

WPPNRI	Kawasan Konservasi	Luasan WPP/fishing ground	Luasan KK (Ha)	Luasan ZONA INTI	luasan zona lain	Persentase (zona pemanfaatan perikanan)	Ikan Pelagis Kecil				
							JTB WPP (ton)	JTB KK (ton)	Alat tangkap		GT
									Jenis alat tangkap	Nilai produktivitas	
715	KK Kep. Waigeo Sebelah Barat	47.468.479,31	267.209,16	851,24	11,41	0,561%	121.626	682,45	Pancing ulur	0,70	974,92
717	KK Kep. Waigeo Sebelah Barat	63.513.904,70	177.411,35	3.000,00	30,00	0,275%	121.626	333,93	Pancing ulur	0,70	477,05

Catatan: Luasan Kawasan KK yang digunakan bukan nilai yang sesungguhnya

- 1) JTB KK dihitung untuk masing-masing proporsi per WPPNRI dan per kelompok jenis ikan
- 2) JTB KK untuk jenis pelagis kecil adalah JTB dari proporsi WPPNRI 1 dan ke-2 yaitu : 975 GT (WPPNRI 715) + 477 GT (WPPNRI 717)
- 3) Lakukan proses yang sama untuk kelompok jenis yang lain sehingga JTB KK total dapat ditentukan dari akumulasi masing-masing kelompok jenis

Lampiran 2.

Estimasi Potensi Sumber Daya Ikan Sesaat (Standing Stock) dengan Mengacu Kepada Data Sensus Visual (UVC)

Contoh perhitungan menduga biomassa jenis ikan dari hasil survey UVC

Species	Tahun	Ukuran	Jumlah ikan	a	b	Abundance (no.ha-1)	W (kg)	Biomass (kg.ha-1)	T (°C)
<i>Apogon compressus</i>	2019	12	10	0,019	2,984	400	0,0309	12,3552	29,5
<i>Atrosalarias fuscus</i>	2019	13	1	0,015	3,018	40	0,0343	1,3713	29,5
<i>Caesio cuning</i>	2019	22	20	0,015	3,121	800	0,2306	184,4920	29,5
<i>Caesio cuning</i>	2019	30	1	0,015	3,121	40	0,6071	24,2852	29,5
<i>Caesio cuning</i>	2019	30	4	0,015	3,121	160	0,6071	97,1408	29,5
<i>Chlorurus bleekeri</i>	2019	27	1	0,024	2,969	40	0,4318	17,2737	29,5
<i>Chlorurus capistratoides</i>	2019	30	1	0,024	2,969	40	0,5904	23,6178	29,5
<i>Chlorurus sordidus</i>	2019	24	1	0,024	2,969	40	0,3044	12,1762	29,5
<i>Lutjanus biguttatus</i>	2019	22	1	0,015	3,057	40	0,1918	7,6705	29,5
<i>Lutjanus decussatus</i>	2019	22	1	0,015	3,057	40	0,1918	7,6705	29,5
<i>Lutjanus decussatus</i>	2019	28	1	0,015	3,057	40	0,4008	16,0324	29,5
<i>Scarus dimidiatus</i>	2019	22	4	0,023	2,956	160	0,2175	34,7966	29,5
<i>Scarus quoyi</i>	2019	18	1	0,023	2,956	40	0,1202	4,8069	29,5
<i>Scarus rivulatus</i>	2019	18	3	0,018	3,074	120	0,1264	15,1680	29,5
<i>Thalassoma lunare</i>	2019	13	1	0,021	2,832	40	0,0301	1,2051	29,5

Contoh perhitungan menduga MSY dari biomassa jenis ikan

Species	Biomass (kg.ha-1)	Luasan habitat (ha)	Biomass total (kg)	Mortalitas alami (M)	mortalitas penangkapan rendah (F) (E=0.1)	mortalitas penangkapan tinggi (F) (E=0.5)	MSY (kg.thn-1) penangkapan rendah (E=0.1)	MSY (kg.thn-1) penangkapan tinggi (E=0.5)
<i>Apogon compressus</i>	12,36	6	74,13	0,37	0,041	0,370	14,52	27,43
<i>Atrosalarias fuscus</i>	1,37	6	8,23	0,36	0,040	0,360	1,57	2,96
<i>Caesio cuning</i>	305,92	6	1835,51	0,26	0,029	0,260	252,65	477,23
<i>Chlorurus bleekeri</i>	17,27	6	103,64	0,28	0,031	0,280	15,36	29,02
<i>Chlorurus capistratoides</i>	23,62	6	141,71	0,26	0,029	0,260	19,51	36,84
<i>Chlorurus sordidus</i>	12,18	6	73,06	0,26	0,029	0,260	10,06	18,99
<i>Lutjanus biguttatus</i>	7,67	6	46,02	0,31	0,034	0,310	7,55	14,27
<i>Lutjanus decussatus</i>	23,70	6	142,22	0,29	0,032	0,290	21,83	41,24
<i>Scarus dimidiatus</i>	34,80	6	208,78	0,28	0,031	0,280	30,95	58,46
<i>Scarus quoyi</i>	4,81	6	28,84	0,31	0,034	0,310	4,73	8,94
<i>Scarus rivulatus</i>	15,17	6	91,01	0,28	0,031	0,280	13,49	25,48
<i>Thalassoma lunare</i>	1,21	6	7,23	0,27	0,030	0,270	1,03	1,95

Lampiran 3.

Estimasi potensi sumber daya ikan sesaat (*standing stock*) berdasarkan data pendaratan ikan (*fish landing monitoring*)

A. Struktur data hasil tangkapan:

1. Stock: komoditas atau jenis ikan
2. yr: tahun data yang digunakan
3. ct: hasil tangkapan per tahun
4. bt: proxy CPUE

B. ID file data untuk running R:

1. Region: daerah atau unit stok
2. Subregion: nama Kawasan konservasi Perairan
3. Stock: komoditas atau jenis sesuai dengan file struktur data
4. Name: optional; nama umum komoditas atau jenis, misalnya "groupers"
5. EnglishName: optional; nama dalam perdagangan, misalnya "Coral groupers"
6. ScientificName: optional; nama ilmiah jenis ikan
7. SpecCode: optional; the code number used in FishBase for fish or SealifeBase for non-fish
8. Group: optional; misalnya, "Large predators" or "Pelagic plankton feeders" or "Benthic organisms".
9. Source: optional; the source where the data were taken from, e.g. <http://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Advice/2014/2014/gfb-comb.pdf>
10. MinOfYear: tahun awal data yang digunakan
11. MaxOfYear: tahun akhir data yang digunakan
12. StartYear: tahun data awal yang akan digunakan untuk analisis data
13. EndYear: tahun data akhir yang akan digunakan untuk analisis data
14. Flim, Fpa, Blim, Bpa, Bmsy, FMSY, MSYBtrigger, B40, M, Fofl, SSB: optional; fisheries reference points
15. Resilience: prior estimate of resilience, corresponding to intrinsic growth rate ranges (see next section). Allowed values are "High", "Medium", "Low", "Very Low". Get default values from www.FishBase.org
16. r.low/r.hi: an optional pair of parameters to specify the range of intrinsic growth rate for the species. Set these to NA to use the range specified in Resilience. If values are given, the Resilience column will be ignored. Check www.FishBase.ca for prior estimates.
17. stb.low/stb.hi: the prior biomass range relative to the unexploited biomass (B/k) at the beginning of the catch time series (see next section).
18. int.yr: a year in the time series for an intermediate biomass level. Set it to NA to have it estimated by default rules.
19. intb.low / intb.hi: the estimated intermediate relative biomass range (see next section). Set it to NA to have it estimated from maximum or minimum catch, according to some simple rules (note: these may not be appropriate for your stock).
20. endb.low/endb.hi: the prior relative biomass (B/k) range at the end of the catch time series (see next section). Set to NA if you want to use the defaults.
21. q.start/q.end: the start and end year for determining the catchability coefficient. Set to a recent period of at least 5 years where catch and abundance were relatively stable or had similar trends. If set to NA the default is last 5 years (or last 10 years in slow growing species).
22. btype: the type of information in the bt column of the catch file. Allowed values are "biomass" (when total biomass is reported), "CPUE" (when cpue or cpue index or SSB are reported) or "None" (if no abundance data are available).

- 23. force.cmsy: set to TRUE if the management analysis should use the CMSY results rather than available BSM results. Useful when the abundance data are deemed unreliable. Default is FALSE or F.
- 24. Comment: a comment on the stock or the quality of the analysis or special settings. This comment is shown in the. output.

C. Contoh analisis

1. Struktur data

Stock	yr	ct	bt
groupers	2009	3773.13	3.8
groupers	2010	3347.7	4.2
groupers	2011	3766.35	2.8
groupers	2012	3224.11	2.7
groupers	2013	4089.62	2.9
groupers	2014	4401.09	2.5
groupers	2015	4442.51	3.1
groupers	2016	3797.56	2.5
groupers	2017	5652.77	2.4
groupers	2018	3992.3	2.2
groupers	2019	5536.305	6.4
groupers	2020	3231.499	5.5
groupers	2021	5620.362	6.1

2. ID Data

Region	Indonesia
Subregion	National
Stock	groupers
Group	Reef Fish
Name	Kerapu
EnglishName	groupers
ScientificName	Plectropomus leopardus
Source	
MinOfYear	2009
MaxOfYear	2021
StartYear	2009
EndYear	2021
Flim	
Fpa	
Blim	
Bpa	
Bmsy	
FMSY	
MSY	
MSYBtrigger	
B40	
M	
Fofl	
last_F	
Resilience	medium
r.low	0.47

r.hi	1.06
stb.low	
stb.hi	
int.yr	
intb.low	
intb.hi	
endb.low	
endb.hi	
q.start	
q.end	
e.creep	
btype	CPUE
force.cmsy	F
Comment	

3. Proses analisis data

Berikut adalah Langkah-langkah analisis data cMSY:

- 1) Analisis data menggunakan perangkat lunak Rstudio, sehingga lakukan instalasi R dan Rstudio menggunakan versi yang terbaru (<https://cran.r-project.org/bin/windows/base/>)
- 2) Siapkan 2 file data input yang sebelumnya dijelaskan dalam poin a dan b
- 3) Lakukan installasi package analisis data yang dibutuhkan dalam R atau Rstudio
- 4) Tutorial atau *guideline*, contoh data input, dan script R yang digunakan dalam analisis data cMSY ini tersedia dalam tautan google drive: <https://drive.google.com/drive/folders/1ul5thm9lMuffihi7wA4eOIM-mKZrBgfJ?usp=sharing>

4. Hasil analisis dari CMSY menggunakan R

Results of CMSY analysis

Altogether 54262 viable trajectories for 13710 r-k pairs were found

r = 0.804, 95% CL = 0.581 – 1.11, k = 20.4, 95% CL = 14.5 – 28.6

MSY = 4.06, 95% CL = 3.3 – 5.38

Relative biomass in last year = 0.412 k, 2.5th perc = 0.214, 97.5th perc = 0.588

Exploitation F/(r/2) in last year = 1.67, 2.5th perc = 1.17, 97.5th perc = 3.21

Results from Bayesian Schaefer model (BSM) using catch & CPUE

q = 0.00037, lcl = 0.000259, ucl = 0.000527

r = 0.807, 95% CL = 0.584 – 1.12, k = 22.8, 95% CL = 16.2 – 32.3, r-k log correlation= -0.865

MSY = 4.61, 95% CL = 3.86 – 5.49

Relative biomass in last year = 0.535 k, 2.5th perc = 0.349, 97.5th perc = 0.679

Exploitation F/(r/2) in last year = 0.967, 2.5th perc = 0.701, 97.5th perc = 1.57

Results for Management (based on BSM analysis)

Fmsy = 0.403, 95% CL = 0.292 – 0.558 (if $B > \frac{1}{2} B_{msy}$ then $F_{msy} = 0.5 r$)
Fmsy = 0.403, 95% CL = 0.292 – 0.558 (r and Fmsy are linearly reduced if
 $B < \frac{1}{2} B_{msy}$)

MSY = 4.61, 95% CL = 3.86 – 5.49

Bmsy = 11.4, 95% CL = 8.08 – 16.1

Biomass in last year = 12.2, 2.5th perc = 7.96, 97.5 perc = 15.5

B/Bmsy in last year = 1.07, 2.5th perc = 0.697, 97.5 perc = 1.36

Fishing mortality in last year = 0.388, 2.5th perc = 0.306, 97.5 perc =
0.595

Exploitation $F/F_{msy} = 0.967$, 2.5th perc = 0.701 , 97.5 perc = 1.57

Lampiran 4.

Mengestimasi Upaya Penangkapan yang Diperbolehkan (GT) melalui Konversi dari JTB dengan menggunakan satu alat tangkap
Sebagai contoh, untuk kawasan konservasi Pesisir Timur Pulau Weh, untuk kelompok ikan pendugaan upaya yang diperbolehkan dihitung melalui:

Upaya tangkap yang diperbolehkan (GT) =

Upaya_{Kelikan-pelagis kecil} + Upaya_{Kelikan-pelagis besar} + Upaya_{Kelikan-demersal} + Upaya_{Kelikan-karang} + Upaya_{Kelikan-udang-penaeid} + Upaya_{Kelikan-lobster} + Upaya_{Kelikan-cumi} + Upaya_{Kelikan-rajungan} + Upaya_{Kelikan-kepiting}

Upaya yang diperbolehkan = 69,76 + 53,62 + 42,97 + 2,83 + 0,57 + 0 + 7,24 + 0,52 + 1,65 = 181,99GT

Dimana:

$$\begin{aligned} \text{Upaya}_{\text{Kelikan-pelagis kecil}} &= \text{JTB} \div \text{produktivitas alat} \\ & \quad \text{tangkap dominan} \\ &= 90,69 \div 1.36 \\ &= 69,76 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upaya}_{\text{Kelikan-pelagis besar}} &= \text{JTB} \div \text{produktivitas alat} \\ & \quad \text{tangkap dominan} \\ &= 46,11 \div 0.86 \\ &= 53,62 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upaya}_{\text{Kelikan-demersal}} &= \text{JTB} \div \text{produktivitas alat} \\ & \quad \text{tangkap dominan} \\ &= 30,08 \div 0.70 \\ &= 42,97 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upaya}_{\text{Kelikan-karang}} &= 0(\text{kuota penangkapan tidak} \\ & \quad \text{diberikan)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upaya}_{\text{Kelikan-udang-penaeid}} &= \text{JTB} \div \text{produktivitas alat} \\ & \quad \text{tangkap dominan} \\ &= 3,74 \div 1,32 \\ &= 2,83 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upaya}_{\text{Kelikan-lobster}} &= \text{JTB} \div \text{produktivitas alat} \\ & \quad \text{tangkap dominan} \\ &= 0,29 \div 0.50 \\ &= 0,57 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upaya}_{\text{Kelikan-cumi}} &= \text{JTB} \div \text{produktivitas alat} \\ & \quad \text{tangkap dominan} \\ &= 4,92 \div 0,68 \\ &= 7,24 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upaya}_{\text{Kelikan-rajungan}} &= \text{JTB} \div \text{produktivitas alat} \\ & \quad \text{tangkap dominan} \end{aligned}$$

$$= 0,27 \div 0,51$$

$$= 0,52$$

Upaya Kelikan-kepiting

$$= \text{JTB} \div \text{produktivitas alat tangkap dominan}$$

$$= 1,28 \div 0,78$$

$$= 1,65$$

Lampiran 5.

Mengestimasi Upaya Penangkapan yang Diperbolehkan (GT) melalui Konversi dari JTB dengan menggunakan lebih dari satu alat tangkap

Apabila dalam kegiatan penangkapan menggunakan lebih dari 1 alat tangkap maka pendugaan upaya tangkap yang diperbolehkan beroperasi di kawasan konservasi adalah sebagai berikut:

- a. menentukan alat tangkap standar dominan yang digunakan;
- b. menghitung masing masing nilai produktivitas alat tangkapnya sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 98 Tahun 2021 tentang produktivitas kapal penangkapan ikan;
- c. menghitung rasio produktivitas alat tangkap dengan cara membagi nilai produktivitas alat tangkap lain yang dibawa dalam kapal dengan alat tangkap dominan yang digunakan;
- d. menentukan GT setara, dengan cara:
 - 1) menghitung rasio produktivitas alat tangkap dengan cara seperti pada poin C;
 - 2) menentukan Nilai GT setara dari nilai produktivitas alat tangkap standar (GT setara PS) dengan Rumus sebagai berikut:
(Nilai GT awal berdasarkan alat tangkap prioritas standar) : 2 (jika ada 2 jenis alat tangkap)
 - 3) menentukan Nilai GT setara dengan Rumus sebagai berikut:
GT (setara PS) / nilai rasio produktivitas
- e. menentukan Nilai Upaya Tangkap per masing masing kelompok sumber daya ikan yaitu ikan pelagis kecil, ikan pelagis besar, ikan demersal, ikan karang, udang penaeid, lobster, kepiting, rajungan, dan cumi-cumi (KepMen KP No. 19 tahun 2022) dengan membagi total GT setara dengan ukuran kapal yang diberikan izinnya.

Sebagai contoh berdasarkan alat tangkap dominan ikan pelagis kecil di Taman Wisata Perairan Pulau Pieh, maka jika dalam kegiatan penangkapan ikan menggunakan kapal penangkap ikan yang mengoperasikan 2 (dua) jenis alat tangkap yakni pukat cincin pelagis kecil dengan nilai produktivitas 1,30 dan gillnet atau pancing tonda atau trammelnet maka perhitungan total upaya penangkapan ikan untuk kelompok jenis ikan pelagis kecil sebagai berikut:

Contoh perhitungan total upaya penangkapan ikan untuk kelompok jenis ikan pelagis kecil yang menggunakan lebih dari 1 alat tangkap dominan

Jenis API	Produktivitas	Rasio Produktivitas	GT (setara PS)	GT Setara	Total Upaya Kelompok Jenis Ikan Pelagis Kecil Di KK (unit)
API Gillnet	0,78	0,60	34,88	58,132	11,63
API Pancing Tonda	0,5	0,38	34,88	90,686	18
Trammelnet	0,25	0,189	34,88	184,16	37

Nilai perhitungan tersebut dapat digunakan terhadap kebijakan penentuan daya dukung dengan tidak hanya mempertimbangkan jumlah unit kapal tetapi juga dengan alat penangkapan ikan (API) yang digunakan.

3. Daya Dukung Kegiatan Pemanfaatan Kawasan Konservasi Bidang Budidaya Perikanan

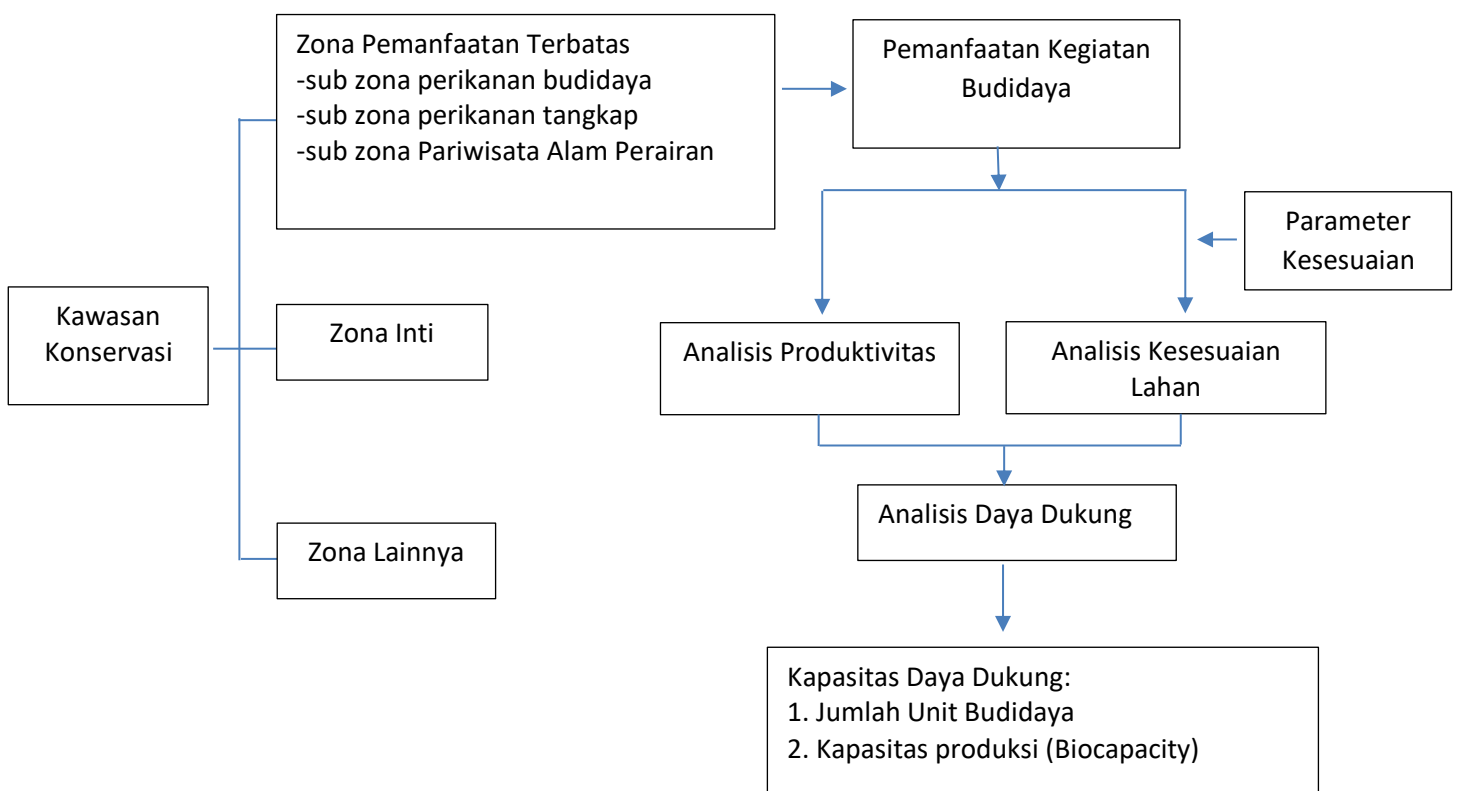
3.1. Alur Pikir Daya Dukung Bidang Budidaya

Penentuan daya dukung bidang budidaya dilakukan dengan melihat alokasi ruang pemanfaatan di dalam kawasan konservasi berbasis pada zonasi kawasan konservasi. Berdasarkan ketentuan dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 31 Tahun 2020, zonasi kawasan konservasi dijelaskan sebagai batas-batas fungsional di kawasan konservasi yang ditetapkan sesuai dengan potensi sumber daya hayati, non-hayati, dan sosial budaya beserta daya dukung lingkungan. Zonasi dalam kawasan konservasi meliputi:

- a. Zona Inti, yang ditujukan untuk perlindungan mutlak terhadap target konservasi;
- b. Zona pemanfaatan terbatas, yang ditujukan untuk kegiatan perikanan dan pariwisata secara berkelanjutan; dan
- c. Zona lain sesuai peruntukan kawasan.

Adapun tujuan dari alokasi ruang pemanfaatan adalah distribusi peruntukan ruang dalam zonasi kawasan konservasi yang meliputi ruang tiap kegiatan pemanfaatan untuk menjaga keberlanjutan ekosistem, meminimalkan kerusakan dan gangguan yang diakibatkan aktivitas pemanfaatan.

Kegiatan budidaya perikanan termasuk dalam kegiatan pemanfaatan yang diperbolehkan dengan syarat wajib berupa kepemilikan izin. Dalam pemberian izin, Satuan Unit Organisasi Pengelola (SUOP) berpegang pada faktor-faktor penting yang salah satu diantaranya adalah daya dukung lingkungan perairan. Berdasarkan kapasitas daya dukung perairan ini, SUOP sebagai pengelola dan pemegang kewenangan di kawasan konservasi akan mengatur kapasitas produksi dan jumlah unit maksimum untuk keberlanjutan kegiatan pemanfaatan di kawasan konservasi. Alur pikir daya dukung kegiatan budidaya perikanan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Pikir Daya Dukung Bidang Budidaya Perikanan dalam Kawasan Konservasi

3.2. Pengaturan Pemanfaatan Kegiatan Budidaya Perikanan Di Dalam Kawasan Konservasi

3.2.1. Prinsip Pemanfaatan Untuk Pembudidaya Ikan

Pemanfaatan untuk budidaya ikan dalam kawasan konservasi mengacu pada prinsip-prinsip sebagai berikut:

- a. jenis ikan yang dibudidayakan adalah jenis ikan lokal atau jenis ikan yang telah diintroduksi di perairan Indonesia lebih dari 30 tahun dan tidak termasuk dalam kategori invasif dan/atau berpotensi menjadi invasif;
- b. budidaya ikan bersirip dan krustasea dilakukan dengan penggunaan sumber benih yang bebas penyakit dan berasal dari unit perbenihan yang telah tersertifikasi Cara Perbenihan Ikan yang Baik (CPIB);
- c. budidaya ikan bersirip dan krustasea diperbolehkan menggunakan ikan rucah sebagai pakan dengan ketentuan ikan rucah ditangkap dengan alat tangkap yang ramah lingkungan sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 18 Tahun 2021 tentang Penempatan Alat Penangkapan Ikan dan Alat Bantu Penangkapan Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia dan Laut Lepas Serta Penataan Andon Penangkapan Ikan;
- d. budidaya ikan bersirip dan krustasea yang menggunakan pakan buatan diperbolehkan dengan ketentuan memiliki upaya mengurangi dampak pencemaran salah satunya dengan penerapan Integrated Multi Trophic Aquaculture (IMTA);
- e. penggunaan bahan kimia seperti anti trisipan selama produksi budidaya hanya diperbolehkan untuk bahan kimia yang terdaftar di Kementerian Perikanan dan Kelautan dan dipergunakan sesuai dengan dosis;
- f. budidaya perikanan dilakukan dengan tidak meninggalkan sarana yang sudah tidak dipergunakan di lokasi budidaya seperti infrastruktur karamba, jaring, dan tali;
- g. teknologi yang diterapkan pada usaha budidaya diharuskan yang ramah lingkungan mulai dengan menerapkan prinsip-prinsip Cara Budidaya Ikan yang Baik (CBIB) dan Cara Penanganan Ikan Yang Baik;
- h. jumlah unit usaha budidaya disesuaikan dengan daya dukung kawasan konservasi; dan
- i. infrastruktur pendukung kegiatan pembudidayaan ikan yang dibangun tidak mengganggu fungsi utama kawasan konservasi.

3.2.2. Lokasi Pemanfaatan

Lokasi usaha budidaya ikan di kawasan konservasi dilakukan di zona pemanfaatan terbatas dan/atau subzona pembudidayaan ikan.

3.2.3. Skala Usaha

Kegiatan pembudidayaan ikan di kawasan konservasi dapat dilakukan oleh usaha pembudidayaan:

- a. skala mikro dan kecil yang dilakukan oleh masyarakat lokal pembudidaya ikan kecil, baik orang perseorangan atau badan usaha; dan
- b. skala menengah dan besar yang dilakukan oleh bukan pembudidaya ikan kecil baik orang – perseorangan atau badan usaha yang melibatkan masyarakat lokal.

Sekurang-kurangnya alokasi subzona pembudidayaan ikan untuk pembudidaya ikan lokal adalah sebesar 50% dari total subzona pembudidayaan ikan yang boleh dimanfaatkan sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 31 Tahun 2021 tentang Pemanfaatan Kawasan Konservasi Perairan

3.2.4. Luasan Budidaya yang Dialokasikan

Kegiatan pembudidayaan ikan dialokasikan sebagai berikut:

- a. Pada subzona pembudidayaan ikan;
- b. apabila belum terdapat sub zona budidaya maka dialokasikan ruang maksimal 50 % dari alokasi ruang zona pemanfaatan terbatas kawasan

konservasi melalui penetapan ruang budidaya berdasarkan kegiatan budidaya eksisting, atau area lainnya yang minimal memiliki kesamaan karakter dengan area budidaya eksisting dan/atau areal potensi budidaya lainnya; dan

- c. berdasarkan identifikasi kesesuaian ruang budidaya dan pada zona pemanfaatan terbatas.

3.2.5. Identifikasi Kesesuaian Ruang Budidaya Pada Zona Pemanfaatan Terbatas

Untuk mengetahui potensi kawasan yang sesuai dalam pengembangan komoditas budidaya (baik budidaya ikan, krustacea, rumput laut, kerang mutiara, dan budidaya lainnya) di suatu ekosistem berdasarkan perairan, dibutuhkan kriteria kesesuaian lahan yang dijadikan sebagai dasar/acuan dalam penentuan kelayakan suatu perairan. Parameter kesesuaian perairan berdasarkan komoditas dan metode budidaya mengacu pada Peraturan Direktur Jenderal Kelautan, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil Nomor 11/PER-DJKP3K/2014 tentang Pedoman Teknis Penyusunan Rencana Teknis Pemanfaatan Kawasan Konservasi Perairan, Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil. Parameter kesesuaian perairan untuk komoditas ikan dan udang diantaranya adalah:

Pengaruh Gelombang, Kedalaman Perairan dari Dasar Kurungan, Arus, Salinitas, Suhu, Sumber Pencemaran, Pelayaran, Kecerahan, dan Kimia Perairan (pH, DO, BOD, nitrit, H₂S).

Parameter kesesuaian perairan untuk budidaya kerang - kerangan adalah:

Pengaruh Angin Musim, Gelombang, Kedalaman, Substrat, Arus, Pelayaran, Kecerahan, Pencemaran, Kesuburan Perairan, Suhu, Salinitas, dan Aksesibilitas.

Parameter kesesuaian perairan untuk budidaya rumput laut antara lain:

Pengaruh Angin Musim, Kondisi Gelombang, Arus, Kedalaman Perairan, Dasar Perairan, Salinitas, Suhu, Kecerahan, pH, Fosfat, Nitrat, Sumber Bibit, Sarana Penunjang, Pencemaran, Keamanan, dan Pelayaran.

Sedang untuk budidaya mutiara, kriteria kesesuaiannya antara lain:

Pengaruh Angin Musim, Gelombang, Arus, Kedalaman, Dasar Perairan, Salinitas, Suhu, Kecerahan, Kesuburan Perairan, Sumber Benih/Induk, Sarana Penunjang, Pencemaran, dan Pelayaran

Parameter lingkungan yang digunakan sebagai kriteria keramba jaring apung antara lain:

Suhu Perairan, Salinitas, Arus, Tinggi Gelombang, Kedalaman Perairan dari Dasar Jaring, DO, Ph, Nitrat, Fosfat, dan Pelayaran

Parameter lingkungan yang digunakan sebagai kriteria keramba tancap antara lain:

Kedalaman, Kecerahan, Klorofil-a, DO, dan BOD.

Detail parameter kesesuaian untuk kegiatan pembudidayaan ikan tersedia pada Lampiran 1. Selain berdasarkan kesesuaian parameter, area yang sesuai untuk kegiatan pembudidayaan ikan juga dapat dikaji dari kawasan dimana aktivitas tersebut dilakukan.

3.2.6. Daya Dukung Kegiatan Pembudidayaan Ikan Di Dalam Kawasan Konservasi

Daya dukung kegiatan pembudidayaan ikan di kawasan konservasi ditentukan melalui identifikasi kesesuaian ruang budidaya dan kapasitas produksi di kawasan tersebut (biocapacity). Identifikasi kesesuaian ruang budidaya dapat dilakukan pada alokasi zona budidaya yang dialokasikan (sebagaimana poin 2.4).

Hasil identifikasi ini nantinya digunakan untuk menunjang identifikasi spasial yang hasil akhirnya adalah penentuan dan penyusunan letak kapling/petak kegiatan budidaya. Keluaran dari identifikasi luas areal budidaya ini adalah peta tematik standar pembuatan peta menggunakan skala 1:50.000 atau disesuaikan dengan luas zona yang diperbolehkan untuk pemanfaatan pembudidayaan ikan sebagaimana yang diatur dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 31 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Kawasan Konservasi.

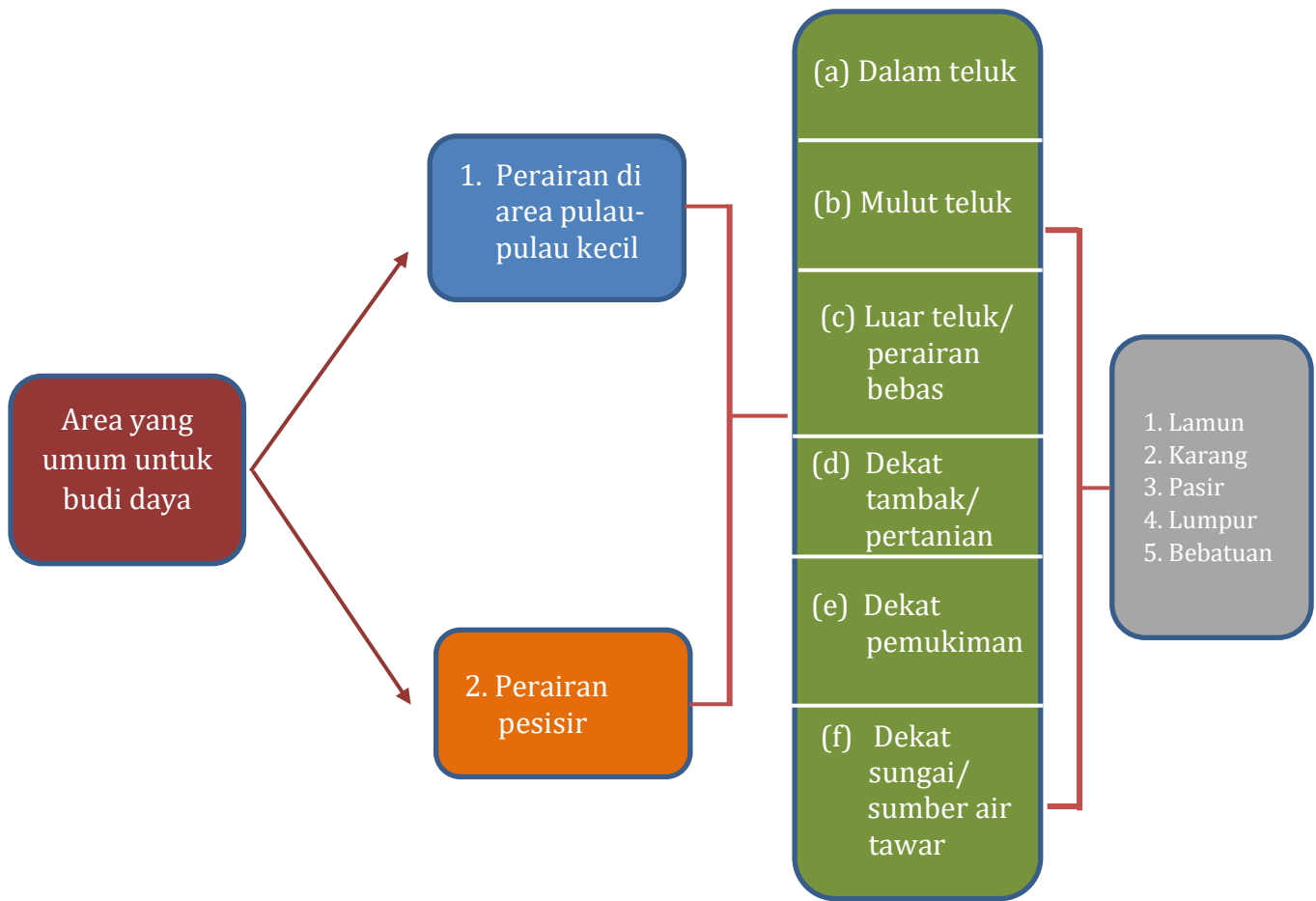
Setelah menentukan luas areal yang ditetapkan dan letak kapling/petak untuk kegiatan pembudidayaan di kawasan konservasi, SUOP perlu mengkaji lebih lanjut terkait daya dukung. Dalam hal ini yang dimaksud daya dukung adalah jumlah unit pembudidayaan (JUB) dan kemampuan produksi (biocapacity) yang diizinkan berkegiatan di kawasan konservasi

3.3. Penghitungan Estimasi Daya Dukung Pemanfaatan Budidaya Laut di Kawasan Konservasi

Jumlah unit usaha yang dapat dilakukan, ditentukan oleh besaran daya dukung kawasan. Daya dukung kawasan dapat diestimasi berdasarkan kapasitas produksi dan jumlah unit maksimum budidaya. Metode penilaian daya dukung Kawasan Konservasi dalam pemanfaatan Budidaya dilakukan beberapa tahapan, diantaranya adalah:

a. Identifikasi Karakteristik Dan Luas Perairan

Identifikasi karakteristik perairan berfungsi untuk menentukan batasan lokasi-lokasi dan luas perairan yang akan dinilai daya dukung sesuai dengan karakternya masing-masing. Selanjutnya, dari masing-masing lokasi tersebut, akan ditentukan stasiun-stasiun pengambilan sampel yang akan menjadi ulangan dalam pengambilan data kualitas air. Berikut ini adalah bagan pembagian karakteristik perairan yang menjadi acuan dalam penentuan stasiun pengambilan sampel dan juga akan menjadi pertimbangan dalam pembobotan parameter kualitas air saat dilakukannya analisis kesesuaian lahan.



Gambar 3. Pembagian Karakteristik Perairan Yang Akan Dianalisis Daya Dukung

b. Pengumpulan Data

Data yang akan digunakan dalam analisis daya dukung terdiri dari data primer dan sekunder.

1) Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumber aslinya. Data primer yang dimaksud adalah data parameter kualitas air baik fisika, kimia dan biologi serta data sosial ekonomi. Data parameter kualitas air diambil dari stasiun pengambilan sampel yang telah ditentukan dan akan digunakan untuk penentuan kelas kesesuaian lahan. Parameter kualitas air yang diukur disesuaikan dengan komoditas yang dibudidayakan. Parameter fisika yang umum digunakan untuk menentukan kualitas perairan meliputi cahaya, suhu, kecerahan dan kekeruhan, warna air, padatan total, padatan terlarut, dan padatan tersuspensi. Sedangkan parameter kimia air yang berpengaruh terhadap kehidupan akuatik yaitu pH, salinitas, CO₂ dan O₂ terlarut, serta kandungan material beracun termasuk bahan organik seperti amoniak, nitrit, logam berat, maupun kimia sintetis. Kualitas air secara biologis, khususnya secara mikrobiologik ditentukan oleh parameter mikrobial pencemar, patogen dan penghasil toksin. Banyak jenis bakteri patogen dan toksin berkembang dan menyebar melalui badan air, baik yang hidup secara anaerobik maupun yang hidup secara aerobik. Data sosial ekonomi yang diukur adalah produktivitas komoditas yang dibudidayakan yang akan digunakan dalam analisa rata-rata produksi (*yield factor*) yang akan digunakan untuk penghitungan kapasitas produksi (*biocapacity*). Data produktivitas ini diperoleh melalui wawancara dengan pembudidaya di kawasan yang akan dinilai daya dukungnya. Jumlah pembudidaya yang menjadi responden harus dapat mewakili kondisi budidaya di kawasan

tersebut. Data yang dikumpulkan untuk menganalisis produktivitas pembudidaya dapat dilihat pada Lampiran 2.

- 2) Data sekunder adalah data yang diperoleh melalui media perantara atau secara tidak langsung. Data sekunder yang diambil diantaranya pola musim budidaya, curah hujan, kecepatan angin dan pasang surut. Selain karakteristik perairan, data sekunder juga akan digunakan dalam pertimbangan pembobotan parameter saat analisa kesesuaian lahan.
- c. Penentuan Kesesuaian Perairan Budidaya dalam Kawasan Konservasi
 - 1) Penyusunan matrik kesesuaian lahan
Analisis kesesuaian lokasi yang tepat menghasilkan produktivitas yang lebih baik dan menjanjikan untuk pengembangan budidaya laut. Penyusunan matrik kesesuaian merupakan dasar dari analisis keruangan melalui skoring dan pembobotan terhadap parameter kualitas air yang telah ditentukan. Pembobotan dilakukan berdasarkan karakteristik wilayah dimana parameter kualitas air yang dinilai paling mempengaruhi kegiatan budidaya, akan mendapatkan bobot yang lebih tinggi dibandingkan dengan parameter kualitas air lainnya. Pembobotan dan skoring ini dapat ditentukan berdasarkan penilaian ahli (*expert judgement*). Pembobotan dan skoring parameter akan berbeda untuk setiap komoditas dan metode budidaya yang digunakan.
 - 2) Penghitungan total skoring dari hasil pengukuran kualitas air dan pada masing-masing kelas kesesuaian lahan. Penghitungan ini dilakukan dengan mengalikan skor dan bobot masing-masing parameter. Terdapat tiga kelas kesesuaian lahan yaitu Sangat Sesuai (S1), Sesuai (S2), Tidak Sesuai (N).
 - a) Kategori (S1): Sangat Sesuai (*highly suitable*)
Daerah ini tidak mempunyai pembatas yang serius untuk menerapkan perlakuan yang diberikan atau hanya mempunyai pembatas yang tidak berarti atau tidak berpengaruh secara nyata terhadap penggunaannya dan tidak akan menaikkan masukan tingkatan perlakuan yang diberikan.
 - b) Kategori (S2): Sesuai (*suitable*)
Daerah ini mempunyai pembatas-pembatas yang agak serius untuk mempertahankan tingkat perlakuan yang harus diterapkan. Pembatas ini akan meningkatkan masukan/tingkat perlakuan yang diperlukan.
 - c) Kategori (N): Tidak Sesuai (*Not Suitable*)
Daerah ini mempunyai pembatas permanen sehingga mencegah segala kemungkinan perlakuan pada daerah tersebut.
 - 3) Penentuan kisaran nilai dari masing-masing kelas kesesuaian lahan. Langkah pertama yaitu menentukan nilai interval kelas (B) kesesuaian lahan untuk menentukan batasan nilai kisaran per kelas. Penentuan interval untuk kelas kesesuaian lahan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$\frac{\sum(a_{i \max} \cdot X_{n \max}) - \sum(a_{i \min} \cdot X_{n \min})}{k}$$

Keterangan:

B : Interval kelas kesesuaian areal

ai : Bobot

Xn : Nilai skor, dimana Xn max = nilai skor terbesar (yaitu 30),
dan Xn min = nilai skor terkecil (yaitu 10))

k : Jumlah kelas kesesuaian yang diinginkan.

Selanjutnya menentukan batas bawah kelas Sangat Sesuai (BS1) dan batas atas kelas Tidak Sesuai (BN) menggunakan rumus berikut:

$$\text{Batas Bawah Sangat Sesuai (S1)} \quad BS1 = \sum(a_{i \max} \cdot X_{n \max}) - B$$

$$\text{Batas Atas Tidak Sesuai (N)} \quad \text{BN} = \Sigma(a_{i \min.} \cdot x_{n \min}) + B$$

Setelah mendapatkan nilai batas atas dan bawahnya, dilanjutkan dengan menentukan kisaran nilai dari masing-masing kelas menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kisaran Kelas Sangat sesuai (S1)} &= \text{nilai BS1 s/d nilai} \\ &\quad \Sigma(a_{i \max} \cdot x_{n \max}) \\ \text{Kisaran Kelas Sesuai (S2)} &= \text{nilai (BN + 1) s/d} \\ &\quad \text{nilai (BS1-1)} \\ \text{Kisaran Kelas Tidak Sesuai (N)} &= \text{nilai } \Sigma(a_{i \min.} \cdot x_{n \min}) \text{ s/d} \\ &\quad \text{BN} \end{aligned}$$

Penentuan kesesuaian perairan budidaya ini dapat dijadikan rujukan untuk alokasi ruang budidaya (**poin 2.5**).

4) Penghitungan Kapasitas Produksi (Biocapacity) dan Jumlah Unit Maksimum
a) Penghitungan Kapasitas Produksi (Biocapacity)

Data produktivitas yang diperoleh digunakan untuk menghitung rata-rata kemampuan produksi komoditas dalam satu ha luasan lahan dalam waktu satu tahun (yield factor). Setelah mendapatkan nilai yield factor, dilanjutkan dengan menghitung kemampuan luas perairan yang tersedia untuk memproduksi suatu komoditas (*biocapacity*). Untuk menghitung kapasitas produksi (biocapacity) dapat menggunakan rumus berikut:

$$\text{Biocapacity (ton)} = \text{Luas lahan sesuai dengan kelas kesesuaiannya (ha)} \times \text{factor yield (ton/ha/tahun)}$$

b) Penghitungan Jumlah Unit Maksimum

Setelah mendapatkan luasan lahan berdasarkan kelas kesesuaiannya, selanjutnya dapat ditentukan jumlah unit maksimum yang dapat ditampung oleh masing-masing luasan lahan tersebut. Penentuan jumlah unit maksimum dapat diperoleh dengan persamaan berikut:

$$\text{Jumlah unit maksimum} = \frac{\text{Luas lahan (ha)}}{\text{luas per unit (ha)}}$$

Lampiran 1.

Parameter Pengukuran Kualitas Perairan Untuk Analisa Kesesuaian Perairan Untuk Budidaya Perikanan

a. Parameter pengukuran kualitas perairan untuk Budidaya Rumput Laut

No	Faktor/Parameter	Nilai Kriteria Kesesuaian		
		S1	S2	N
1	Fosfat (mg/L)	0,2-0,5	0,1-0,2 & 0,5-1	< 0,1 & > 1
2	Nitrat (mg/L)	0,9 – 3,2	0,1- < 0,9 & 3,3 – 3,4	< 0,1 & > 3,4
3	Amoniak (mg/L)	< 0,3	0,3 – 0,5	> 0,5
4	Kecepatan Arus (m/s)	0,2 – 0,3	0,1 – 0,2 & 0,3 – 0,4	< 0,1 & > 0,4
5	Suhu (°C)	24 – 30	20 – 24	< 20 & > 30
6	Salinitas ‰	30-32	22-30 & 32-34	< 22 & > 34
7	pH	6,5 – 8,5	4 – 6,5 & 8,5 – 9,5	< 4 & > 9,5
8	Oksigen terlarut (mg/L)	> 6	4 – 6	< 4
9	<i>Chemical Oxygen Demand</i> (mg/L)	10 – 90	91 – 100	> 100
10	Klorofil-a (mg/L)	3,5 – 10	0,2 - < 3,5	< 0,2
11	Kekeruhan (NTU)	≤ 10	> 10 - < 40	> 40
12	Jarak dari pantai (m)	150 – 1500	1200 – 2000	> 2000
13	Kedalaman (m)	2 – 15	16 – 20	> 20
14	Total Suspended Solid (mg/L)	<25	25-50	>50
15	Kecerahan (m)	>5	>3-4,9	<2,9
16	Substrat	Pasir halus, pecahan karang dan makroalga	Pasir berlumpur sedang	Lumpur & karang

b. Parameter pengukuran kualitas perairan untuk Budidaya Ikan

No	Faktor/Parameter	Nilai Kriteria Kesesuaian		
		S1	S2	N
1	Pengaruh angin dan gelombang yang kuat	Kecil	Sedang	Besar
2	Kedalaman air dari dasar kurungan (m dari	5-10	10 - 15	<5 dan >15

	surut terendah)			
3	Pergerakan air/ arus (cm/detik)	20-40	<20, 40-60	>60
4	Kadar garam/salinitas (‰)	27-33	15-27	<15 dan >33
5	Suhu Air (°C)	28 -30	30-33	<28 dan >33
6	Sumber pencemaran	Bebas pencemaran	Musiman	Ada
7	Pelayaran	Bukan alur pelayaran	Bukan alur pelayaran	Alur pelayaran
8	Kecerahan (m)	> 5	3-5	< 3
9	pH	6,5 – 8,5	5 - 6,5	<5 dan >8,5
10	DO (mg/l)	> 6	4 – 6	<4
11	BOD (mg/l)	< 10	10 – 20	>20
12	Nitrit (mg/l)	Nihil	Nihil	Terdeteksi
13	H ₂ S (mg/l)	< 0,01	0,01 – 0,05	> 0,05

Keterangan: S1 (Sangat Sesuai), S2 (Sesuai), N (Tidak Sesuai)

c. Parameter pengukuran biofisik dan kualitas perairan untuk Budidaya Udang

No	Faktor/Parameter	Nilai Kriteria Kesesuaian		
		S1	S2	N
1	Pengaruh angin dan gelombang yang kuat	Kecil	Sedang	Besar
2	Kedalaman air dari dasar kurungan (m dari surut terendah)	5-10	10 - 15	<5 dan >15
3	Pergerakan air/ arus (cm/detik)	20-40	<20, 40-60	>60
4	Kadar garam/salinitas (‰)	27-33	15-27	<15 dan >33
5	Suhu Air (°C)	28 -30	30-33	<28 dan >33
6	Sumber pencemaran*	Bebas pencemaran	Musiman	Ada
7	Pelayaran	Bukan alur pelayaran	Bukan alur pelayaran	Alur pelayaran
8	Kecerahan (m)	> 5	3-5	< 3
9	pH	6,5 – 8,5	5 - 6,5	<5 dan >8,5

10	DO (mg/l)	> 6	4 – 6	<4
11	BOD (mg/l)	< 10	10 – 20	>20
12	Nitrit (mg/l)	Nihil	Nihil	Terdeteksi
13	H ₂ S (mg/l)	< 0,01	0,01 – 0,05	> 0,05

Keterangan: S1 (Sangat Sesuai), S2 (Sesuai), N (Tidak Sesuai)

- d. Parameter pengukuran biofisik dan kualitas perairan untuk Budidaya Kerang-kerangan

No	Faktor/Parameter	Nilai Kriteria Kesesuaian		
		S1	S2	N
1	Pengaruh angin musim	Terlindung	Terlindung sedang	Kurang Terlindung
2	Kondisi Gelombang	Tenang	Sedang	Besar
3	Kedalaman (m)	3 - 7	> 7	<3
4	Substrat	Lumpur	Pasir Lumpur	Pasir, Karang
5	Arus (m/detik)	0,05 - 0,2	0,2 - 0,5	>0,5
6	Keamanan/Pelayaran	Aman/tidak mengganggu pelayaran	Cukup aman/tidak mengganggu pelayaran	Kurang aman/tidak mengganggu pelayaran
7	Kecerahan (m)	1 - 4	5 - 8	>8
8	Kesuburan perairan (kelimpahan fitoplankton, ind/liter)	Tinggi (>15.000)	Sedang (2000-15.000)	Rendah (<2000)
9	Suhu Air (°C)	25 - 27	28 -30	<25 dan >30
10	Kadar garam/salinitas (‰)	25 - 30	31 -35	<21 dan >35
11	Aksesibilitas	Baik/mudah dicapai	Sedang/cukup mudah dicapai	Kurang/sulit dicapai

Keterangan: S1 (Sangat Sesuai), S2 (Sesuai), N (Tidak Sesuai)

e. Parameter pengukuran kualitas perairan untuk Budidaya Mutiara

No	Faktor/Parameter	Nilai Kriteria Kesesuaian		
		S1	S2	N
1	Pengaruh angin musim	Terlindung	Terlindung sedang	Kurang Terlindung
2	Kondisi Gelombang	Tenang	Sedang	Besar
3	Kedalaman (m)	15 – 25 m	25 – 50 m	50 m
4	Arus (cm/detik)	15 – 25	10 – 15 dan 25 – 30	< 10 dan > 30
5	Dasar Perairan	Berkarang mati	Pasir	Pasir/lumpur
6	Kadar garam/salinitas (‰)	32 – 35	28 – 31 dan 36– 40	< 27 dan > 40
7	Suhu Air (°C)	25 – 31	22 – 24 dan 32– 35	< 22 dan > 35
8	Kecerahan (m)	4,5– 6,5	3,5– 4,4 dan 6,6– 7,7	< 3,5 dan > 7,7
9	Kesuburan perairan (kelimpahan fitoplankton, ind/liter)	Tinggi (>15.000)	Sedang (2000- 15.000)	Rendah (<2000)
10	Sumber benih dan induk*	Tersedia hatchery, dan >70% kebutuhan benih tercukupi sepanjang waktu	Tersedia hatchery, dan 30%-70% kebutuhan benih tercukupi namun adakalanya tidak tercukupi	Tidak tersedia hatchery, dan <30% kebutuhan benih tercukupi dan seringkali tidak tercukupi
11	Sarana penunjang	Baik	Cukup	Kurang
12	Pencemaran	Bebas pencemaran	Musiman	Ada
13	Keamanan/Pelayaran	Bukan Alur pelayaran	Bukan Alur pelayaran	Alur Pelayaran

Keterangan: S1 (Sangat Sesuai), S2 (Sesuai), N (Tidak Sesuai)

f. Parameter pengukuran biofisik dan kualitas perairan untuk kegiatan budidaya keramba jaring apung

No	Faktor/Parameter	Sumber	Bobot	Kelas Kriteria Kesesuaian dan Skor					
				S1	Skor	S2	Skor	N	Skor
1	Suhu Air (°C)	Nybakken, 1988, Mulyanto, 1992, LP. Undana, 2006	5	29 - 30	3	26-<29	2	<26 dan >30	1
2	Kadar garam/salinitas (‰)	Nontji, 2003, Romimohtarto dan Juwana, 1999, LP. Undana, 2006	5	25 - 30	3	>30 - 33	2	<25, >33	1
3	Arus (cm/detik)	DKP,RI 2002	4	<0,75	3	0,76 - 1,0	2	>1	1
4	Tinggi Gelombang (m)	DKP,RI 2002	4	<0,5	3	0,5 - 1,0	2	>1	1
5	Kedalaman (m)	DKP,RI 2002	4	4,0 - 7,0	3	7,1 -10,0	2	<4, >10	1
6	Oksigen Terlarut (mg/l)	LP. Undana, 2006	3	> 6	3	3 - <6	2	<3	1
7	pH Perairan	LP. Undana, 2006	3	6,6 - 8,0	3	6,0 - 6,5	2	<6,0,>8,0	1
8	Nitrat (mg/l)	Tiensong Rusmee, et al, 1986	2	<0,1	3	0,1 - 0,9	2	>0,9	1
9	Phospat (mg/l)	Tiensong Rusmee, et al, 1986	2	<0,1	3	0,1 - 0,9	2	>0,9	1
10	Jarak dari Alur Pelayaran dan Kawasan lainnya (m)	Bengen, 2008	2	>500	3	300 - 500	2	>300	1

Keterangan: S1 (Sangat Sesuai), S2 (Sesuai), N (Tidak Sesuai)

g. Parameter pengukuran biofisik dan kualitas perairan untuk kegiatan budidaya keramba tancap

No	Faktor/Parameter	Pengaruh (%)	Kelas Kriteria Kesesuaian dan Skor							
			S1	Skala	S2	Skala	SB	Skala	N	Skala
1	Kedalaman (m)	35	8<S1≤12	10	12<S2≤16 26<S2≤28	6	16<S3≤20 24<S3≤26	1	20<N≤4 N≤24	Restricted
2	Kecerahan (m)	20	5<S1≤10	10	3<S2≤5	8	0<S3≤3	1	N=0	Restricted

					10<S2≤15		15<S3≤20		N>20	
3	Klorofil-a (mg/l)	15	S1>30	10	20<S2≤30	9	10<S3≤20	1	N≤20	Restricted
4	Oksigen Terlarut (mg/l)	15	6<S1≤8	10	4<S2≤6 S2>8	9	3<S3≤4	1	N<3	Restricted
5	BOD (mg/l)	15	S1<2,5	10	2,5<S2≤4,5	9	-	1	N>4,5	Restricted

Keterangan: S1 (Sangat Sesuai), S2 (Sesuai), SB (Sesuai Bersyarat), N (Tidak Sesuai)

Lampiran 2.
Data Sosial Ekonomi yang Digunakan Dalam Analisis Produktivitas
Pembudidaya

No	Parameter	Satuan
1	Jumlah pembudidaya	orang
2	Jumlah tali*	-
3	Panjang tali*	m
4	Jarak antar tali*	m
5	Produksi/tali*	ton
6	Luas per unit**	ha
7	Produksi/unit**	ton
8	Jumlah siklus/tahun	-

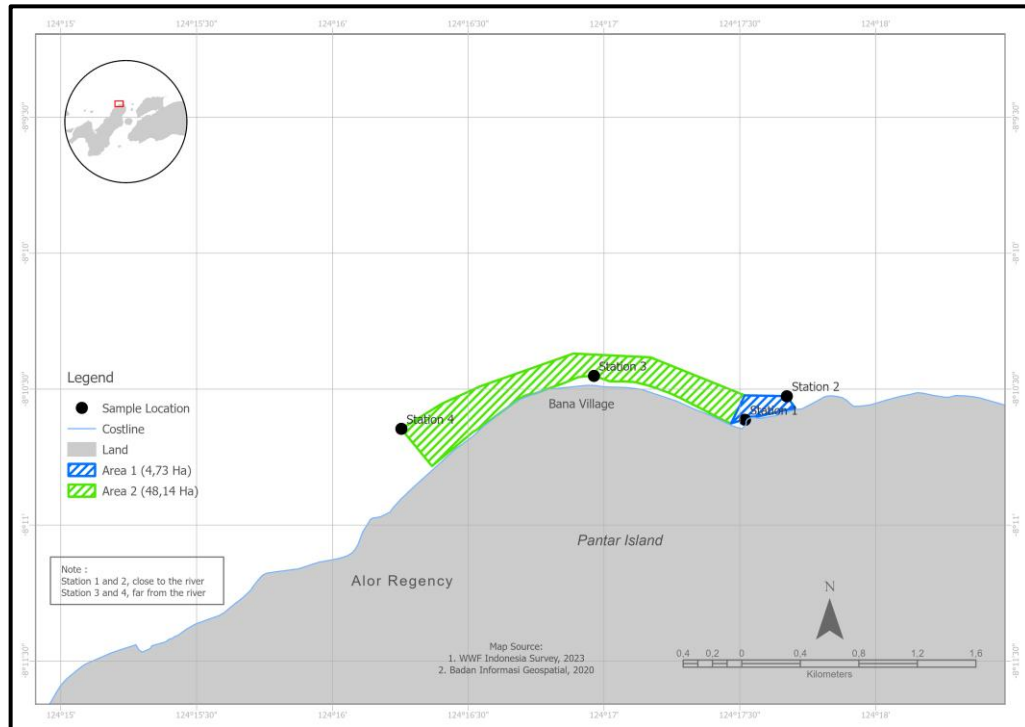
*untuk budidaya rumput laut

**untuk budidaya selain rumput laut

Lampiran 3.

Contoh Tahapan Penghitungan Estimasi Daya Dukung

1. Penetapan lokasi budidaya yang akan dinilai sesuai dengan alokasi ruang yang telah diatur. Setelah menentukan lokasi, dilanjutkan dengan identifikasi karakter dan luas perairan yang akan dikaji daya dukungnya. Contoh identifikasi karakter dan penentuan luas perairan disajikan pada Gambar 4. Terdapat dua area dengan karakter yang berbeda, dan setiap area diambil 2 titik stasiun pengambilan sampel sebagai ulangan, sehingga total ada 4 titik stasiun pengambilan sampel.



Gambar 4. Contoh detail lokasi budidaya dan stasiun pengambilan sampel untuk penghitungan daya dukung perairan Desa Bana, Kecamatan Pantar, Kabupaten Alor

2. Pengumpulan data primer dan sekunder
Setelah penetapan lokasi yang akan ditentukan daya dukungnya, dilanjutkan dengan pengambilan data primer dan sekunder. Data primer yang diambil adalah data kualitas air dan data citra satelit untuk analisis kesesuaian lahan, data sosial-ekonomi untuk menghitung nilai produktivitas, dan data sekunder untuk pertimbangan karakteristik wilayah.

Berikut ini adalah contoh hasil pengukuran data kualitas air dan data citra satelit pada 2 titik stasiun di area 1 pada budidaya rumput laut.

Contoh Data Hasil Pengukuran Kualitas Air Dan Data Citra Satelit pada Area 1

No	Parameter	Stasiun 1	Stasiun 2	Rata-rata
1	Temperatur (°C)	28,3	29,6	28,9
2	Dissolved Oxygen (mg/L)	7,2	7,7	7,4
3	Salinitas (‰)	28	30,2	29,1
4	pH	4,89	4,62	4,76
5	Kedalaman (m)	0,9	1,1	1

6	Kecerahan (m)	0,9	1,1	1
7	Substrat	pasir	lamun	lamun dan pasir
8	Arus (m/s)	0,003	0,065	0,034
9	Jarak dari pantai*	112	170,6	141,3
10	Fosfat (mg/L)	<0,001	<0,001	<0,001
11	Nitrat (mg/L)	0,0275	0,0065	0,017
12	Amonia (mg/L)	0,034	0,086	0,06
13	Chemical Oxygen Demand (mg/L)	325	487	406
14	Klorofil (mg/L)	<0,001	1,65	0.69
15	Kekeruhan (NTU)	3,21	3,87	3,54
16	Total suspended solid (mg/L)	34,2	28,6	31,4

*data jarak dari pantai diambil melalui citra satelit

Contoh data hasil pengukuran kualitas air dan data citra satelit di Area 2

*data jarak dari pantai diambil melalui citra satelit

No	Parameter	Stasiun 3	Stasiun 4	Rata-rata
1	Temperature (°C)	29,2	28,7	28,9
2	Dissolved Oxygen (mg/L)	7,2	7,8	7,5
3	Salinitas (‰)	31	31	31
4	pH	4,6	4,8	4,7
5	Kedalaman (m)	2	1,3	1,65
6	Kecerahan (m)	1,8	1,2	1,5
7	Substrat	pasir	lamun	pasir dan lamun
8	Kecepatan arus (m/s)	0,045	0,21	0,1275
9	Jarak dari pantai	80	453	266,5
10	Fosfat (mg/L)	<0,001	<0,001	<0,001
11	Nitrat (mg/L)	0,028	0,031	0,029
12	Ammonia (mg/L)	0,051	0,025	0,038
13	Chemical Oxygen Demand (mg/L)	201	256	228,5
14	Klorofil (mg/L)	<0,001	0,76	0,38
15	Kekeruhan (NTU)	5,2	1,7	3,45
16	Total suspended solid (mg/L)	38,1	21,5	29,8

Data Produktivitas Budidaya

Jumlah Pembudi daya (kapita)	Jumlah tali	Panjang Tali (m)	Jarak antar Tali (m)	Produksi/ tali (ton)	Jumlah siklus/ Tahun
152	100	30	0,5	0,012	2

Hasil pengambilan data sekunder

Parameter	Hasil
Pola musim tanam	<ul style="list-style-type: none"> • Februari – Maret (panen dengan produksi tinggi) • April – Juli (tidak ada kegiatan budidaya) • Agustus-Oktober (musim tanam) • November (Tidak ada budidaya)
Curah hujan	81 mm
Kecepatan angin	3 m/s-16.2 m/s
Pasang surut	0,7- 2.5 m

3. Pembobotan dan skoring parameter kualitas air

Setelah mendapatkan data kualitas air, maka dilakukan pembobotan dan skoring untuk setiap parameter yang diukur. Pembobotan dilakukan berdasarkan karakteristik wilayah dimana parameter kualitas air yang dinilai paling mempengaruhi kegiatan budidaya, akan mendapatkan bobot yang lebih tinggi dibandingkan dengan parameter kualitas air lainnya. Pembobotan dan skoring ini dapat ditentukan melalui penilaian ahli (*expert judgement*). Pembobotan dan skoring parameter akan berbeda untuk setiap komoditas dan metode yang digunakan. Berikut ini adalah contoh hasil pembobotan dan skoring dari hasil pengukuran parameter kualitas air di masing-masing stasiun di setiap area yang dianalisis.

Hasil Pembobotan Dari Rata-Rata Parameter Kualitas Air Di Stasiun 1 Dan 2 Pada Area 1

Parameter	Kesesuaian	Kisaran	Stasiun 1	Stasiun 2	Rata-rata	Bobot (Xn)	Skor (ai)	Total (Xn.ai)	Xn.ai
Temperatur (°C)	S1	24 – 30	28,3	29,65	28,975	8	30	240	240
	S2	20 – 24					20		160
	N	< 20 &> 30					10		80
Dissolved Oxygen (mg/L)	S1	> 6	7,2	7,75	7,475	5	30	150	150
	S2	4-6					20		100
	N	< 4					10		50
Salinitas (‰)	S1	30-32	28	30,2	29,1	12	30	240	360
	S2	22-30 & 32-34					20		240
	N	< 22 &> 34					10		120
pH	S1	6,5 – 8,5	4,89	4,62	4,755	8	30	160	240
	S2	4 – 6,5 & 8,5 – 9,5					20		160
	N	< 4 &> 9,5					10		80
Kedalaman (m)	S1	2 – 15	0,9	1,1	1	6	30	180	180
	S2	16 – 20					20		120
	N	> 20					10		60
Kecerahan (m)	S1	>5	0,9	1,1	1	6	30	180	180
	S2	>3-4,9					20		120
	N	<2,9					10		60
Substrat	S1	Pasir halus, pecahan karang dan makroalga	pasir	lamun	lamun pasir	5	30	150	150
	S2	Pasir berlumpur sedang					20		100
	N	Lumpur & karang					10		50

Arus (m/s)	S1	0,2 – 0,3	0,003	0,065	0,034	6	30	60	180
	S2	0,1 – 0,2 & 0,3 – 0,4					20		120
	N	< 0,1 & > 0,4					10		60
Jarak dari pantai	S1	150 – 1500	112	170,6	141,3	5	30	150	150
	S2	1200 – 2000					20		100
	N	> 2000					10		50
Fosfat (mg/L)	S1	0,2 – 0,5	<0,001	<0,001	<0,001	8	30	80	240
	S2	0,1 – 0,2 & 0,5 – 1					20		160
	N	< 0,1 & > 1					10		80
Nitrat (mg/L)	S1	0,9 – 3,2	0,0275	0,0065	0,017	8	30	80	240
	S2	0,1- < 0,9 & 3,3 – 3,4					20		160
	N	< 0,1 & > 3,4					10		80
Amonia (mg/L)	S1	< 0,3	0,034	0,086	0,06	4	30	120	120
	S2	0,3 – 0,5					20		80
	N	> 0,5					10		40
Chemical Oxygen Demand (mg/L)	S1	10 – 90	325	487	406	6	30	60	180
	S2	91 – 100					20		120
	N	> 100					10		60
Klorofil (mg/L)	0	3,5 – 10	<0,001	1,65	0,69	4	30	80	120
	S2	0,2 - < 3,5					20		80
	N	< 0,2					10		40
Kekeruhan (NTU)	S1	≤ 10	3,21	3,87	3,54	4	30	120	120
	S2	> 10 - < 40					20		80
	N	> 40					10		40

Total suspended solid (mg/L)	S1	<25	34,2	28,6	31,4	5	30	100	150
	S2	25-50					20		100
	N	>50					10		50
Total							100	2150	
Total <i>aimax.Xnmax</i>									3000
Total <i>aimin.Xnmin</i>									1000

Hasil Pembobotan Dari Rata-Rata Parameter Kualitas Air Di Stasiun 3 Dan 4 Pada Area 2

Parameter	Kesesuaian	Kisaran	Stasiun 3	Stasiun 4	Rata-rata	Bobot (Xn)	Skor (ai)	Total (Xn.ai)	Xn.ai
Temperatur (°C)	S1	24 – 30	29,2	28,8	29,0	8	30	240	240
	S2	20 – 24					20		160
	N	< 20 & > 30					10		80
Dissolved Oxygen (mg/L)	S1	> 6	7,2	7,8	7,5	5	30	150	150
	S2	4-6					20		100
	N	< 4					10		50
Salinitas (‰)	S1	30-32	31	31	31	8	30	240	240
	S2	22-30 & 32-34					20		160
	N	< 22 & > 34					10		80
pH	S1	6,5 – 8,5	4,6	4,8	4,7	8	30	160	240
	S2	4 – 6,5 & 8,5 – 9,5					20		160
	N	< 4 & > 9,5					10		80
Kedalaman (m)	S1	2 – 15	2	1,3	1,65	6	30	180	180
	S2	16 – 20					20		120
	N	> 20					10		60
Kecerahan (m)	S1	>5	1,8	1,2	1,5	6	30	180	180
	S2	>3-4,9					20		120

	N	<2,9					10		60
Substrat	S1	Pasir halus, pecahan karang dan makroalga	pasir	lamun	pasir dan lamun	5	30	150	150
	S2	Pasir berlumpur sedang					20		100
	N	Lumpur & karang					10		50
Arus (m/s)	S1	0,2 – 0,3	0,045	0,21	0,1275	6	30	120	180
	S2	0,1 – 0,2 & 0,3 – 0,4					20		120
	N	< 0,1 & > 0,4					10		60
Jarak dari pantai (m)	S1	150 – 1500	80	453	266,5	5	30	150	150
	S2	1200 – 2000					20		100
	N	> 2000					10		50
Fosfat (mg/L)	S1	0,2 – 0,5	<0,001	<0,001	<0,001	10	30	100	300
	S2	0,1 – 0,2 & 0,5 – 1					20		200
	N	< 0,1 & > 1					10		100
Nitrat (mg/L)	S1	0,9 – 3,2	0,028	0,031	0,0295	10	30	100	300
	S2	0,1- < 0,9 & 3,3 – 3,4					20		200
	N	< 0,1 & > 3,4					10		100
Ammonia (mg/L)	S1	< 0,3	0,051	0,025	0,038	4	30	120	120
	S2	0,3 – 0,5					20		80
	N	> 0,5					10		40
Chemical Oxygen Demand (mg/L)	S1	10 – 90	201	256	228,5	6	30	60	180
	S2	91 – 100					20		120
	N	> 100					10		60

Klorofil (mg/L)	0	3,5 – 10	<0,001	0,76	0,38	4	30	80	120
	S2	0,2 - < 3,5					20		80
	N	< 0,2					10		40
Kekeruhan (NTU)	S1	≤ 10	5,2	1,7	3,45	4	30	120	120
	S2	>10 - < 40					20		80
	N	> 40					10		40
Total suspended solid (mg/L)	S1	<25	38,1	21,5	29,8	5	30	100	150
	S2	25-50					20		100
	N	>50					10		50
Total						100		2250	
Total $a_{max}.X_{nmax}$									3000
Total $a_{min}.X_{nmin}$									1000

4. Penentuan kisaran nilai setiap kelas kesesuaian lahan

Berikut adalah tahapan penghitungan nilai kisaran untuk setiap kelas kesesuaian lahan.

a. Menentukan nilai interval kelas (B) melalui persamaan berikut:

$$B = \frac{\Sigma(a_{i \max} . x_{n \max}) - \Sigma(a_{i \min} . x_{n \min})}{k} = \frac{3000 - 1000}{3} = 667$$

b. Menentukan nilai batas bawah kelas Sangat Sesuai (BS1) dan batas atas kelas Tidak Sesuai (BN) menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned} \text{Batas Bawah Sangat Sesuai (S1)} \quad BS1 &= \Sigma(a_{i \max} . x_{n \max}) - B \\ &= 3000 - 667 \\ &= 2333 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Batas Atas Tidak Sesuai (N)} \quad BN &= \Sigma(a_{i \min} . x_{n \min}) + B \\ &= 1000 + 667 \\ &= 1667 \end{aligned}$$

c. Menentukan batasan nilai kisaran dari masing-masing kelas kesesuaian lahan

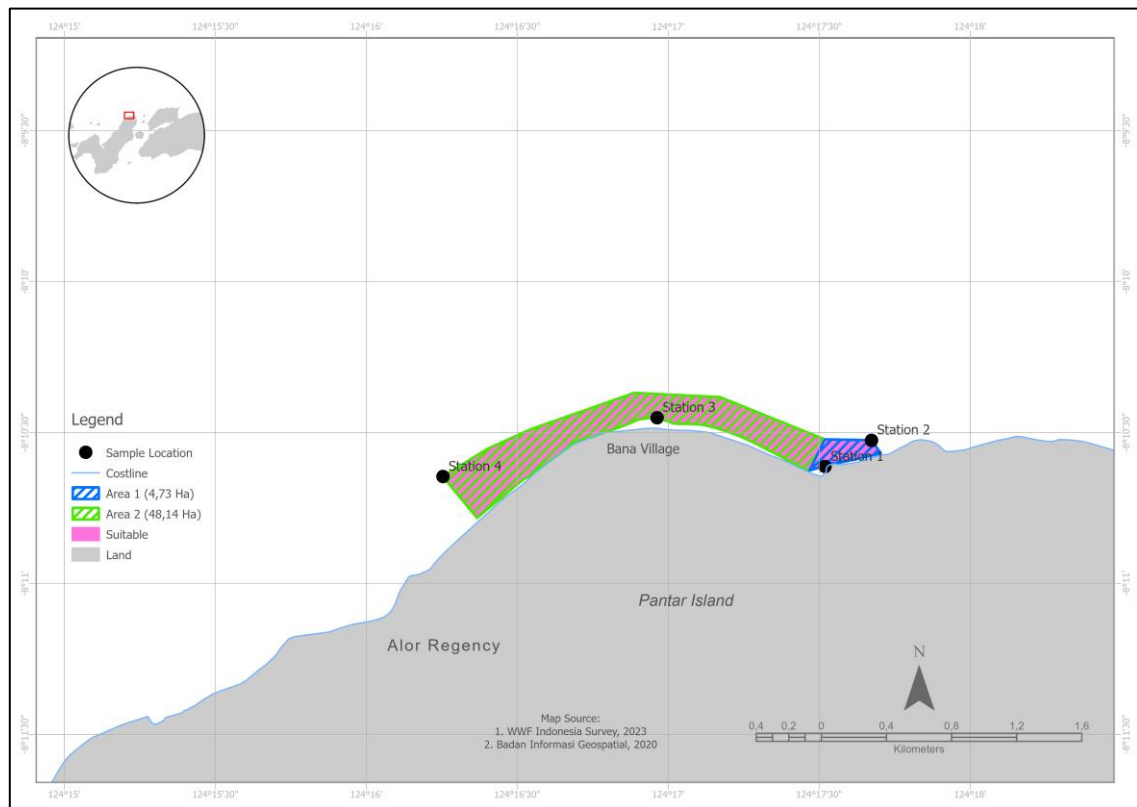
$$\begin{aligned} \text{Kelas Sangat sesuai (S1)} &= \text{nilai BS1 s/d nilai } \Sigma(a_{i \max} . x_{n \max}) \\ &= 2333-3000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kelas Sesuai (S2)} &= \text{nilai (BN +1) s/d nilai (BS1-1)} \\ &= 1668-2332 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kelas Tidak Sesuai (N)} &= \text{nilai } \Sigma(a_{i \min} . x_{n \min}) \text{ s/d nilai BN} \\ &= 1000-1667 \end{aligned}$$

Total skor yang diperoleh di area 1 dan area 2 adalah 2150 dan 2250 yang artinya kedua area tersebut masuk ke dalam kategori kelas **Sesuai (S1)**.

Berikut ini adalah peta contoh hasil analisis kesesuaian lahan di area 1 dan area 2.



Gambar 5. Contoh peta hasil analisis kesesuaian lahan di Desa Bana, Alor

5. Penghitungan Produktivitas (*Yield factor*)

Berdasarkan hasil wawancara terhadap pembudidaya rumput laut di Desa Bana, diperoleh nilai produktivitas usaha budi daya rumput laut yang ditampilkan pada Tabel dibawah.

Produktivitas dari usaha budidaya rumput laut di Desa Bana

Jumlah tali	Panjang tali (m)	Jarak antar tali (m)	Produksi/ tali (ton)	Siklus/ tahun	Luas per unit (ha) ^a	Produksi/ ha (ton) ^b	Rata-rata produksi atau yield factor ^c (ton/ha/tahun)
100	30	0,5	0,012	2	0,15	8	16

^a Luas per unit (ha) = (jumlah tali x panjang tali x jarak antar tali) : 10.000

^b Produksi/ha = (1: luas per unit) x (jumlah tali x produksi per tali)

^c Yield factor = jumlah siklus x produksi per ha .

6. Penentuan Daya Dukung Produksi (*Biocapacity*)

Biocapacity adalah kemampuan produksi maksimum pada luasan tertentu. Nilai *biocapacity* ini diperoleh dari hasil perkalian *yield factor* (ton/ha/tahun) dengan luas lahan sesuai kelas kesesuaiannya (ha). Berikut ini adalah hasil penghitungan *biocapacity* di perairan Desa Bana.

Nilai *biocapacity* berdasarkan kesesuaian lahan

Area	Kriteria	Luas Lahan (ha)	Yield Factor (ton)	Biocapacity (ton/tahun)
1	Sesuai	4,73	16	75,68

2	Sesuai	48,14	16	770,24
Total		52,87		845,92

7. Penentuan Daya Dukung di Tingkat Jumlah Unit Budidaya

Penghitungan daya dukung di tingkat jumlah unit budidaya dapat dihitung dengan membagi luas lahan di setiap kelas kesesuaian dengan luas masing-masing unit yang dimiliki pembudidaya.

Penghitungan jumlah unit berdasarkan luas lahan

Area	Kriteria	Luas Lahan (ha)	Luas per unit (ha)	Jumlah Unit
1	Sesuai	4,73	0,15	32
2	Sesuai	48,14	0,15	321
Total		52,87		352

Kesimpulan:

- Area 1 dan Area 2 masuk ke dalam kategori Sesuai (S2) untuk budidaya rumput laut dengan total kapasitas maksimum produksi (biocapacity) 845,92 ton/tahun dan jumlah unit maksimum yang dapat ditampung di kedua area tersebut sebanyak 352 unit

4. Daya Dukung Kegiatan Pemanfaatan Kawasan Konservasi Bidang Pariwisata Alam Perairan

4.1. Alur Pikir Daya Dukung Bidang Pariwisata Alam Perairan Di Kawasan Konservasi

Penetapan sebuah Kawasan Konservasi (KK) bertujuan untuk melindungi dan melestarikan ekosistem dan sumberdaya alam yang ada di dalamnya serta memanfaatkannya untuk kesejahteraan masyarakat yang ada di sekitarnya. Dalam hal pemanfaatan kawasan konservasi, setiap kegiatan diberikan batasan dengan tetap mempertimbangkan integritas lingkungan, sosial, ekonomi dan kesejahteraan dari sumber daya alam dan budaya yang ada untuk jangka waktu yang panjang.

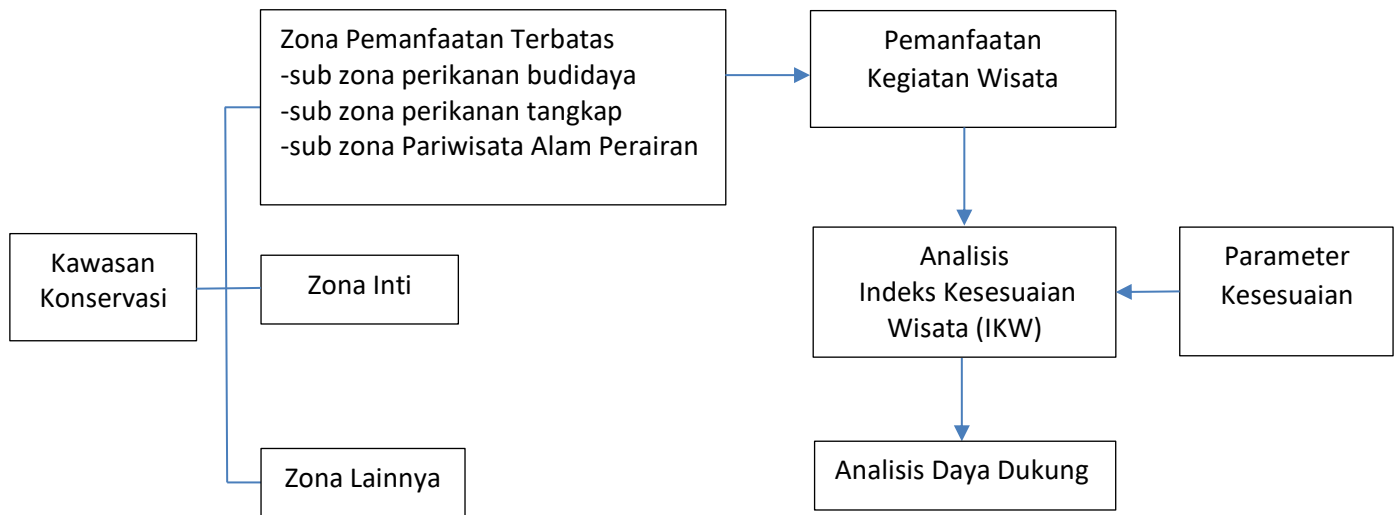
Wisata Bahari menjadi komponen utama dalam kegiatan pariwisata alam perairan di kawasan konservasi. Ekosistem di kawasan konservasi menjadi daya tarik utama bagi wisatawan. Kawasan konservasi memiliki keanekaragaman hayati yang lebih beragam dibanding perairan pada umumnya menjadikannya objek wisata pilihan bagi wisatawan baik domestik maupun mancanegara.

Industri wisata bahari berkembang sangat pesat sejalan dengan banyaknya situs atau lokasi baru yang ditemukan dan ditetapkan. Pertumbuhan ini secara signifikan meningkatkan lapangan kerja dan ekonomi daerah di sekitar kawasan konservasi. Kedepannya, industri wisata bahari akan terus tumbuh dalam hal jumlah wisatawan seiring dengan meningkatnya popularitas pariwisata alam perairan di kawasan konservasi.

Terumbu karang, beberapa jenis ikan dilindungi dan keanekaragaman hayati lainnya menjadi daya tarik utama dalam wisata bahari yang cenderung menerima dampak paling besar kerusakannya. Pesatnya perkembangan industri wisata bahari memberikan kontribusi terhadap percepatan kerusakan ekosistem perairan.

Dengan meningkatnya ancaman dan dampak terhadap ekosistem perairan khususnya di kawasan konservasi, Satuan Unit Organisasi Pengelola Kawasan Konservasi perlu menerapkan prinsip kehati-hatian (*precautionary approach*)

agar kegiatan pemanfaatan khususnya wisata bahari tidak melebihi daya dukung. Daya dukung merupakan mekanisme kontrol kegiatan pemanfaatan yang tertuang dalam bentuk perizinan. Alur pikir daya dukung pariwisata alam perairan dapat di dilihat pada Gambar 6 dibawah ini:



Gambar 6. Alur pikir daya dukung pariwisata alam perairan

4.2. Pengaturan Pemanfaatan Kegiatan Pariwisata Alam Perairan Di Dalam Kawasan Konservasi

4.2.1. Norma Pemanfaatan Untuk Kegiatan Pariwisata Alam Perairan

Ketentuan pemanfaatan jenis kegiatan Pariwisata Alam Perairan di kawasan konservasi berdasarkan ketentuan dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 31 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Kawasan Konservasi, menyebutkan bahwa:

- Memenuhi kewajiban perizinan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan;
- Kegiatan pariwisata alam perairan dilakukan di zona pemanfaatan terbatas pada subzona pariwisata;
- Dilakukan di lokasi yang diperuntukkan untuk masing-masing jenis kegiatan pariwisata alam perairan;
- Melaporkan kepada pengelola Kawasan Konservasi, apabila melihat atau mengetahui terjadinya ancaman terhadap jenis ikan dilindungi;
- Melaporkan kepada pengelola Kawasan Konservasi segala bentuk pelanggaran yang terjadi di Kawasan Konservasi;
- Menggunakan jenis dan standar peralatan keselamatan sesuai dengan jenis aktivitas wisata yang dilakukan;
- Mempunyai kemampuan sesuai dengan jenis aktivitas wisata yang dilakukan;
- Didampingi oleh pemandu wisata lokal atau pengelola Kawasan Konservasi;
- Tidak melakukan aktivitas wisata yang menyebabkan kerusakan Ekosistem, membahayakan jenis ikan dilindungi, pencemaran dan atau/kegiatan yang membahayakan keselamatan wisatawan;
- Tidak membuang sampah atau bahan lain yang menyebabkan kerusakan Ekosistem, membahayakan jenis ikan dilindungi, pencemaran;
- Jumlah wisatawan yang melakukan aktivitas pariwisata alam perairan di dalam Kawasan Konservasi tidak boleh melebihi daya dukung dan daya tampung Kawasan Konservasi.
- Mematuhi ketentuan dan peraturan yang berlaku di Kawasan Konservasi; dan
- Mematuhi arahan dan petunjuk pengelola Kawasan Konservasi.

4.2.2. Lokasi Pemanfaatan

Lokasi kegiatan dan/atau usaha pariwisata di kawasan konservasi dilakukan di zona pemanfaatan terbatas dan/atau subzona pariwisata.

4.2.3. Luasan Pariwisata yang Dialokasikan

Kegiatan pariwisata alam perairan dialokasikan sebagai berikut:

- a. Pada subzona pariwisata;
- b. Apabila subzona pariwisata belum ditentukan maka alokasi ruang untuk kegiatan wisata (selam, snorkeling, tontonan) adalah berdasarkan indeks kesesuaian wisata, potensi wisata dan/atau area eksisting kegiatan wisata pada zona pemanfaatan terbatas.

4.3. Daya Dukung kegiatan Pariwisata

Daya dukung merupakan salah satu indikator rujukan pengelolaan (*management reference indicator*) untuk menyeimbangkan kegiatan pemanfaatan dan perlindungan terhadap ekosistem Kawasan Konservasi. Dengan menghitung daya dukung Kawasan Konservasi dimaksudkan dapat mewujudkan pemanfaatan berkelanjutan secara umum dan pariwisata alam perairan secara khusus. Daya dukung untuk kegiatan pariwisata alam perairan di Kawasan Konservasi dapat digunakan sebagai identifikasi potensi pariwisata alam perairan (dalam hal ini kegiatan selam dan snorkeling) dan faktor pembatas yang merupakan alat kontrol bagi pengelola dalam mekanisme pemberian izin.

Penghitungan daya dukung perlu diterapkan pada kegiatan pemanfaatan kawasan konservasi diantaranya untuk kegiatan selam dan snorkeling. Daya dukung yang ditetapkan mengacu pada jumlah individu yang berkegiatan baik selam maupun *snorkeling*. Konsep daya dukung dapat digunakan sebagai metode untuk mengatur jumlah maksimum pengunjung (wisatawan) untuk setiap lokasi/situs penyelaman dengan mempertimbangkan keberlanjutan sumber daya ekosistem. Penerapan daya dukung dalam kawasan konservasi untuk kegiatan wisata selam dan snorkeling, idealnya akan memberikan pengalaman yang optimal kepada wisatawan dengan penekanan terhadap dampak yang akan ditimbulkan.

Dalam penghitungan daya dukung kegiatan pariwisata alam perairan dibedakan dalam 3 (tiga) kategori, yaitu daya dukung wisata selam, snorkeling, dan wisata tontonan. Metode penghitungan daya dukung selam dan snorkeling di Kawasan Konservasi terbagi atas 2 (dua) tahapan yaitu daya dukung fisik (*Physical Carrying Capacity*) dan daya dukung riil (*Real Carrying Capacity*) (Gambar 7). Dalam tahapan penghitungan perlu mempertimbangkan beberapa faktor koreksi antara lain luas area penyelaman, faktor rotasi, tingkat kematian ekosistem, tingkat gangguan terhadap ekosistem dan ombak/cuaca dan faktor koreksi lainnya sesuai dengan kondisi kawasan konservasi.



Gambar 7. Penghitungan daya dukung kegiatan selam dan snorkeling

4.4. Indeks Kesesuaian Wisata

Penentuan sebuah kawasan menjadi kawasan ekowisata serta rencana pengembangannya diperlukan kesesuaian terhadap sumber daya kawasan sesuai dengan kriteria yang disyaratkan. Hal yang perlu diperhatikan dalam upaya pemanfaatan tersebut adalah kesesuaian sumber daya dan daya dukung. Indeks Kesesuaian Wisata adalah suatu langkah untuk mengukur kesesuaian suatu wisata pada suatu kawasan. Parameter kesesuaian ekowisata bahari dalam kategori wisata selam antara lain tutupan komunitas karang (karang keras, karang lunak, dan *other*), jenis *life form*, jenis ikan karang, kecepatan arus, kecerahan perairan, dan kedalaman perairan. Parameter kesesuaian ekowisata bahari kategori wisata snorkeling antara lain tutupan komunitas karang, jenis *life form*, jenis ikan karang, kecepatan arus, kecerahan perairan, kedalaman perairan, dan lebar hamparan datar karang.

Kegiatan wisata yang dikembangkan harus sesuai dengan potensi sumber daya dan peruntukannya. Setiap kegiatan wisata mempunyai persyaratan sumber daya dan lingkungan sesuai objek wisata yang akan dikembangkan. Persyaratan sumber daya dan lingkungan dikelompokkan berdasarkan jenis kegiatan wisatanya.

Parameter sumber daya untuk wisata selam dan wisata snorkeling yang harus dipertimbangkan dalam kesesuaian ekowisata bahari antara lain adalah kecerahan air laut, kedalaman air laut, kecepatan arus, tutupan komunitas karang, jenis *life form* dan jenis – jenis ikannya (Tabel 4 dan Tabel 5). Sedangkan parameter sumber daya untuk wisata tontonan disesuaikan dengan jenis biota yang menjadi objek utamanya. Setiap biota yang menjadi daya tarik wisata kegiatannya wajib mengikuti kode etik yang sudah ditentukan.

Tabel 4. Kriteria Kesesuaian Wisata Selam

No	Parameter	Bobot	Kategori	Skor
1	Suhu Perairan (°C)	5	23 - 25	3
			26 - 36	2
			<23, >26	1
2	Salinitas (‰)	5	30 - 36	3
			>28 - 30	2
			<28, >36	1
3	Kecerahan Perairan (%)	5	>65	3
			20 - 65	2
			<20	1
4	Kecepatan Arus (cm/detik)	5	0 - 25	3
			26 - 50	2
			>50	1
5	Tutupan karang (%)	4	>65	3
			25 - 65	2
			<25	1
6	Jenis <i>Life Form</i> (sp)	4	>10	3
			4 - 10	2
			<4	1
7	Jenis Ikan Karang (sp)	3	>75	3
			20 - 75	2
			<20	1
8	Kedalaman Terumbu Karang (m)	3	3 - 20	3
			21 - 30	2

No	Parameter	Bobot	Kategori	Skor
			<3. >30	1

Nilai Maksimum = 102

Tabel 5. Kriteria Kesesuaian Wisata Snorkeling

No	Parameter	Bobot	Kategori	Skor
1	Kecerahan Perairan (%)	5	100	3
			80 - <100	2
			20 - <80	1
			<20	0
2	Tutupan komunitas karang (%)	5	>75	3
			>50 - 75	2
			25 - 50	1
			<25	0
3	Jenis <i>Life Form</i> (sp)	3	>12	3
			<7 - 12	2
			4 - 7	1
			<4	0
4	Jenis Ikan Karang (sp)	3	>50	3
			30 - 50	2
			10 - <30	1
			<10	0
5	Kecepatan Arus (cm/detik)	1	0 - 15	3
			>15 - 30	2
			>30 - 50	1
			>50	0
6	Kedalaman Terumbu Karang (m)	1	1 - 3	3
			>3 - 6	2
			>6 - 10	1
			>10; <1	0
7	Lebar Hamparan Datar Karang (m)	1	>500	3
			>100 - 500	2
			20 - 100	1
			<20	

Nilai maksimum = 57

Kesesuaian sumber daya untuk wisata perairan dihitung untuk setiap jenis kegiatan atau jenis wisata. Setiap jenis wisata memiliki parameter sumberdayanya yang menjadi tolak ukur kesesuaian untuk dapat dimanfaatkan pada jenis wisata tersebut. Setiap parameter memiliki tingkat kepentingan atau daya tarik objek wisata yang berbeda terhadap nilai wisata perairan khususnya di Kawasan Konservasi. Selain itu, setiap parameter diukur atau dinilai status kondisinya di alam sesuai dengan tingkat penilaian atau skor sehingga pemenuhan kesesuaian sumber daya untuk setiap jenis wisata dapat diketahui dengan memperhitungkan nilai bobot setiap parameter dengan skor atau penilaian sumber daya tersebut.

Formula yang digunakan untuk menghitung indeks kesesuaian wisata perairan adalah:

$$IKW = \sum_{i=1}^n \left[\frac{Ni}{N \max} \right] \times 100\%$$

Keterangan:

- IKW : Indeks Kesesuaian Wisata
- n : Banyaknya parameter kesesuaian
- Ni : Nilai parameter ke-I (Bobot x Skor)
- N max : Nilai maksimum dari kategori wisata

Kategori kelas kesesuaian untuk kegiatan wisata baik selam maupun snorkeling dinyatakan dalam kategori tingkat kesesuaian berdasarkan nilai IKW (Tabel 6). Tingkat kesesuaian tersebut dibagi menjadi tiga, yaitu kategori sangat sesuai (S1), sesuai (S2) dan tidak sesuai (N).

Tabel 6. Kategori Kelas Sesuai

Nilai IKW (%)	Kategori	Keterangan
83 – 100	S1	Sangat sesuai
50 - <83	S2	Sesuai
<50	N	Tidak sesuai

4.5. Penentuan Daya Dukung Wisata

a. Daya Dukung Fisik/ *Physical Carrying Capacity* (PCC)

Physical Carrying Capacity (PCC) merupakan jumlah maksimum wisatawan yang secara fisik dapat tertampung oleh ruang yang disediakan pada waktu tertentu. Faktor koreksi yang dibutuhkan dalam menghitung PCC adalah luas area atau panjang jalur yang dapat digunakan untuk kegiatan snorkeling atau menyelam, jarak antar orang yang berkegiatan dan jumlah rotasi atau pengulangan kegiatan dalam satu hari.

1) Penentuan Daya Dukung Fisik untuk Wisata Selam

Diving atau menyelam adalah kegiatan berenang yang dilakukan di bawah air menggunakan peralatan SCUBA (*Self Contained Underwater Breathing Apparatus*). SCUBA merupakan perangkat yang memungkinkan untuk bernafas di bawah air dengan jangka waktu tertentu. Dalam penghitungan PCC khususnya kegiatan selam, komponen utama yang harus diperhatikan adalah panjang jalur penyelaman. Panjang jalur penyelaman (L) ditentukan berdasarkan jangkauan situs penyelaman, umumnya berkisar antara 300 – 600 meter (Gambar 8). Panjang jalur penyelaman tiap situs selam bisa berbeda tergantung dari kondisi ekosistem dan luasan situs selam.



Gambar 8. Panjang jalur penyelaman (L)

PCC untuk kegiatan selam dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$PCC = \frac{L}{SP} \times Nv$$

Keterangan:

L : Panjang jalur penyelaman dalam satuan meter
SP : Tinggi fisik maksimal orang + jarak antar penyelam yang dibutuhkan dalam 1x aktivitas penyelaman dalam satuan meter

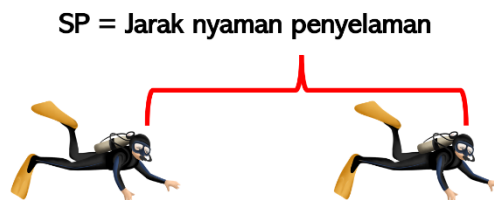
Nv : Faktor rotasi atau jumlah pengulangan kegiatan selam dalam 1 hari, yang dihitung dengan persamaan:

$$Nv = \frac{Hv}{Tv}$$

Hv : Durasi dibukanya 1 situs penyelaman

Tv : Durasi yang diperlukan 1 penyelam dalam 1x penyelaman

Penentuan jarak nyaman yang dibutuhkan oleh setiap penyelam dihitung berdasarkan tinggi fisik maksimal orang, yaitu 2 meter. Berdasarkan regulasi selam internasional, kegiatan penyelaman dilakukan berpasangan. Oleh karena itu dapat diasumsikan bahwa kegiatan selam dilakukan dalam barisan yang antar penyelam ada jarak sekitar 2 meter, sehingga jarak nyaman yang dibutuhkan untuk penyelaman adalah 4 meter (SP = 4m) (Gambar 9).



Gambar 9. Jarak nyaman penyelaman (SP)

Jumlah pengulangan kegiatan selam yang bisa dilakukan dalam satu hari untuk satu situs selam ditentukan berdasarkan lamanya waktu penyelaman yang dapat dilakukan di situs selam. Kegiatan selam diasumsikan hanya dilakukan pada pagi hingga sore hari (mulai pukul 07.00 – 17.00) dengan alasan keamanan. Sehingga durasi kegiatan yang dilakukan dalam 1 (satu) hari berkisar antara 9 - 10 jam tergantung pada aksesibilitas menuju lokasi. Semakin jauh lokasi penyelaman, maka waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan selam atau snorkeling akan semakin panjang, sehingga durasi kegiatan dalam 1 (satu) hari semakin sedikit.

Faktor pembatas durasi pada satu kali penyelaman adalah waktu yang diperlukan untuk mengkonsumsi tangki udara dimana rata-ratanya adalah 40 - 60 menit. Selain itu, perlu dihitung pula durasi waktu proses naik turunnya penyelam dari dan ke kapal, waktu yang dibutuhkan pemandu untuk memberikan instruksi sebelum memulai penyelaman dan waktu yang dibutuhkan oleh penyelam untuk menyesuaikan diri sebelum turun ke permukaan air. Sehingga secara keseluruhan, total durasi untuk satu kali penyelaman adalah 60 - 120 menit.

Berdasarkan durasi satu kali penyelaman yang dapat dilakukan di satu lokasi selam dan lamanya waktu persiapan yang dibutuhkan penyelam, maka jumlah pengulangan penyelaman berkisar antara 4 – 6 kali per hari (NV = 4 – 6 kali).

Tabel 7. Contoh Penghitungan PCC Kegiatan Selam

No	Titik Selam	L (meter)	SP (meter)	Hv (menit)	Tv (menit)	Nv (Rotasi)	PCC divers /day	PCC divers/year
1	Tisel A	300	4	480	120	4	300	109.500
2	Tisel B	500	4	480	120	4	500	182.500
3	Tisel C	600	4	480	120	4	600	219.000
4	Tisel D	400	4	480	120	4	400	146.000
5	Tisel E	300	4	480	120	4	300	109.500

Berdasarkan panjang jalur penyelaman (L), jarak antar penyelam (SP), faktor rotasi, dan diterapkannya perhitungan sesuai rumus di atas, maka didapatkan angka PCC. Tabel 7 merupakan contoh penghitungan PCC untuk kawasan konservasi A dengan 5 titik selam. Setelah diketahui nilai pada tiap variabel yang dibutuhkan maka PCC penyelaman per hari dan per tahun dapat dihitung.

- 2) Penentuan Daya Dukung Fisik untuk Wisata Snorkeling
 Snorkeling adalah kegiatan berenang di permukaan air dengan mengenakan peralatan berupa alat dasar selam yaitu masker, snorkel dan fins. Tujuan dari kegiatan snorkeling ini adalah untuk melihat keindahan dan aktivitas bawah laut yang ada di perairan dangkal seperti terumbu karang, ikan karang, dan biota lainnya. Kegiatan snorkeling dapat dilakukan tanpa memiliki sertifikasi selam.

PCC kegiatan snorkeling dihitung dengan didasarkan pada luas permukaan area snorkeling, dengan rumusan sebagai berikut:

$$PCC = \frac{S}{SP} \times Nv$$

Keterangan:

- S : Luas permukaan snorkeling area dalam satuan meter persegi
- SP : Kebutuhan ruang kegiatan snorkeling per orang (Dalam Yulianda (2007) disebutkan bahwa kebutuhan ruang per orang adalah 500m²)
- Nv : Faktor rotasi atau jumlah pengulangan kegiatan selam dalam 1 hari, yang dihitung dengan persamaan:

$$Nv = \frac{Hv}{Tv}$$

- Hv : Durasi dibukanya 1 area snorkeling
- Tv : Durasi yang diperlukan 1 pengunjung dalam 1x snorkeling

Dalam penentuan daya dukung fisik (PCC) kegiatan snorkeling digunakan total luas permukaan/area kegiatan dan luas ruang yang dibutuhkan setiap

orang untuk 1x aktivitas snorkeling. Luas permukaan snorkeling adalah luasan lokasi objek yang menjadi daya tarik sebuah kawasan. Luas suatu area yang dapat digunakan oleh pengunjung dalam melakukan snorkeling dipertimbangkan dengan menghitung kemampuan alam dalam menoleransi kegiatan tersebut sehingga kondisinya tetap terjaga. Menurut Yulianda (2019), untuk kegiatan snorkeling, setiap 1 orang dapat beraktivitas snorkeling pada area dengan luas 500m² (SP = 500 m²).

Pada snorkeling, jumlah pengulangan ditentukan berdasarkan durasi waktu kegiatan snorkeling. Kegiatan snorkeling diasumsikan dilaksanakan dari pagi hingga sore (mulai pukul 07.00 – 16.00). Sehingga durasi kegiatan yang dilakukan dalam 1 (hari) berkisar pada 9– 10 jam tergantung juga pada aksesibilitas ke lokasi snorkeling.

Pengunjung yang melakukan aktivitas snorkeling dapat bertahan sekitar 1-2 jam (60-120 menit). Proses keberangkatan, persiapan termasuk instruksi dari pemandu, proses naik turunnya pengunjung dari dan ke kapal juga merupakan faktor pembatas durasi. Sehingga secara keseluruhan, total durasi untuk satu kali kegiatan snorkeling adalah 90-180 menit, atau waktu yang dibutuhkan untuk setiap kegiatan snorkeling adalah 3 jam (180 menit).

Jumlah pengulangan untuk kegiatan snorkeling dihitung dari durasi waktu dibukanya satu area snorkeling dibagi dengan waktu yang diperlukan satu kali snorkeling, sehingga faktor rotasi dari kegiatan snorkeling berkisar antara 3-4 kali per hari (NV = 3-4 kali).

Tabel 8. Contoh Perhitungan PCC Kegiatan Snorkeling

No	Titik Snorkeling	S (m ²)	SP (meter ²)	Hv (menit)	Tv (menit)	Nv (Rotasi)	PCC orang/hari	PCC orang/tahun
1	Tisel A	5.000	500	540	120	4,5	45	16.425
2	Tisel B	16.000	500	540	120	4,5	144	52.560
3	Tisel C	8.900	500	600	120	5	89	32.485
4	Tisel D	21.530	500	540	120	4,5	194	70.726
5	Tisel E	7.820	500	540	120	4,5	70	25.689

Berdasarkan luas permukaan snorkeling (S), luas ruang yang dibutuhkan setiap orang untuk 1x aktivitas snorkeling (SP), faktor rotasi (Nv), dan diterapkannya perhitungan sesuai dengan rumus di atas, maka didapatkan angka PCC snorkeling. Tabel 8 adalah contoh perhitungan PCC untuk kawasan konservasi B yang memiliki 5 lokasi snorkeling.

b. Daya Dukung Riil/ *Real Carrying Capacity* (RCC)

RCC adalah jumlah maksimal kegiatan wisata yang direkomendasikan atau diperbolehkan pada satu titik penyelaman ataupun area snorkeling yang telah ditetapkan. Penentuan RCC mempertimbangkan faktor pereduksi atau disebut juga faktor koreksi dari daya dukung fisik (PCC). Variabel dalam penghitungan RCC pada satu antara lain (a) kerentanan ekosistem (*ecosystem fragility*); (b) tingkat kematian (*mortality*); dan (c) ombak/cuaca ekstrem (*wave extreme*).

RCC dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$RCC = PCC \times CF_{frag} \times CF_{mort} \times CF_{wave} \times ..$$

Keterangan:

PCC : Daya dukung fisik (*Physical Carrying Capacity*)

CFfrag : Faktor koreksi kerentanan ekosistem/biota kharismatik (sebagai contoh: terumbu karang). Terumbu karang sangat rentan terhadap kerusakan yang disebabkan oleh sentuhan dari penyelam atau jangkar yang dilepaskan oleh kapal. Faktor koreksi kerentanan terumbu karang sangat perlu diperhitungkan karena banyak jenis karang rapuh yang sangat rentan terhadap kerusakan apabila terjadi kontak dengan penyelam. CFfrag dihitung dengan formulasi:

$$CFfrag = 1 - \frac{Cfrag}{100\%}$$

dimana *Cfrag* adalah persentaseutupan karang di titik/lokasi wisata. *Cfrag* disini dapat juga menggunakan persentase kemunculan biota atau kerentanan ekosistem lainnya tergantung dari potensi di situs penyelaman.

CFmort : CFmort disebut juga faktor koreksi tingkat kematian ekosistem (salah satu contoh adalah terumbu karang). Sebagai contoh, faktor koreksi tingkat kematian terumbu karang menjadi bahan pertimbangan penting karena intensitas dan kepadatan penyelam yang mempengaruhi jumlah kematian terumbu karang. Wisata selam dan snorkeling baik secara langsung maupun tidak langsung berkontribusi terhadap kerusakan karang. CFmort dapat dihitung dengan rumus:

$$CFmort = 1 - \frac{Cmort}{1}$$

dimana *Cmort* adalah index kematian terumbu karang di titik/lokasi wisata. *Cmort* disini dapat juga didefinisikan dengan index kematian atau gangguan terhadap ekosistem itu sendiri.

CFwave : CFwave adalah faktor koreksi ombak ekstrem (cuaca ekstrem) dengan pertimbangan memberikan dampak terhadap akses menuju titik/lokasi wisata atau menjadi penyebab situs penyelaman ditutup sementara waktu dari aktivitas menyelam. CFwave dihitung dengan rumus:

$$CF_{wave} = 1 - \frac{C_{wave}}{365}$$

Dimana C_{wave} adalah jumlah hari terjadinya ombak/cuaca ekstrem di situs penyelaman dalam satu tahun (365 hari).

1) Faktor koreksi kerentanan ekosistem / *Ecosystem fragility correction factor* (CFfrag)

Faktor koreksi ini sangat perlu dipertimbangkan karena ekosistem di laut khususnya di kawasan konservasi sangat rapuh dan rentan terhadap kerusakan apabila terjadi kontak dengan penyelam ataupun orang yang snorkeling. Sehingga semakin tinggi kerentanan suatu ekosistem maka semakin rendah pula nilai dari CFfrag.

2) Faktor koreksi kematian suatu ekosistem / *Ecosystem mortality correction factor* (CFmort)

Faktor koreksi ini mempertimbangkan tingkat kematian suatu ekosistem yang menjadi potensi atau daya tarik utama suatu kawasan konservasi. Potensi dan/atau daya tarik suatu ekosistem sangat mempengaruhi kepadatan dan intensitas kegiatan penyelaman maupun snorkeling. Semakin tinggi aktivitas dan jumlah orang yang berkegiatan, maka tingkat kematian ekosistem didalamnya juga semakin tinggi. Sehingga tingginya indeks tingkat kematian suatu ekosistem menyebabkan rendahnya nilai CFmort.

Berdasarkan dari nilai faktor koreksi di atas maka dapat ditentukan estimasi dari daya dukung riil (RCC) dari titik/lokasi wisata. Nilai RCC menunjukkan jumlah maksimal penyelaman atau kegiatan snorkeling yang dapat diakomodir dalam satu lokasi dalam waktu tertentu dengan mempertimbangkan “efek kerumunan/kepadatan”, biofisika ekosistem setempat, dan aksesibilitas penyelaman.

Hasil penghitungan pada tabel 9 dan 10 akan berbeda apabila objek utama pada lokasi wisata adalah biota laut. Apabila potensi situs penyelamannya berupa biota laut, maka faktor kerentanan ekosistemnya diubah berdasarkan komposisi kemunculan biota. Begitu pula dengan faktor koreksi kematian diubah menjadi indeks kematian ataupun gangguan terhadap biota itu sendiri.

Tabel 9. Contoh Perhitungan RCC untuk Kegiatan Selam

No	Titik Selam	PCC	Faktor kerentanan ekosistem		Faktor koreksi tingkat kematian		Faktor koreksi ombak/cuaca ekstrem		RCC dives/day
			composition of coral fragile (%)	CFfrag	Coral mortality index	CFmort	Cwave	CFwave	
1	Tisel A	300	48,83	0,512	0,07	0,93	30	0,92	131
2	Tisel B	500	58,91	0,411	0,06	0,94	30	0,92	177
3	Tisel C	600	68,66	0,313	0,07	0,93	30	0,92	161
4	Tisel D	400	54,41	0,456	0,05	0,95	30	0,92	159
5	Tisel E	300	35,07	0,649	0,16	0,84	30	0,92	150
TOTAL									778

Tabel 10. Contoh Perhitungan RCC untuk Kegiatan Snorkeling

No	Lokasi	PCC	Faktor kerentanan ekosistem		Faktor koreksi tingkat kematian		Faktor koreksi ombak/cuaca ekstrem		RCC kegiatan/hari
			composition of coral fragile (%)	CFfrag	Coral motality index	CFmort	Cwave	CFwave	
1	Tisel A	45	48,83	0,512	0,07	0,93	30	0,92	20
2	Tisel B	144	58,91	0,411	0,06	0,94	30	0,92	51
3	Tisel C	89	68,66	0,313	0,07	0,93	30	0,92	24
4	Tisel D	194	54,41	0,456	0,05	0,95	30	0,92	77
5	Tisel E	70	35,07	0,649	0,16	0,84	30	0,92	35
TOTAL									207

c. Penghitungan Jumlah Karcis yang Dapat Diterbitkan

Setiap orang dalam berkegiatan wisata khususnya selam dan snorkeling memiliki faktor pembatas. Dalam kegiatannya, faktor pembatas kegiatan penyelaman antara lain ketersediaan oksigen dalam tabung, jarak tempuh antar titik selam, energi penyelam, nilai dan jumlah dalam paket wisata selam yang disediakan operator. Sedangkan faktor pembatas untuk kegiatan snorkeling antara lain jarak tempuh antar lokasi snorkeling, energi wisatawan, dan paket yang disediakan. Kaitannya dengan lokasi snorkeling, manajemen titik atau lokasi snorkeling dari SUOP juga menjadi faktor pembatas. Jumlah titik snorkeling setiap kawasan bisa berbeda atau sama dengan titik selam.

Dengan pertimbangan faktor pembatas tersebut, maka setiap kegiatan wisata selam dan snorkeling dapat dilakukan pengulangan sampai 3x. Setelah didapatkan nilai daya dukung riil (RCC) maka karcis masuk yang dapat diterbitkan untuk kegiatan selam dan snorkeling dihitung menggunakan formula berikut ini:

$$\text{Jumlah karcis masuk} = \frac{\text{Total RCC per hari semua titik selam di satu Kawasan Konservasi}}{3}$$

Berdasarkan penghitungan RCC kegiatan selam pada tabel 6, maka jumlah karcis masuk yang dapat diterbitkan untuk kegiatan penyelaman adalah:

$$\text{Jumlah karcis masuk per hari} = \frac{778}{3} = 259$$

Sedangkan karcis masuk untuk kegiatan snorkeling di kawasan konservasi yang dapat diterbitkan adalah:

$$\text{Jumlah karcis masuk per hari} = \frac{207}{3} = 69$$

4.6. Penentuan Daya Dukung Wisata Biota Laut Bergerak

Selain wisata terumbu kar, kegiatan wisata bahari lainnya yang umumnya dilakukan adalah pengamatan biota laut bergerak seperti lumba-lumba, paus, hiu paus, pari manta/mobula, penyu, pesut dan ikan mola-mola. Daya dukung area wisata Biota bergerak sangat bergantung dari luas area jelajah atau area kegiatan tertentu, daya jelajah, dan perilaku Biota tersebut sendiri. Selain itu, besar populasi dan frekuensi kemunculan Biota target juga sebaiknya dipertimbangkan dalam menentukan jumlah maksimal kapal wisata atau wisatawan. Penghitungan daya dukung wisata Biota bergerak tidak dapat mengabaikan kode etik pengamatannya.

4.6.1. Wisata Lumba-Lumba

Wisata lumba-lumba biasanya dilakukan menggunakan kapal dan pengamatan dilakukan di atas kapal. Daya jelajah lumba-lumba yang cukup luas dan pergerakannya yang cepat menyebabkan sulitnya dan kemungkinan biasanya penentuan daya dukung kawasan terhadap jumlah kapal wisata berdasarkan luas area jelajahnya. Oleh karena itu, sebaiknya penentuan jumlah maksimal kapal wisata lumba-lumba ditentukan berdasarkan kode etik pengamatan lumba-lumba dan jumlah kelompok lumba-lumba yang muncul per harinya. Secara umum, kode etik pengamatan lumba-lumba adalah sebagai berikut:

- a. Amati dan perhatikan lokasi dan pergerakan lumba-lumba atau kelompok lumba-lumba. Saat mendekati satwa, turunkan kecepatan kapal secara perlahan-lahan dan pertahankan hingga 7 km per jam (4 knots) atau kecepatan yang tidak menimbulkan ombak.
- b. Zona terlarang: 0-50 m dari kelompok lumba-lumba, zona waspada: 50-150 m dari kelompok lumba-lumba, zona pendekatan: 200-400 m dari kelompok lumba-lumba
- c. Jika ada banyak kapal wisata di area pengamatan, lakukan koordinasi dengan kapal lainnya dalam mendekati lumba-lumba melalui radio atau lainnya.
- d. Dekati kelompok lumba-lumba hanya dari samping atau samping belakang. Jangan mendekat tepat dari belakang atau dari depan kelompok lumba-lumba. Mengikuti atau mendekati mereka dari belakang menciptakan perasaan dikejar dan mereka akan mencoba melarikan diri atau menjauhkan diri dari perahu.
- e. Pertahankan posisi kapal paralel dengan kelompok lumba-lumba. Jaga kecepatan kapal agar stabil dan tidak melebihi kecepatan satwa yang berenang paling lambat dalam kelompoknya. Hindari perubahan kecepatan dan arah gerakan kapal secara tiba-tiba.
- f. Pengamatan dilakukan minimal pada jarak 50 m dari kelompok lumba-lumba (zona waspada).
- g. Pada zona waspada jumlah kapal yang ada tidak lebih dari 3 kapal.
- h. Jika ada lebih dari 3 kapal yang hendak melakukan pengamatan, kapal yang datang terakhir atau di lingkaran paling luar dari zona waspada wajib menunggu atau mengamati di zona pendekatan atau minimal 200 m dari kelompok lumba-lumba.
- i. Tidak melakukan pengamatan lumba-lumba pada waktu sensitif/tidurnya, biasanya di pagi hari. Misalnya pada pukul 9 pagi - 12 siang. Jika hal tersebut terjadi tidak sengaja, maka pengamatan hanya dilakukan dari jarak minimal 200 m dari kelompok lumba-lumba.
- j. Minimalkan suara kapal dan gerakan propeler agar tidak mengganggu dan melukai satwa.
- k. Waktu pengamatan lumba-lumba tidak lebih dari 30 menit demi menghindari stres pada satwa. Jika jumlah kapal lebih banyak, waktu pengamatan per kapal perlu dikurangi, misalnya menjadi 15-20 menit, jika semua kapal ingin mendapatkan kesempatan untuk mengamati.
- l. Jangan menghalangi jalur pergerakan satwa. Jangan merubah kecepatan dan arah kapal dengan tiba-tiba pada zona waspada.
- m. Jika satwa mendekat, jaga arah kapal, turunkan kecepatan secara perlahan, atau hentikan mesin di posisi netral
- n. Jika satwa menunjukkan tanda-tanda terganggu (kepakan ekor atau sirip, perubahan kecepatan atau arah pergerakan, peningkatan kecepatan renang secara tiba-tiba, menyelam lama, ekshalasi yang keras), segera tinggalkan lokasi pengamatan dengan hati-hati.
- o. Jika terdapat terdapat anak atau bayi lumba-lumba di kelompok lumba-lumba yang diamati, tinggalkan lokasi pengamatan dengan hati-hati. Pengamatan hanya dilakukan dari zona pendekatan atau jarak minimal 200 m.
- p. Dilarang mengejar dan memisahkan kelompok lumba-lumba.

- q. Dilarang melaju mundur bagi kapal kecuali kondisi darurat.
- r. Dilarang menyentuh, memberi makan, dan berenang dengan lumba-lumba.
- s. Saat menjauhi satwa, ubah arah kapal secara perlahan, tetap menjaga kecepatan konstan 7 km per jam (4 knots)
- t. Pengamatan malam tidak diperbolehkan.
- u. Fotografi tidak boleh dilakukan menggunakan flash.

Penghitungan daya dukung area wisata pengamatan lumba-lumba dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu memperkirakan jumlah kapal di lokasi wisata berdasarkan 1) waktu pengamatan dan 2) jumlah kemunculan kelompok lumba-lumba. Perkiraan jumlah kapal wisata pada cara pertama dilakukan sebagai berikut:

$$\text{Jumlah kapal sehari} = \frac{\text{waktu satwa muncul biasanya}}{\text{durasi pengamatan lumba - lumba}} \times \text{maks. kapal per pengamatan}$$

Contoh:

Pada lokasi Pantai Lora, kelompok lumba-lumba biasanya muncul pada pukul 10.00-12.00 dan 16.00-18.00 (total 240 menit) dibagi dengan durasi pengamatan lumba-lumba, yaitu 30 menit hasilnya adalah 8, kemudian dikali 3 kapal (jumlah maksimal kapal per pengamatan). Hasilnya adalah 8 x 3 kapal = 24 kapal sehari dalam lokasi pengamatan lumba-lumba. Perkiraan jumlah kapal wisata dengan cara kedua dilakukan dengan memperkirakan jumlah kemunculan kelompok lumba-lumba setiap harinya di lokasi terkait. Misalnya, pada lokasi pantai L diamati rata-rata kelompok lumba-lumba yang muncul setiap harinya adalah 3 kelompok, maka setiap harinya maksimal kapal wisata yang beroperasi untuk pengamatan lumba-lumba adalah 9 kapal karena setiap kelompok lumba-lumba maksimal diamati oleh 3 kapal selama 30 menit. Jika waktu pengamatan tiap kapal dikurangi menjadi 15 menit, maka jumlah kapal yang mengamati bisa bertambah menjadi 18 kapal setiap harinya. Oleh karena itu, penting untuk diketahui jumlah kemunculan atau kelompok lumba-lumba yang muncul setiap harinya di suatu area wisata lumba-lumba.

4.6.2. Wisata Paus

Wisata paus memiliki kode etik pengamatan yang hampir sama dengan kode etik pengamatan lumba-lumba. Beberapa hal yang membedakan adalah jarak zona terlarang, zona waspada, dan zona pendekatan. Kode etik pengamatan wisata paus adalah sebagai berikut:

- a. Amati dan perhatikan lokasi dan pergerakan paus atau kelompok paus. Saat mendekati satwa, turunkan kecepatan kapal secara perlahan-lahan dan pertahankan hingga 7 km per jam (4 knots) atau kecepatan yang tidak menimbulkan ombak.
- b. Zona terlarang: 0-100 m dari paus, zona waspada: 100-300 m dari paus, zona pendekatan: 300-500 m dari paus
- c. Jika ada banyak kapal wisata di area pengamatan, lakukan koordinasi dengan kapal lainnya dalam mendekati paus melalui radio atau lainnya.
- d. Dekati paus hanya dari samping atau samping belakang. Jangan mendekat tepat dari belakang atau dari depan paus. Mengikuti atau mendekati mereka

dari belakang menciptakan perasaan dikejar dan mereka akan mencoba melarikan diri atau menjauhkan diri dari perahu.

- e. Pertahankan posisi kapal paralel dengan sudut 60° di belakang paus. Jaga kecepatan kapal agar stabil dan tidak melebihi kecepatan satwa yang berenang paling lambat dalam kelompoknya. Hindari perubahan kecepatan dan arah gerakan kapal secara tiba-tiba.
- f. Pengamatan dilakukan minimal pada jarak 100 m dari paus (zona waspada).
- g. Pada zona waspada jumlah kapal yang ada tidak lebih dari 3 kapal.
- h. Jika ada lebih dari 3 kapal yang hendak melakukan pengamatan, kapal yang datang terakhir atau di lingkaran paling luar dari zona waspada wajib menunggu atau mengamati di zona pendekatan atau minimal 300 m dari paus.
- i. Minimalkan suara kapal dan gerakan propeler agar tidak mengganggu satwa.
- j. Waktu pengamatan paus tidak lebih dari 30 menit demi menghindari stres pada satwa. Jika jumlah kapal lebih banyak, waktu pengamatan per kapal perlu dikurangi, misalnya menjadi 15-20 menit, jika semua kapal ingin mendapatkan kesempatan untuk mengamati.
- k. Jangan menghalangi jalur pergerakan satwa. Jangan merubah kecepatan dan arah kapal dengan tiba-tiba pada zona waspada.
- l. Jika satwa mendekat, jaga arah kapal, turunkan kecepatan secara perlahan dan hentikan mesin di posisi netral
- m. Jika satwa menunjukkan tanda-tanda terganggu (kepakan ekor atau sirip, perubahan kecepatan atau arah pergerakan, peningkatan kecepatan renang secara tiba-tiba, menyelam lama, ekshalasi yang keras), segera tinggalkan lokasi pengamatan dengan hati-hati.
- n. Jika ada bayi atau anak paus yang terpisah sendiri, dilarang mendekati dan melakukan pengamatan, jaga jarak minimal 300 m dari bayi paus.
- o. Untuk pengamatan Paus Minke dan Paus Fin, jarak antar kapal pengamatan paling tidak 300-400 m.
- p. Dilarang mengejar dan memisahkan kelompok paus.
- q. Dilarang melaju mundur bagi kapal kecuali kondisi darurat.
- r. Dilarang menyentuh, memberi makan, dan berenang dengan paus.
- s. Saat menjauhi satwa, ubah arah kapal secara perlahan, tetap menjaga kecepatan konstan 7 km per jam (4 knots).
- t. Pengamatan malam tidak diperbolehkan.
- u. Fotografi tidak boleh dilakukan menggunakan *flash*.

4.6.3. Wisata Hiu Paus

Wisata hiu paus biasanya dilakukan menggunakan kapal dan/atau berenang atau selam bebas (*freedive*). Penentuan daya dukung wisata hiu paus dapat dilakukan dengan memperkirakan jumlah populasi ikan hiu paus tersebut di suatu area tertentu dimana kemunculan hiu paus sering terjadi, atau durasi wisata hariannya. Secara umum, kode etik pengamatan hiu paus adalah sebagai berikut:

- a. Saat berada di zona kontak hiu paus (minimal 15 m dari individu hiu paus) semua kapal harus berhati-hati untuk menghindari dampak fisik pada hiu paus atau menakutinya, jaga kecepatan maksimal 14 km/jam (8 knot).

- b. Satu individu hiu paus hanya dapat diamati oleh satu kapal saja, kapal lainnya perlu menunggu pada zona berjarak minimal 150 m dari individu hiu paus tersebut.
- c. Waktu pengamatan satu kapal maksimum adalah 30 menit di dalam zona kontak.
- d. Jika ada 2 atau lebih hiu paus yang ditemukan dalam jarak kurang dari 150 m dari satu sama lain, batas kapal yang masuk ke zona kontak berlaku untuk kedua hiu tersebut sebagai satu kesatuan sampai mereka terpisah lebih dari 150 m.
- e. Untuk wisatawan renang, snorkeling dan selam, maksimal 10 orang dalam satu pengamatan satu individu hiu paus.
- f. Bagi wisatawan renang/snorkeling/selam, tidak menyentuh, menunggangi dan mengejar hiu paus.
- g. Bagi wisatawan renang/snorkeling/selam, tidak menghalangi dan membatasi pergerakan alami hiu paus.
- h. Bagi wisatawan renang/snorkeling/selam, menjaga jarak 3 m dari sisi samping hiu paus, 4 m dari ujung ekor, dan 5 m dari depan kepala.
- i. Tidak menggunakan lampu flash saat mengambil foto.
- j. Tidak menggunakan water scooter, glider.
- k. Tidak memberikan makan hiu paus.
- l. Tidak melakukan selfie dengan hiu paus.
- m. Dianjurkan untuk tidak menggunakan sunscreen saat pengamatan hiu paus dalam air.
- n. Pengamatan pada malam hari tidak diperbolehkan.

Penghitungan daya dukung area wisata pengamatan hiu paus dapat dilakukan untuk memperkirakan jumlah maksimal kapal wisata dalam sehari dan jumlah maksimal pengunjung di dalam air dalam sehari. Jumlah maksimal kapal wisata hiu paus dalam sehari dapat diperkirakan dengan cara berikut:

$$\text{Jumlah kapal sehari} = \frac{\text{waktu satwa muncul biasanya}}{\text{durasi pengamatan hiu paus}} \times \text{maks. kapal per pengamatan}$$

Contoh:

Pada Teluk Cendrawasih, terdapat satu lokasi dimana hiu paus selalu terdapat disana sepanjang hari dan kegiatan wisata pengamatan hiu paus biasanya dilakukan pada 08.00-16.00, sehingga lama waktu wisata hiu paus dalam sehari adalah 480 menit. Kemudian, 480 menit dibagi dengan durasi pengamatan 30 menit dan dikali 1 kapal (jumlah kapal maksimal per pengamatan) = 16 kapal. Oleh karena itu, jumlah kapal maksimal dalam sehari pada lokasi wisata hiu paus di Teluk Cendrawasih tersebut adalah 16 kapal sehari. Jumlah pengunjung maksimal yang dapat melakukan pengamatan di dalam air dalam sehari adalah 480 menit/30 menit = 16 pengamatan dalam sehari, kemudian 16 x 10 orang (jumlah maksimal pengamat di dalam air per pengamatan) = 160 orang. Artinya dalam sehari, di lokasi wisata hiu paus di Teluk Cendrawasih tersebut maksimal dikunjungi oleh 160 orang pengunjung di dalam air.

4.6.4. Wisata Pari Manta/Mobula

Wisata pengamatan pari manta biasanya dilakukan di area makan atau stasiun pembersihannya. Biasanya pengamatan dalam air dilakukan dengan cara menyelam atau snorkeling. Oleh karena itu, sebaiknya ada pengaturan antara pembagian waktu atau lokasi untuk kegiatan menyelam dan snorkeling untuk menghindari keramaian dan gangguan berlebih pada pari manta dan pengunjung sendiri. Berikut adalah kode etik pengamatan manta di dalam air:

- a. Masuk air dengan tenang, minimal 10 m dari pari manta. Proses masuk air yang berisik dan menciptakan banyak percikan dapat menakuti pari manta.
- b. Jaga jarak dengan pari manta lebih dari 3 m. Mendekati pari manta terlalu dekat dapat mengagetkan pari manta dan menjadi ancaman bagi pari manta. Namun, pari manta adalah satwa yang penasaran, jika didekati oleh pari manta, tetap tenang, tidak mendekat dan cukup amati saja.
- c. Tidak mengejar pari manta.
- d. Tidak mendekati pari manta dari belakang karena dapat mengagetkan dan menakuti pari manta. Dekati secara perlahan dari sisi samping sambil tetap menjaga jalur pari manta di depan agar tidak ada halangan.
- e. Tidak menyentuh pari manta.
- f. Tetap tenang dan waspada, hindari pergerakan yang tiba-tiba di sekitar pari manta. Bagi snorkeler, jaga fins tetap berada di bawah permukaan air. Bergerak dan dekati pari manta setenang mungkin.
- g. Bagi penyelam, jaga posisi tetap berada di sisi stasiun pembersihan atau area makan pari manta, tidak berkeliling dan sedekat mungkin dengan dasar. Hal ini untuk memberikan pari manta keleluasaan dan menghindari terbentuknya tirai gelembung udara yang dapat menyebarkan plankton makanan pari manta di kolom air dan membentuk barrier bagi pari manta.
- h. Bagi penyelam, jangan memasuki area makan atau stasiun pembersihan pari manta, walaupun di area tersebut tidak ada pari manta. Pari manta dapat datang ke area tersebut sewaktu-waktu.
- i. Bagi snorkeler, tetap tenang dan tidak banyak bergerak. Biarkan pari manta bermanuver di sekitar. Jangan pernah berenang ke arah atau di atas stasiun pembersihan pari manta.
- j. Tidak menghalangi jalur renang dan manuver pari manta. Jangan pernah berenang masuk ke dalam jalur pari manta yang mendekat atau mendekati dari depan pari manta yang sedang mendekat.
- k. Berhati-hati dalam menggunakan kamera. Jangan mengarahkan kamera terlalu dekat dengan kepala pari manta.
- l. Untuk fotografi, batasi penggunaan flash, tidak mengarahkan flash langsung ke arah mata pari manta.
- m. Waktu pengamatan pari manta maksimal 90 menit.
- n. Jumlah penyelam atau snorkeler dalam satu kelompok pengamatan maksimal 10 orang.
- o. Sebaiknya tidak menggunakan *sunscreen* saat pengamatan pari manta di dalam air.
- p. Waktu wisata pari manta untuk penyelam dan untuk snorkeling sebaiknya dibedakan untuk menghindari keramaian di area pengamatan. Jika secara tidak sengaja kelompok penyelam dan kelompok snorkeling berada pada

lokasi yang sama, perlu didahulukan 10 orang yang datang lebih awal. Kelompok lain harus menunggu sampai kelompok sebelumnya selesai.

Penentuan daya dukung lokasi wisata pari manta dapat dilakukan dengan memperkirakan lama waktu pari manta muncul biasanya. Formula yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Jml pengunjung/hari} = \frac{\text{waktu satwa muncul biasanya}}{\text{durasi pengamatan pari manta}} \times \text{maks. orang per pengamatan}$$

Contoh:

Di perairan Selat Dampier terdapat lokasi stasiun pembersihan pari manta “Manta Sandy” dimana pari manta biasanya muncul sekitar pukul 08.00-10.00 dan 13.00-15.00. Lama waktu pari manta muncul biasanya adalah 240 menit. Durasi pengamatan pari manta maksimal adalah 90 menit dan jumlah pengunjung per pengamatan adalah 10 orang. Maka, jumlah maksimal pengunjung di area “Manta Sandy” per hari adalah $240/90 \times 10 = 26$ orang.

4.6.5. Wisata Penyu

Wisata penyu biasanya dilakukan dalam rangka pengamatan peneluran, penetasan, atau pelepasan tukik penyu. Namun, selain itu kita dapat pula menemui penyu di perairan pada saat melakukan wisata penyelaman atau snorkeling. Berikut adalah kode etik pada saat pengamatan penyu atau pada saat berpapasan dengan penyu:

a. Pertemuan Dengan Penyu di Air

- 1) Tetap tenang. Saat berenang mendekati penyu lakukan sepelan mungkin karena suara yang keras dapat menakuti penyu, minimalkan percikan air dan bicara.
- 2) Bagi penyelam, amati pergerakan penyu dan jangan mengganggu penyu yang sedang beristirahat, tidur, atau sedang kawin. Perlahan jaga jarak dan menjauh.
- 3) Jaga jarak, lebih dari 1.5 m dari penyu.
- 4) Jika penyu berenang mendekat, tetap tenang dan hindari pergerakan mendadak.
- 5) Tidak mengganggu kegiatan dan jalur penyu.
- 6) Selalu dekati penyu dari arah samping. Hal ini memberikan kesempatan penyu mengetahui keberadaan kita dan memberikan jalan jika penyu hendak berenang pergi.
- 7) Tidak mengejar penyu.
- 8) Tidak menyentuh penyu.
- 9) Tidak berenang tepat di atas penyu. Penyu memerlukan naik ke permukaan air untuk bernafas, dengan berada di atas penyu kita dapat menghalangi jika penyu akan naik ke permukaan air dan itu berbahaya bagi penyu.
- 10) Tidak memberikan makan penyu.

b. Pengamatan Penyu Bertelur

- 1) Saat teramati adanya kedatangan penyu ke pantai, matikan semua pencahayaan, dan berjongkok rendah. Jangan berjalan mendekat.

- 2) Hindari suara berisik, diam tidak bergerak dan tetap tenang sambil menunggu penyu mulai menggali pasir dan bertelur. Jaga jarak minimal 15 m dari hampasan pasir dari galian oleh penyu.
- 3) Tidak mengambil foto penyu menggunakan flash.
- 4) Penyu hanya dapat didekati saat sudah proses bertelur sudah dimulai, yaitu pada saat sudah tidak ada hampasan pasir lagi dan penyu sudah tidak menggerakkan siripnya sama sekali. Proses penggalian pasir dan persiapan sarang dapat berlangsung selama 50-60 menit sejak pertama hampasan pasir dimulai, sedangkan proses peneluran berjalan 3-10 menit.
- 5) Tidak berjalan atau berdiri di depan penyu. Hanya dekati penyu lewat arah samping belakang setelah penyu mulai bertelur dengan merangkak perlahan. Jaga jarak lebih dari 1 m dari penyu saat mulai mendekati penyu.
- 6) Tidak menyalakan lampu senter ke arah wajah penyu.
- 7) Tidak menyentuh penyu.
- 8) Biarkan penyu kembali ke laut sendiri setelah bertelur.
- 9) Pengamatan peneluran penyu untuk wisata dianjurkan maksimal sampai pukul 23.00. Hal ini untuk memberikan waktu sepi bagi peneluran penyu di atas waktu tersebut.
- 10) Jumlah maksimal pengunjung untuk satu kali pengamatan penyu adalah 5 orang.
- 11) Dilarang menyalakan api di area pantai peneluran penyu.
- 12) Tidak boleh membuang sampah di pantai peneluran penyu.

c. Pengamatan Penyu Menetas dan Pelepasan Penyu

- 1) Matikan pencahayaan yang terang.
- 2) Tidak diperkenankan untuk mengambil foto dengan flash.
- 3) Perhatikan langkah, jangan sampai menginjak tukik atau sarang.
- 4) Tidak mengganggu sarang tukik, berdiri paling tidak 1 m dari sarang tukik.
- 5) Tidak menyentuh/mengangkat tukik, kecuali disarankan oleh orang yang bertanggung jawab di tempat.
- 6) Selalu berada di belakang tukik. Tidak menghalangi jalan tukik menuju laut.
- 7) Biarkan tukik berjalan ke laut dan menemukan laut dengan sendirinya.

Penghitungan daya dukung pantai peneluran penyu untuk wisata sebaiknya mengikuti kode etik menonton peneluran penyu di atas. Artinya, pada satu pantai peneluran penyu hanya diperbolehkan 5 orang untuk mengamati dalam satu malam, misalnya dari pukul 19.00-23.00. Hal ini dilakukan untuk meminimalkan keramaian dan dampak stres pada penyu yang muncul ke pantai. Jika pantai peneluran penyu yang ada di suatu lokasi sangat panjang dan luas, maka lebih dari satu kelompok pengunjung terdiri dari 5 orang diperbolehkan dengan jarak antar kelompoknya 600 m garis pantai.

4.6.6. Wisata Mola-Mola

Wisata ikan mola-mola biasanya dilakukan dengan menyelam di perairan Bali pada musim ikan tersebut naik ke perairan yang lebih dangkal dari laut dalam. Kode etik pengamatan mola-mola saat menyelam adalah sebagai berikut:

- a. Selalu mendekati mola-mola dengan sangat lambat dalam area pandangnya.
- b. Tetap dekat dengan karang dan tidak mengelilingi mola-mola.
- c. Jika ikan mola-mola baru saja memasuki stasiun pembersihan, jangan mendekat sampai pembersihan dimulai dan ikan telah diam setidaknya selama 1 menit.
- d. Pertahankan jarak minimal 3 m (atau 3 kali panjang tubuh) saat hewan berada di stasiun pembersihan.
- e. Pertahankan jarak minimal 10 m (atau 5 kali panjang tubuh) saat hewan gelisah dan perlahan mendekat ke terumbu.
- f. Tidak menyentuh dan tidak memberi makan mola-mola.
- g. Tidak berenang di belakang mola-mola karena dapat mengejutkan hewan tersebut.
- h. Tidak berenang di bawah mola-mola karena gelembung udara dari penyelam akan mengganggu kegiatan pembersihan.
- i. Tidak menghalangi jalur renang mola-mola ke karang atau jalur ke stasiun pembersihan.
- j. Jika mola-mola mendekat, tetap diam dan tidak menyentuhnya.
- k. Tidak menggunakan *flash* saat mengambil foto karena dapat mengganggu mola-mola.
- l. Tidak menggunakan alat bantu selam seperti motor bawah air atau membuat suara keras yang tidak perlu.
- m. Jumlah penyelam untuk wisata mola-mola maksimal adalah 5 orang dalam satu kelompok.

Penentuan daya dukung area wisata mola-mola disesuaikan dengan daya dukung wisata terumbu karang. Penghitungan dapat dilakukan dengan formula daya dukung fisik atau *physical carrying capacity* (PCC) yang telah dijabarkan di atas dengan luas area wisata menggunakan luas area terumbu karang. Kegiatan penyelaman mola-mola perlu memperhatikan kode etik yang telah dipaparkan di atas.

LAMPIRAN 1. CONTOH PENGHITUNGAN DAYA DUKUNG WISATA SELAM

Kasus:

Suatu lokasi penyelaman yang dapat diselami pada pukul 09:00 – 13:00 memiliki panjang area penyelaman sepanjang 170 meter dengan suhu perairan 25°C dan kecerahan perairan 80%. Lokasi ini juga memiliki salinitas perairan 30‰ dengan kecepatan arus rata-rata 8 cm/detik. Sepanjang lokasi penyelaman dapat terlihat 66% tutupan karang keras dan indeks kematian karang di lokasi ini adalah 66%. Rata-rata aktivitas penyelaman di lokasi ini membutuhkan waktu 60 menit karena lokasi ini berkedalaman 10 meter dan dapat ditemui 8 sp jenis life form serta 49 sp jenis ikan karang di lokasi ini. Selama 30 hari lokasi penyelaman ditutup sementara waktu dari aktivitas menyelam disebabkan oleh cuaca ekstrem.

Penghitungan:

B. Indeks Kesesuaian Wisata Selam

Tabel 11. Contoh Penghitungan Indeks Kesesuaian Wisata Selam

Parameter	Hasil Data Parameter	Bobot parameter	Skor Parameter	Nilai Parameter (bobot x skor)	Nilai Maksimum	IKW
Suhu Perairan (°C)	25	5	3	15	102	15
Salinitas (‰)	30	5	3	15	102	15
Kecerahan Perairan (%)	80	5	3	15	102	15
Kecepatan Arus (cm/detik)	8	5	3	15	102	15
Tutupan komunitas karang (%)	66	4	2	12	102	12
Jenis <i>Life Form</i> (sp)	8	4	2	8	102	8
Jenis Ikan Karang (sp)	49	3	2	6	102	6
Kedalaman Terumbu Karang (m)	10	3	3	9	102	9
					Total	95

S1 (Sangat sesuai)

C. Penghitungan Physical Carrying Capacity/PCC Kegiatan Selam

$$PCC = \frac{S}{SP} \times Nv$$

$$PCC = \frac{170}{4} \times 4$$

$$PCC = 170$$

1. Penghitungan rotasi (Nv)

$$Nv = \frac{Hv}{Tv}$$

$$Nv = \frac{240}{60}$$

$$Nv = 4$$

Tabel 12. Contoh Penghitungan PCC Kegiatan Selam

No	Titik Selam	L (meter)	SP (meter)	Hv (menit)	Tv (menit)	Nv (Rotasi)	PCC divers /day	PCC divers/year
1	Tisel A	170	4	240	60	4	170	62.050

D. Penghitungan Real Carrying Capacity/RCC Kegiatan Selam

$$RCC = PCC \times CF_{frag} \times CF_{mort} \times CF_{wave}$$

$$RCC = 170 \times 0,34 \times 0,94 \times 0,92$$

$$RCC = 50$$

1. Penghitungan faktor kerentanan ekosistem

$$CF_{frag} = 1 - \frac{C_{frag}}{100\%}$$

$$CF_{frag} = 1 - \frac{66\%}{100\%}$$

$$CF_{frag} = 0,34$$

2. Penghitungan faktor koreksi tingkat kematian

$$CF_{mort} = 1 - \frac{C_{mort}}{1}$$

$$CF_{mort} = 1 - \frac{0,06}{1}$$

$$CF_{mort} = 0,94$$

3. Penghitungan faktor koreksi ombak/cuaca ekstrem

$$CF_{wave} = 1 - \frac{C_{wave}}{365}$$

$$CF_{wave} = 1 - \frac{30}{365}$$

$$CF_{wave} = 0,92$$

Tabel 13. Contoh Penghitungan RCC Kegiatan Selam

No	Titik Selam	PCC	Faktor kerentanan ekosistem		Faktor koreksi tingkat kematian		Faktor koreksi ombak/cuaca ekstrem		RCC dives/day
			composition of coral fragile (%)	CFfrag	Coral mortality index	CFmort	Cwave	CFwave	
1	Tisel A	170	66%	0,34	0,06	0,94	30	0,92	50

E. Penghitungan Jumlah Karcis yang Dapat Diterbitkan

$$\text{Jumlah karcis masuk} = \frac{\text{Total RCC per hari semua titik selam di satu Kawasan Konservasi}}{3}$$

$$\text{Jumlah karcis masuk} = \frac{50}{3}$$

$$\text{Jumlah karcis masuk} = 17$$

LAMPIRAN 2. CONTOH PENGHITUNGAN DAYA DUKUNG WISATA SNORKELING

Kasus:

Diketahui sebuah lokasi snorkeling memiliki hamparan datar karang sepanjang 700 meter dan sepanjang itu pula area yang digunakan untuk aktivitas wisata snorkeling pada lokasi tersebut. Lokasi ini tergolong memiliki kecerahan perairan yang cukup baik yaitu 85% dengan kecepatan arus 10,45 cm/detik. Kedalaman terumbu karang pada lokasi ini sedalam 3 meter dan dapat ditemui tutupan komunitas karang sebesar 85% dan indeks kematian terumbu karang sebesar 0,24% dengan jenis life form yang dapat ditemui pada lokasi snorkeling ini sebanyak 8 sp jenis life form. Pada lokasi ini dapat ditemui 49 sp jenis ikan karang. Selama 30 hari lokasi snorkeling ditutup sementara waktu dari aktivitas disebabkan oleh cuaca ekstrem. Namun, saat cuaca baik lokasi ini dapat digunakan untuk aktivitas menyelam dari pukul 07:00 – 16:00.

Penghitungan:

A. Indeks Kesesuaian Wisata Snorkeling

Tabel 14. Contoh Penghitungan Indeks Kesesuaian Wisata Snorkeling

Parameter	Hasil Data Parameter	Bobot parameter	Skor Parameter	Nilai Parameter (bobot x skor)	Nilai Maksimum	IKW
Kecerahan Perairan (%)	85	5	2	10	57	18
Tutupan komunitas karang (%)	58,91	5	2	10	57	18
Jenis <i>Life Form</i> (sp)	8	3	2	6	57	11
Jenis Ikan Karang (sp)	49	3	2	6	57	11
Kecepatan Arus (cm/detik)	10.45	1	3	3	57	5
Kedalaman Terumbu Karang (m)	3	1	3	3	57	5
Lebar Hamparan Datar Karang (m)	700	1	3	3	57	5
Total						72

S2 (Sesuai)

B. Penghitungan Physical Carrying Capacity/PCC Kegiatan Snorkeling

$$PCC = \frac{S}{SP} \times Nv$$

$$PCC = \frac{700}{500} \times 5$$

$$PCC = 6$$

1. Penghitungan rotasi (Nv)

$$Nv = \frac{Hv}{Tv}$$

$$Nv = \frac{540}{120}$$

$$Nv = 5$$

Tabel 15. Contoh Penghitungan PCC Kegiatan Snorkeling

No	Titik Selam	L (meter)	SP (meter)	Hv (menit)	Tv (menit)	Nv (Rotasi)	PCC divers /day	PCC divers/year
1	Titik A	700	500	540	120	5	6	2300

C. Penghitungan Real Carrying Capacity/RCC Kegiatan Snorkeling

$$RCC = PCC \times CF_{frag} \times CF_{mort} \times CF_{wave}$$

$$RCC = 5 \times 0,441 \times 0,76 \times 0,92$$

$$RCC = 2$$

1. Penghitungan faktor kerentanan ekosistem

$$CF_{frag} = 1 - \frac{C_{frag}}{100\%}$$

$$CF_{frag} = 1 - \frac{58,91\%}{100\%}$$

$$CF_{frag} = 0,34$$

2. Penghitungan faktor koreksi tingkat kematian

$$CF_{mort} = 1 - \frac{C_{mort}}{1}$$

$$CF_{mort} = 1 - \frac{0,24}{1}$$

$$CF_{mort} = 0,76$$

3. Penghitungan faktor koreksi ombak/cuaca ekstrem

$$CF_{wave} = 1 - \frac{C_{wave}}{365}$$

$$CF_{wave} = 1 - \frac{30}{365}$$

$$CF_{wave} = 0,92$$

Tabel 16. Contoh Penghitungan RCC Kegiatan Snorkeling

No	Titik Selam	PCC	Faktor kerentanan ekosistem		Faktor koreksi tingkat kematian		Faktor koreksi ombak/cuaca ekstrem		RCC dives/day
			composition of coral fragile (%)	CFfrag	Coral mortality index	CFmort	Cwave	CFwave	
1	Titik A	6	58.91	0.411	0.24	0.76	30	0.92	2

D. Penghitungan Jumlah Karcis yang Dapat Diterbitkan

$$\text{Jumlah karcis masuk} = \frac{\text{Total RCC per hari semua titik selam di satu Kawasan Konservasi}}{3}$$

$$\text{Jumlah karcis masuk} = \frac{2}{3}$$

$$\text{Jumlah karcis masuk} = 0,67 = 1$$

D. MEKANISME PENETAPAN HASIL PERHITUNGAN DAYA DUKUNG

Perhitungan daya dukung kegiatan penangkapan ikan, pembudidayaan ikan dan pariwisata alam perairan oleh Satuan Unit Organisasi Pengelola (SUOP) merupakan sebuah cara dalam upaya menetapkan tingkat maksimum penggunaan sumberdaya agar fungsi lingkungan dapat berkelanjutan. Perhitungan daya dukung akan menjadi acuan dalam melakukan pengelolaan yang hasilnya akan diupayakan aspek legalitasnya. Adapun mekanisme penetapan hasil perhitungan daya dukung sebagai berikut:

a. Melakukan penghitungan daya dukung untuk

1. Kegiatan Penangkapan Ikan:
 - 1) Menghitung estimasi potensi sumberdaya ikan dengan menggunakan:
 - A. Estimasi Potensi berdasarkan Keputusan Menteri Kelautan Perikanan Nomor 19 tahun 2022;
 - B. Standing Stock dari data UVC; atau
 - C. Landing *Monitoring*.
 - 2) Memformulasikan perhitungan estimasi potensi sumber daya ikan menjadi jumlah armada (Unit Kapal) sebagai unit yang diperbolehkan di Kawasan Konservasi.
2. Kegiatan Pembudidayaan Ikan:
 - 1) Menentukan kesesuaian perairan Budidaya dalam Kawasan Konservasi untuk ditetapkan oleh SUOP
 - a) eksisting yang sudah dimanfaatkan sebagai lokasi pembudidayaan; dan atau
 - b) lokasi pembudidayaan baru yang dihitung menggunakan Indeks Kesesuaian Wilayah perairan.
 - 2) Perhitungan Daya Dukung

Berdasarkan metode penghitungan sebagaimana yang telah di sampaikan Huruf C.

3. Kegiatan Pariwisata Alam Perairan:
 - 1) Menentukan titik selam untuk ditetapkan oleh SUOP
 - a) eksisting yang sudah dimanfaatkan oleh operator; dan
 - b) titik selam baru yang dihitung menggunakan Indeks Kesesuaian Wisata.
 - 2) Perhitungan Daya Dukung
Berdasarkan metode penghitungan sebagaimana yang telah di sampaikan Huruf D.
- b. SUOP mengusulkan hasil perhitungan daya dukung dengan melampirkan data pendukung kepada Direktur Konservasi dan Keanekaragaman Hayati Laut.
- c. Direktur Konservasi dan Keanekaragaman Hayati Laut melakukan rapat penentuan hasil perhitungan daya dukung dan mengusulkan hasil perhitungan Daya Dukung kepada Dirjen PKRL untuk dapat ditetapkan.
- d. Dirjen menetapkan hasil perhitungan daya dukung.

Mekanisme penetapan hasil perhitungan daya dukung kegiatan penangkapan ikan dilakukan secara periodik (Gambar 10).



Gambar 10. Mekanisme Penetapan Hasil Perhitungan Daya Dukung

DIREKTUR JENDERAL
PENGELOLAAN KELAUTAN DAN
RUANG LAUT,
ttd.
VICTOR GUSTAAF MANOPPO

Salinan sesuai dengan aslinya,
Sekretaris Direktorat Jenderal Pengelolaan
Kelautan dan Ruang Laut,

Kusdiantoro

